

O KOŃCU ŚWIATA I KOMETACH.

BIBLIOTEKA DZIEŁ WYBOROWYCH.

Prof. Dr. MARCIN ERNST.

O KOŃCU ŚWIATA

I KOMETACH.



Cena 40 kop.

W prenum. 19¹/₄ kop.

WARSZAWA

Druk Ed. Nicz i S-ka, Nowy-Świat 70.

Telefon Nr 27-73.

16990

I

Wlasowski Mysłowice 30. IV 31.

cena 2.00.



[2.]

X-47414	
16990	I

ROZDZIAŁ I.

Idea końca świata zrodziła się w umysłach ludzkich znacznie wcześniej, aniżeli uzyskane zostały jakiekolwiek pewne dane, dotyczące jego budowy, zanim kwestya trwałości świata i naszego układu słonecznego zaprzętać zaczęła umysły astronomów i matematyków. W religii chrześcijańskiej idea ta występuje już w formie zupełnie konkretnej, a w apokalipsie znajdujemy obraz końca świata, mogący wzbudzić trwogę w wierzących grzesznikach. Wiara w Chrystusa i sąd ostateczny ściśle łączą się z wiarą w koniec świata, ztąd też obawa końca świata nie występuje nigdzie tak często ani z taką siłą, jak w społeczeństwach chrześcijańskich.

W ciągu 2,000 niespełna lat naszej ery przepowiedni końca świata było tak wiele, że policzyć ich niepodobna, tembardziej, iż występowały one rozmaitymi czasy w rozmaitych miejscach i często miały znaczenie tylko lokalne. Opierały się te prze-

powiednie na podstawach bardzo różnych, np. na przeczuciach ludzi, uważanych za jasnowidzących, na kabalistycznym znaczeniu, nadawaniem rozmaitym liczbom, lub ich kombinacyom (zazwyczaj kombinowano w najrozmaitszy sposób liczbę roku), na porównaniach faktów z życia współczesnego z wyjątkami apokalipsy, w których znajdowano wielkie podobieństwo i t. p.

Szczególnie silne wrażenie na umyśle wywierały nadzwyczajne a uderzające zjawiska astronomiczne. Jeżeli nie widziano w nich zawsze wróżb końca świata, to w każdym razie uważano je za widome znaki jakiejś tajemnej myśli Bożej. Tego rodzaju zapatrywania były zupełnie naturalnemi u bogobojnego chrześcianina, który niebo uważał za mieszkanie Boga. Religia wprowadzie uczy, iż Bóg jest wszędzie obecny i teologia przez niebo niewątpliwie nie to rozumie, co przeciętny bezkrytyczny człowiek, jednakże ogół obraz bierze w znaczeniu dosłownem i, modląc się, zwraca oczy ku niebu, gdzie króluje Bóg. Jeżeli zatem Bóg chciał światu objawić wolę swoją, lub zagrozić mu karą, to mógł to uczynić najlepiej za pomocą znaków, zawieszonych na niebie. Wszakże i dobrą wieść o zejściu na świat Zbawiciela oznajmił ludzkości, zapalając na niebie świetną gwiazdę Betleemską, a w chwili skonania Zbawiciela na krzyżu zaćmił słońce, napędzając ludzi grozą.

Do zjawisk astronomicznych, które silnie pobudzały fantazyę ludzką, należały zaćmienia słońca,

obfite roje gwiazd spadających, meteory ogniste, w szczególności zaś aerolity, dosięgające ziemi, nowe gwiazdy i komety.

Zjawisko zaćmień wogóle, a w szczególności słonecznych, zostało zbadaniem i objaśnionem już bardzo dawno. W starożytności bardzo odległej kapłani chaldejscy i chińscy notowali przez wiele wieków wszystkie tego rodzaju zjawiska, a następnie wyprowadzili okres, w którym zaćmienia się powtarzają. Przechowała się w chińskich kronikach wiadomość, iż już na przeszło 2000 lat przed N. Chr. dwaj astronomowie Hi i Ho zostali skazani na śmierć, ponieważ, oddając się obfitym libacyom, zapomnieli uprzedzić o mającym zajść zaćmieniu słońca. W Grecyi, jak wiadomo, Thales z Miletu przepowiedział zaćmienie, które przypadło 28 maja r. 585 przed N. Chr. Co do przyczyny zaćmień, przypisywano je jakimś siłom wyższym i obawiano się ich; dopiero Pytagoras w końcu VI wieku przed N. Chr., który poznał, iż ziemia i ciała niebieskie mają kształt kulisty, objaśnił prawdziwą przyczynę tego zjawiska.

Narodom chrześcijańskim objaśnienie zaćmień dostało się w spuściźnie po Grekach. Z Almagestem w rękę umiano z grubsza nawet przepowiedzieć zaćmienie, a jeżeli zaćmienie zaszło nieprzewidziane poprzednio, to przyczyna jego bądź co bądź była wiadoma i przynajmniej ludzie oświeceni nie przypisywali mu żadnego tajemniczego znaczenia. Tłum ciemny jednakże długo jeszcze z trwo-

gą przypatrywał się zjawisku, modlił się; bił się w piersi i wierzył, iż gdy słońce znów się ukazało, stało się to tylko na skutek modłów i skruchy. Jeszcze w r. 1654 w czasie całkowitego zaćmienia słonecznego, widzialnego w Paryżu, tłumy ludzi, ogarniętych panicznym strachem, szukały bezpiecznego schronienia po piwnicach domów.

Mniej znanem zjawiskiem i bardziej tajemniczem były gwiazdy spadające. Kiedy zatem gwiazdy spadające występowały w rojach bardzo obfitych, wzbudzały one wielki przestach, przypominając obraz z apokalipsy o spadaniu gwiazd w ostatnim dniu istnienia świata. Chociaż żaden z tych rojów w istocie nie był zwiastunem końca świata, to jednakże dopatrywano się prawie zawsze związku tych zjawisk z mniej lub więcej współczesnemi wydarzeniami i widziano w nich znaki niebieskie.

Jednym z najdawniej znanych jest rój, spadający corocznie około 10 sierpnia. Legenda irlandzka objaśnia powstanie roju tego w ten sposób, iż w dniu męczeństwa św. Wawrzyńca, 10 sierpnia, niebo zapłakało ognistemi łzami i powtarza się to corocznie w dzień tego świętego. Inne podanie co do tego roju istnieje w Grecyi, gdzie początek roju sierpniowego przeniesiono na dzień Przemienienia Pańskiego, 6-go sierpnia. Wtedy, jak powiada legenda, otwierają się niebiosy.

O wielkiej trwodze, jaka przenikała tłumy w czasie obfitych rojów, kroniki wspominają bardzo często. O roju gwiazd w marcu r. 763 powia-

da kronikarz, iż tłumy padały na twarze i tarzały się w prochu, widząc deszcz gwiazd — nieomylny znak sądu Bożego. Taki sam fakt kroniki notują w r. 842. Rok 902 często nazywa się we współczesnych kronikach rokiem gwiazd spadających, gdyż „tej samej nocy, kiedy Taormina była zdobytą przez saracenów i tyran Ibrahim ibn Ahmed z rodu Aglabitów z wyroku Bożego znalazł śmierć pod Cosenzą, spadło tyle gwiazd, iż widzowie napelnieni byli wielkiem przerażeniem“. Działo się to 13 października wymienionego roku. W nader obfitej ilości gwiazdy spadały w dniach 10—12 kwietnia r. 1095. Od północy do rana spadały one tak gęsto jak grad. Wiadomość ta powtarza się w wielu kronikach. Zdarzenie to jeszcze przed *koncyljum* w Clermont uważane było za przepowiednię wielkiego ruchu w chrześcijaństwie i przyczyniło się wielce do uchwalonego na tem koncyljum „pokoju Bożego“ i wypraw krzyżowych.

Kulom ognistym, z których niekiedy wypadły kamienie, fantazyja tłumów nadawała postać smoków ognistych, pawiów i t. p.; nazwy takie występują bardzo często w kronikach dla oznaczenia zjawisk wymienionej kategorii. Kiedy spadający aerolit był przyczyną jakiegoś nieszczęścia, uważano je za bezpośrednie wykonanie kary Bożej na grzesznikach. Do takich wypadków należą n. p. pożary, wzniecane przez meteory, zabicie franciszkanina przez aerolit, który wpadł do klasztoru Santa Maria della Pace i t. p. Że aerolity istotnie mogły być przyczyną tego rodzaju katastrof, świadczą niektóre ka-

tastrofy współczesne, do których przedewszystkiem zaliczyć należy zniszczenie w r. 1895 miasta norweskiego Hammerfest przez pożar, powstały skutkiem uderzenia aerolitu.

Zjawiskiem bardzo rzadkiem jest pojawienie się na niebie nowej gwiazdy, dostatecznie jasnej, ażeby mogła być widzianą gołym okiem. Kroniki i spostrzeżenia europejskie zaznaczają kilka tylko zjawisk tego rodzaju, a wraz ze zjawiskami, zanotowanemi w kronikach chińskich, w ciągu 2000 blisko lat naszej ery, liczymy niespełna 30 gwiazd nowych, z których stosunkowo dużo przypada na czasy późniejsze, szczególnie na wiek XIX. Co do gwiazdy betleemskiej istnieją poglądy nader rozmaite, zgadzające się ze sobą jednakże w tym względzie, iż nie można jej zaliczyć do t. z. „gwiazd nowych”. Najprawdopodobniejszym jest przypuszczenie, iż nie była to właściwie jedna gwiazda, ale wspaniała konstelacya trzech najjaśniejszych planet, Wenery, Jowisza i Marsa, które wówczas świeciły na niebie bardzo blisko siebie. Zresztą na podstawie rachunków wypływa, iż 8 maja r. 6 przed N. Chr. zaszło połączenie Jowisza i Wenery, które wówczas znajdowały się na niebie tak blisko siebie, iż gołemu oku przedstawiały się jako pojedyncza gwiazda o nader silnej jasności. Jeżeliby gwiazdę betleemską można uważać właśnie za owo wspaniałe połączenie, to oczywiście, należałoby dzień Narodzenia Chrystusa cofnąć o 6 lat wstecz, do czego zresztą skłaniają i niektóre inne względy.

Z późniejszych gwiazd nowych najsilniejsze wra-

żenie wywierała wspaniała gwiazda, która zajaśniała w r. 1572 w gwiazdozbiorze Kasyopei. Gwiazdę tę pod względem astronomicznym nader wszechstronnie zbadał sławny astronom ówczesny, Tycho de Brahe, skutkiem czego gwiazda ta znana jest powszechnie pod nazwą gwiazdy Tychona. Gwiazdę Tychona uważano za powtórne pojawienie się tej samej gwiazdy, która zajaśniała w czasie pierwszego zejścia na świat Boga-człowieka, i wierzono, że to powtórne pojawienie zwiastuje powtórne jego zejście na ziemię, po którym nastąpi koniec świata. Nawet i najwybitniejsi astronomowie owych czasów, nie umiając sobie inaczej wyjaśnić tak dziwnego zjawiska, przypisywali mu pochodzenie nadprzyrodzone. Tak np. Riccioli dla objaśnienia zjawiska gwiazd nowych postawił hipotezę, iż Bóg stworzył specjalne gwiazdy, których jedna strona jest ciemną, druga zaś jasną, przeznaczone wyłącznie do tego, aby przy ich pomocy dawać znaki ludziom. Zwykle, gdy grzechy ludzkości nie przybierają rozmiarów zastraszających, zwróconą jest ku nam strona ciemna tych gwiazd, gdy jednakże miara grzechów się przebierze, wtedy Bóg zwraca ku ziemi jasną stronę gwiazdy, jako ostrzeżenie i wezwanie do opamiętania. Gdy pomimo takiego ostrzeżenia ludzie się nie poprawiają, to koniec świata jest nieunikniony. W niezbyt różny sposób zapatrywał się na gwiazdy nowe i genialny twórca hipotezy ciążenia powszechnego, Newton.

Ukazanie się gwiazdy Tychona przypadło na czas, kiedy zaczęła się rozszerzać reformacja Lutra.

Katolicy zatem widzieli w niej znak widomy gniewu Bożego na heretyków, których więc, ażeby nie stali się powodem końca świata, należało usilnie nawracać lub też, gdy to okaże się niemożliwem, tępić. Protestanci przeciwnie widzieli w niej dobrą wróżbę, znak radosny, zwiastujący powrót ludzkości do wiary apostolskiej, za której głosicieli uważali siebie, podobnie jak gwiazda betleemska była zwiastunką ewangelii. Łatwo zrozumieć, jak wierzenia tego rodzaju zaostrzały antagonizmy; to też jednym z czynników, które wywołały liczne wojny krwawe i długotrwałe, jakie w epoce nieco późniejszej trapiły Europę, niewątpliwie była nowa gwiazda Tychona.

Na drobne fakta tego rodzaju zazwyczaj historycy nie zwracają uwagi, jednakowoż dzieje świata wykazują bardzo liczne przykłady wpływu zjawisk niebieskich na psychologię mas, która na wielu zdarzeniach historycznych zostawiła niezatarte piętno. Przedmiot ten mógłby dla historyka być bardzo wdzięcznym tematem do monografii. Wpływ komet, jako zjawisk stosunkowo częstych i niekiedy bardzo wspaniałych, najbardziej zasługuje tu na uwagę.

Komety we wszystkich czasach były najbardziej zagadkowemi ze wszystkich zjawisk astronomicznych. Nietylko nie wiedziano nic o naturze tych zjawisk, ale nie miano nawet pojęcia o tem, czy należy je zaliczać do zjawisk ziemskich, czy też uczynić je niezależnemi od ziemi i przenieść ich źródło w odległy przestwór wszechświata. Przed-

stawicielem pierwszego poglądu był Arystoteles, który uważał je za zjawiska atmosferyczne, powstające przez zapalanie się w atmosferze suchych wyziewów ziemskich, a powaga Arystotelesa ciążyła na umysłach Europy przez długie pasmo wieków średnich. Jeszcze w końcu wieku XVII w wielu państwach europejskich żaden profesor nie mógł objąć katedry, jeżeli nie oświadczył uroczyście, iż uznaje wszystkie zasadnicze poglądy Arystotelesa, w szczególności zaś, że się zgadza najzupełniej z jego zapatrywaniami na naturę komet.

Niezależnie od poglądu Arystotelesa, który uważa komety za zjawiska naturalne, chociaż błędnie je objaśnia, już w starożytności występuje pogląd przeciwny, według którego komety są zjawiskami nadprzyrodzonymi. Przedstawicielem tego poglądu jest np. Pliniusz, który widzi w kometach jakieś znaki cudowne i sądzi, iż znajdują się one w związku z wydarzeniami ziemskimi, które można nawet przepowiadać na podstawie kształtu i barwy komety. Podaje on też bardzo wyczerpującą klasyfikację komet, która w historii naszych wiadomości o kometach ma, bądź co bądź, znaczenie dosyć ważne.

Wszystkie dalsze przesady i zabobony, dotyczące wielkiego wpływu komet w życiu człowieka i narodów, kielkują w tych dwóch odmiennych poglądach, chociaż naturalnie pierwotne ich źródło w zupełności się zaciera. Dotyczy to jednakże tylko ludzi oświeconych tych czasów, rozumujących,

których oddziaływanie na tłumy było bardzo niewielkie i jakieś opinii publicznej w dzisiejszem znaczeniu wytworzyć nie mogło. Tłumy zaś kierowały się wrażeniem bezpośrednim. Oto na niebiosach niespodzianie ukazuje się wielki snop ognisty, różga. Jakież inne znaczenie mogłaby mieć ta różga, jeżeli nie znaczenie groźby? Któż inny różgę tę unosi, jak nie niewidzialna dłoń Boga, który pokazuje ją nieposłusznym swoim dzieciom?

Tego rodzaju poglądy i rozumowania jeżeli nie powstawały również w umysłach ludzi oświeconych, to, wobec głębokiej religijności powszechnej, udzielały się im i bardzo łatwo się przyjmowały, tembardziej, iż w żaden sposób nie można było objaśnić sobie zjawisk tych na innej, bardziej zmysłowej drodze.

To, co było prostym wpływem niewiadomości, z biegiem czasu stało się prawie dogmatem religijnym. Kiedy w r. 1456 wojska chrześcijańskie i muzułmańskie stały pod Belgradem, ukazała się wspinała kometa, która wywołała ogromną panikę w obu wojskach. Papież Kalikst III tak był strwożony tem zjawiskiem, iż zarządził modły publiczne, ażeby zwrócić na Turków to zło, które ze sobą przynosiła kometa. Nabożeństwa te odbywały się w południe, i, ażeby nikt nie zaniedbał pójść do kościoła, wydany został rozkaz, by o godzinie 12-ej we wszystkich miastach dzwoniłono. Zwyczaj ten, który utrzymał się do dzisiaj, należy zatem zawdzięczać komecie z r. 1456. W kazaniach kaznodziejów średnio-

wiecznych, wygłaszanych z ambon, w latach kiedy na niebie jaśniały komety, znajdujemy bardzo wiele ustępów, w których kaznodzieja tłumaczy zgromadzonemu wiernym znaczenie komety, jako znaku gniewu Bożego. Gniew ten dotyczył grzesznych wogóle w czasach najdawniejszych, niewiernych w czasach walk z Turkami, heretyków w czasach reformacji i t. d. Zapatrywania tego rodzaju na komety oczywiście były nie tylko udziałem katolików, ale i wszystkich innych wyznań. Kiedy np. ukazała się kometa r. 1680, w kalwińskim mieście, Zurychu, ogłoszono wezwanie do ogólnej pokuty i wybito nawet medal srebrny, na którego jednej stronie znajduje się napis: A. 1680 16 Dec. — 1681 Jan, a na drugiej stronie: gwiazda wróży wiele złego—miej ufność w Bogu—on przemieni.

Historya wspomina o rozmaitych „cudach“, znajdujących się w bezpośrednim związku z kometami. Tak. np., gdy na niebie jaśniała kometa r. 1669, na chustach płóciennych pojawiły się krzyże, w r. zaś 1680 w Rzymie kura, która nigdy jeszcze się nie niosła przedtem, zniosła jajo, na którym znajdował się wyraźny obraz komety. Prawdziwość tego zdarzenia została stwierdzona przez bardzo wysoko postawione osoby, między innemi przez nuncyusza papieskiego, a „Journal des Savants“ z r. 1681, I, 20, podaje bliższe szczegóły, w jakich to jajo zostało zniesione. Okazuje się z tego sprawozdania, iż zaszło to 2 grudnia o godz. 1-ej w południe, że w czasie znoszenia jaja kura zapiała bardzo głośno w sposób niezwykły, że jednakże obraz na jajku, któ-



rego rysunek jest załączony, nie wyobraża komety, ale kilka gwiazd. Tego rodzaju „cudów”, które znajdowały szeroką wiarę, możnaby przytoczyć więcej.

Do jakiego stopnia wiara w nadprzyrodzoność komet stała się z czasem składową częścią religii chrześcijańskiej, widzimy najlepiej ztąd, iż, kiedy znany lekarz i przyrodnik Paracelsus w swojej pracy o komecie r. 1531 wystąpił przeciw poglądom ogółu i śmiało utrzymywać, iż komety są zjawiskami naturalnemi, ogłoszono go heretykiem. Podobny los spotkał Piotra Bayle'go, który podobne zapatrywanie wygłosił w piśmie o kometach, ogłoszonem w roku 1682.

Od najdawniejszych czasów, jak już wspomnieliśmy, wierzone silnie, iż komety są zwiastunami nieszczęścia. Badawczy umysł ludzi nie zadawała się wszakże takim ogólnem określeniem i dążył do tego, ażeby rodzaj tych nieszczęść bliżej określić. Skrzętni kronikarze pilnie notowali w swoich pamiętnikach wszystkie wydarzenia, jakich byli świadkami lub też, o których słyszeli. Ponieważ jednakże silniejsze wrażenie zawsze wywierały wydarzenia złe niż dobre, więc tych pierwszych, jak np. wojny, zarazy, klęski elementarne itp., znajdujemy w kronikach więcej niż drugich. Obok tego notowane były wszystkie zjawiska komet, które kronikarz widział. Ztąd, nawet przy największej obiektywności kronikarza, jakiemuś zjawieniu się komety towarzyszy więcej wydarzeń złych niż dobrych. Jeżeli zaś we-

źmiemy jeszcze pod uwagę wpływ na kronikarza poglądów mas, które, jeżeli nawet nie zgadzały się z jego poglądami, to były mu poddawane mimowoli i udzielały się mu przez sugestję, to nie zadziwi nas, iż często w kronikach przy takim fakcie, jak np. śmierć króla, papieża, klęska w bitwie itp., tuż obok znajdujemy wyrazy: w tym samym czasie ukazała się kometa. Takie zszeregowanie faktów, szczególnie przy odczytywaniu, kojarzyło się w jakiś związek przyczynowy, który w następstwie uważanym był za coś stwierdzonego, niewątpliwego. Temu, być może, nawet zawdzięczać należy, iż komety były tak pilnie notowane, co dla późniejszego rozwoju wiedzy o kometach miało znaczenie bardzo wielkie.

Już w najdawniejszych czasach powstało mniemanie, iż zaraza jest nieodzownym skutkiem ukazania się komety. Źródło tego przypuszczenia leży prawdopodobnie w nauce Arystotelesa, który uważał komety za wyziewy ziemskie, unoszące się w atmosferze. Substancja komety zatem, zatruwając powietrze, musiała wywierać szkodliwy wpływ na zdrowie. Wielką zarazę przyniosła ze sobą kometa z r. 590. Objawem tej strasznej zarazy było kichanie nieustanne, w czasie którego chory zazwyczaj umierał. Przerażeni bliscy, dostrzegłszy tę straszną oznakę choroby, błagali Boga o zdrowie dla chorego. Ztąd miał powstać istniejący jeszcze zwyczaj mówienia: „na zdrowie“ kichającemu; zwyczaj ten byłby zatem już bardzo dawnym. Kometcie z r. 942 kronikarze przypisują zarazę na bydło,

jaka panowała w owym czasie. Z biegiem czasu wytworzyły się reguły, streszczające w sobie główne klęski, których powodem jest kometa. Tak w jednym wierszu z XVI wieku znajdujemy wyliczone następujące klęski: wiatr, drożyzna, zaraza, wojna, powódź, trzęsienie ziemi, śmierć panującego.

Z biegiem czasu wpływ komet rozszerzano coraz bardziej. Niektórzy krytyczni ludzie dostrzegli przecież, że nawet w latach, kiedy na niebie jaśniała kometa, nie wszystkim się źle działo, że nie każde zło jest złem dla wszystkich. Postanowili oni skrzętnie zbierać wszystkie fakty, i złe i dobre, ażeby się przekonać, czy kometa przynosi zawsze więcej złego niż dobrego. Naturalnie o wpływie komet na te zdarzenia ci, o których tu mowa, nie wątpili. Do tych ostatnich należy np. znany polak Lubieniecki, autor 2-tomowego dzieła „Theatrum cometicum“. Wylicza on w swoim dziele wszystkie komety, wymienione w kronikach, oraz wszystkie złe i dobre wydarzenia, jakie zaszły w czasie widzialności komet, i dochodzi w końcu do wniosku, iż kometa przynosi mniej więcej tyleż dobrego, co i złego, szczęście przynosi dobrym, a nieszczęście złym. Ztąd tylko zły człowiek ma podstawę do trwogi, dobry zaś raczej powinien się cieszyć z ukazania się komety. Jako dowód, iż niewątpliwie kometa może przynieść szczęście podawano fakt, który miał zajść w r. 1472, mianowicie, że wkrótce po ukazaniu się komety w wymienionym roku, w kopalniach srebra w Schneebergu, znalazł

jeden górnik kawał srebra, na którym wyryte były słowa: oto komu zajaśniała kometa.

Byli jednakże już i w owych czasach, jak wspomnieliśmy, ludzie, którzy kometom wręcz od-mawiali najmniejszego wpływu na losy ziemi; byli z drugiej strony i tacy, którzy wprawdzie uznawali wpływ komet w wielu razach, jednak przyczynę tego widzieli nie w samej komecie, ale w wrażeniu, wywieranem na umysłach ludzkich przez komety. Tak np. Piotr Megertin twierdzi, iż wiele wojen nie przyszło do skutku, wiele spraw możnaby załatwić bez rozlewu krwi, gdyby w chwili krytycznej nie ukazała się kometa, wzburzając umysły, jakby nalewając oliwy do ognia. Na poparcie swego zdania przytacza on np. fakt, iż gdy w r. 1652 pojawiła się kometa, w wielu okolicach Niemiec i Szwajcaryi wzburzeni już przedtem chłopci chwycili za oręż, i wybuchła wojna chłopska. W okolicach zaś Zurychu, gdzie wzburzenie było równie silne, natomiast kometa z powodu pochmurnego nieba widzianą być nie mogła, do wojny ani rozlewu krwi nie przyszło.

Jedno z najobszerniejszych dzieł o wpływie komet napisaniem zostało przez lekarza angielskiego Forstera w czasie stosunkowo nie zbyt dawnym, bo w pierwszej ćwierci naszego stulecia. Doszedł on na podstawie swoich obszernych i bardzo pracowitych zestawień do stanowczego wniosku, iż od początku naszej ery najwięcej chorób, szczególnie epidemicznych, miało miejsce w czasach, kiedy na nie-

bie widzialną była kometa, i na odwrót, w czasach zdrowych nigdy nie widziano komety. Jakaż jednakże może być wartość tego rodzaju wniosków, gdy autor tuż obok siebie notuje najrozmaitsze zdarzenia, które zaszły w jakichkolwiek punktach kuli ziemskiej, i wszystkie czyni mniej lub więcej zależnemi od wpływu komety. Niezwykle wysoka lub niska temperatura pór roku, burze, grady, śniegi, deszcze, powódzie, susza, głód, szarańcza, zaraza, choroba, trzęsienie ziemi, wybuchy wulkanów, eksplozje i t. d. wszystko to zostało zarejestrowane obok siebie i służy za podstawę do wniosków. Nawet takie notatki kronikarskie nie są pomijane, jak np., iż w czasie widzialności komety z r. 1668 w Westfalii pochorowały się wszystkie koty, kiedyindziej znów w roku komety meteor uderzył gdzieś w wieżę kościoła i uszkodził mechanizm zegara, a jeszcze w innym razie w jakiejś okolicy Ameryki pojawiły się nader licznie dzikie gołębie. Przypomina to, powiada Arago, ową kobietę, która za każdym razem, gdy podeszła do okna, widziała tłumy ludzi i pojazdów i uwierzyła w końcu, że przyczyną tego, iż ludzie przechodzą i jadą powozy, jest jej ukazanie się przy oknie.

Jak mało, pomimo olbrzymich postępów astronomii w ostatnich dwóch wiekach, wiadomości astronomiczne przenikają już nietylko do tłumów, ale nawet do warstw, uważanych za inteligentne, świadczy o tem najlepiej fakt, iż zabobon, przypisujący kometom rozmaite wpływy, przetrwał do dzisiejszych czasów. Wiadomo, jak wielki wpływ na

współczesne wydarzenia przypisywano komecie z r. 1811, o której także mówi Mickiewicz w „Panu Tadeuszu“:

O roku ów! kto ciebie widział w naszym kraju?
 Ciebie lud zowie dotąd rokiem urodzaju,
 A żołnierz rokiem wojny; dotąd lubią starzy
 O tobie bając, dotąd pieśń o tobie marzy.
 Zdawna byłeś niebieskim oznajmiony cudem
 I poprzedzony głuchą wieścią między ludem;
 Ogarnęło Litwinów serca z wiosny słońcem
 Jakieś dziwne przeczucie, jak przed świata końcem,
 Jakieś oczekiwanie tęskne i radosne.
 O wiosno! kto cię widział, wtenczas w naszym kraju
 Pamiętna wiosno wojny, wiosno urodzaju!
 O wiosno, kto cię widział, jak byłaś kwitnąca
 Zbożami i trawami, a ludźmi błyszcząca,
 Obfita we zdarzenia, nadzieją brzemienna!

Tym cudem niebieskim, „na który z niewymownem przeczuciem cały lud litewski poglądał każdej nocy, biorąc złą wróżbę z niego“, napelniającym ludzi przeczuciem końca świata, była wspomniana kometa, od której zależne były również ówczesne klęski i urodzaj. Szczególnie obrodziło w tym roku wino, które odznaczało się wyjątkowo dobrym smakiem i, jako t. z. wino kometarne, było bardzo poszukiwane przez cały szereg lat następnych. Bardzo poważne pismo angielskie „The gentleman's Magazine“ w r. 1818 podaje artykuł o wpływach wspomnianej komety z r. 1811, w którym, między in-

nemi, znajdujemy, co następuje: „Skutkiem wpływu komety żyto przyniosło obfite żniwo, niektóre rodzaje owoców, jak melony, figi, nie tylko były obfite, ale i wyjątkowo smaczne. Widziano tego roku bardzo mało os, muchy oślepy i wyginęły bardzo wcześnie. Co zaś szczególnie jest ciekawem, to, że w Londynie i okolicy urodziło się bardzo wiele bliźniąt. Żona szewca w Whitechapel nawet powiła czworaki...” Cóż mówić o masach, jeżeli pisma zupełnie poważnie wygłaszały tego rodzaju brednie! Tej samej komecie również, według powszechnego mniemania, należało zawdzięczać, iż w Meksyku w jednej kopalni natrafiono na bogatą żyłę złota, kometa z r. 1819 odkryła światu żyłę srebrną, a kometa r. 1882 znów sprowadziła obfity urodzaj na winogrona.

Widzimy zatem, iż wiara w fantastyczny jakiś wpływ komet dotychczas nie wygasła i w razie pojawienia się jakiejś wybitnej komety będziemy świadkami tych samych scen, w jakie obfitowała przeszłość. Prócz tej zabobonnej kontemplacji jednakże, pod wpływem badań uczonych w ostatnim wieku wystąpiła trwoga innego rodzaju, o której powiemy w następnym rozdziale.

ROZDZIAŁ II.

Człowiek, mający oczy zamknięte na zjawiska natury, albo też stojący wobec zjawisk, których nie może sobie wytłómaczyć, a w których widzi coś strasznego, podobny jest do człowieka zamkniętego w czterech ścianach pokoju i nie wiedzącego nic o tem, co się nazewnątrz tych ścian dzieje. Gdy przyjdzie do niego ktoś i powie mu niespodzianie, iż dnia tego a tego, dom jego się spali i on sam zginie, wówczas człowiekiem tym owładnie niepokój. Nie mogąc usunąć niebezpieczeństwa, w jakim się znajduje, będzie on wyglądał ze drżeniem dnia katastrofy, gotując się na śmierć. I oto wreszcie dzień krytyczny nadszedł, mija w trwodze jedna godzina za drugą, a pożaru niema; wreszcie okazuje się, iż niebezpieczeństwo to było próżnym postrachem. Uspokoi się ów człowiek po pewnym czasie, lecz ponieważ możliwość pożaru pozostanie, więc, gdy po raz drugi znów dojdzie go wieść, która się

za pierwszym razem nie sprawdziła, przechodzić on będzie znowu te same katusze — i tak bez końca. O ileż szczęśliwszym i spokojniejszym byłby ów człowiek, gdyby mógł wyrzeć przez okno swego mieszkania i przekonać się, że dom jego jest zupełnie od pożaru zabezpieczony, posiada ogniotrwałe mury i straż, czuwającą bez przerwy. Z takim pożarem można porównać niebezpieczeństwa, jakie zagrażać się zdają ziemi, ze strony rozmaitych zjawisk niebieskich, w szczególności zaś komet.

Dopóki człowiek nie znał zupełnie natury tych zjawisk, obawy przed owem czemś nieznanem, tajemniczem nie można nawet nazwać przesadą—była to tylko nieświadomość, niepewność. Jednakże z biegiem czasu nieprzerwana praca astronomów nauczyła ludzi patrzeć na zjawiska tajemnicze, które, jak się okazało, podlegają tym samym prawom powszechnym, na których spoczywa cała widzialna przyroda. Człowiekowi zamkniętemu i nie widzącemu świata, zrobiono okna, przez które może patrzeć spokojnie i przekonać się, czy mu w istocie coś zagraża.

Prawdy, zdobyte przez naukę, jednakowoż nie tak prędko stają się też i własnością tłumów i dlatego przesady najrozmaitsze przetrwały aż do najnowszych czasów i trwać będą prawdopodobnie wiecznie. Specjalnie co się tyczy komet, to poczęły one być przyczyną najrozmaitszych obaw, których podstawą była już nie nieświadomość natury tych zjawisk, ale właśnie te fakty, które zdołano o nich stwierdzić na podstawie ścisłych badań.

Według pojęć Arystotelesa i peripatetyków, wszystko, co znajdowało się bliżej od ziemi aniżeli księżyc, t. j. wszystko, co było „podksiężycowem“, pochodziło z ziemi i było nietrwałem; dopiero po drugiej stronie księżyca znajdowały się przedmioty niebieskie, nieznikome. Komety zaliczał Arystoteles do zjawisk ziemskich i znikomych. Pogląd ten obalił Tycho de Brahe, który, usiłując wymierzyć paralaksę komety z r. 1577, aby z niej obliczyć odległość, doszedł do wniosku, iż za pomocą środków, jakimi rozporządzał, wymierzenie paralaksy z powodu jej małości było niemożliwem. Nie zbadał on zatem wprawdzie odległości komety, przekonał się jednakże, iż kometa ta była o wiele dalszą od księżyca, którego paralaksę, choć ze znacznymi błędami, już wówczas wymierzyć było można. W ten sposób komety zajęły przynależne im miejsce pośród zjawisk niebieskich.

Drogi, jakie komety zdawały się zakreślać pośród gwiazd na pozornem sklepieniu niebieskiem, były tak różne od tych, które zakreślały planety, iż trudno było pierwotnie przypisać ich rzeczywistym drogom prawidłowość, podobną do tej, jaką wykazują drogi planet. Szczególnie pojawianie się nagle i znikanie również niespodziewane, pomimo pozornie dogodnych warunków oświetlenia, nie dało się pogodzić z kształtem orbit, podobnym do planetarnych. To też Kepler uważał za konieczne przypuścić, iż poruszają się one w linii prostej. Później Newton na podstawie swego prawa wywnioskował, iż ciała, których ruch podległy jest wpływowi słoń-



ca, poruszać się mogą nie tylko w orbitach eliptycznych i to o bardzo rozmaitym kształcie, ale i w parabolach i hyperbolach, zależnie od pewnych warunków początkowych. Utrzymywał on, iż drogi komet mają kształt jednej z tych dwóch ostatnich krzywych, które nie są zamknięte. Wskutek tego kometa tylko raz jest widzialną i później ginie dla naszego oka na zawsze.

Kiedy się pojawiła kometa r. 1680, o której wspomnieliśmy już w poprzednim rozdziale, w istocie udało się stwierdzić, że część drogi, zakreślona przez kometę w okresie jej widzialności, bardzo była zbliżoną do paraboli, w której ognisku znajdowało się słońce. Newton podał też sposób, jak można określić położenie takiej drogi parabolicznej lub hyperbolicznej w przestrzeni. Sposoby obliczania następnie zostały znacznie udoskonalone i, zastosowane do rozmaitych komet, doprowadziły do wniosku, że położenie tych dróg w przestrzeni jest bardzo rozmaite, że płaszczyzny ich są najrozmaiciej pochylone względem płaszczyzny ekliptyki, że punkty przysłoneczne leżą ze wszystkich stron kuli słonecznej, że ruch komet bywa tak samo prostym, jak i wstecznym. Paraboliczne drogi komet dowodły, iż nie są one stałymi częściami naszego układu słonecznego, lecz, że przychodzą w sferę przeważającego wpływu słońca z przestrzeni międzygwiazdowych z najrozmaitszych stron. Taka przypadkowość dróg komet czyni możliwem spotkanie się komety z jakąś planetą, n. p. ziemią, na co już dawno zwrócone uwagę.

W r. 1682 pojawiła się kometa, której danem było zbogacić nasze wiadomości o kometach jednym nadzwyczaj doniosłym faktem. Odkrycie tego faktu zawdzięcza astronomia sławnemu dyrektorowi obserwatorium Greenwichskiego, Edmundowi Halleyowi. Postanowił on obliczyć drogi wszystkich komet dawniejszych, których obserwacje były dostatecznie dokładne oraz komety z r. 1682, którą sam obserwował w założeniu, że drogi komet są parabolami. Po wykonaniu obliczeń zauważył on, iż elementy komety z r. 1682 są bardzo zbliżone do elementów komety, obserwowanej w r. 1531 przez Piotra Apiana i drugiej, obserwowanej w r. 1607 przez Keplera. Równe prawie odstępów czasu pomiędzy temi trzema zjawiskami zrodziły w jego umyśle przypuszczenie, czy te trzy zjawiska nie są czasem powrotami jednej i tej samej komety, krążącej dokoła słońca po krzywej zamkniętej w okresie 76-letnim. Kiedy Halley następnie obliczył na nowo elementy komety z r. 1682, w przypuszczeniu, iż droga jej jest elipsą, w istocie otrzymał dla niej okres, odpowiadający najzupełniej jego pierwotnemu przypuszczeniu. Halley, opierając się na swoich badaniach, przepowiedział pojawienie się rozważanej komety na r. 1758, co miało stanowić ostateczne kryterium prawdziwości jego wywodów. W istocie w święto Bożego Narodzenia r. 1758 kometa Halleya pojawiła się oczom pilnie jej poszukujących astronomów, a 12 marca 1759 r. przeszła przez punkt przysłoneczny swej drogi. W ten sposób ostatecznie stwierdzonem zostało, iż nie wszystkie komety są tylko chwi-

lowymi gośćmi naszego układu słonecznego, że znajdują się między niemi i takie, które stanowią stałą jego część składową. Następnie obserwowano kometa Halleya jeszcze w r. 1835, a rok bieżący jest rokiem nowego jej powrotu. Badania [zaś wstecz wykazały, iż wszystkie zjawiska tej komety (z wyjątkiem r. 913), aż do r. 11 przed N. Chr. notowane są w kronikach. Kometa Halleya między innymi była kometa z r. 1456, o której już wspomnieliśmy ze względu na trwogę, jaką wzbudzała w wojskach chrześcijańskich i muzułmańskich pod Białogrodem; dalej kometa z r. 1066, zwiastująca jakoby narodziny Wilhelma Zdobywcy, oraz kometa r. 11 przed N. Chr., zwiastująca śmierć Marka Agryppy, przyjaciela Oktawiana, jednego z największych wodzów rzymskich.

Wogóle wszystkie prawie jej powroty aż do r. 1759 łączono ze współczesnemi wydarzeniami historycznemi. Szczegóły tegorocznego pojawienia się komety Halleya będą wyraźniejsze.

Stwierdzona peryodyczność komety Halleya uczyniła prawdopodobnem, że i inne komety, których drogi uważano za paraboliczne w rzeczywistości również poruszają się w elipsach, ale znacznie bardziej wydłużonych, tak, iż ten kawałek ich drogi, który przebiegają w naszych oczach, nie różni się prawie wcale od paraboli. Obliczono też eliptyczne drogi dla rozmaitych komet, otrzymano jednakże dla okresów obiegu niektórych z nich okresy tak wielkie, iż nie można było stwierdzić dotychczas

czy istotnie rachunki odpowiadają rzeczywistości. Najdłuższy z okresów dotychczas obliczonych otrzymano dla komety r. 1844 II., mianowicie 102050 lat, dla wielu innych otrzymano okresy wprawdzie krótsze, ale wynoszące również tysiące lat, dla innych już tylko setki lat. Najkrótszy okres z dotychczas znanych posiada kometa Enckego, bo tylko $3\frac{1}{2}$ roku. Jest to druga z rzędu kometa, której peryodyczność stwierdzono, a mianowicie dopiero w pierwszej ćwierci naszego stulecia, to jest przeszło 120 lat po odkryciu Halleya (Halley badania swoje ogłosił w roku 1705). Obecnie znanych jest już przeszło 20 komet peryodycznych, których drogi zawarte są wewnątrz drogi Saturna, a zatem okres obiegu wynosi mniej niż 30 lat.

Odkrycie prawidłowości dróg, w szczególności zaś peryodycznego powrotu przynajmniej niektórych komet, niewątpliwie musiało wpłynąć wytrzeźwiająco na umysły, które w tych zjawiskach widziały coś cudownego, nieuchwytnego dla myśli ludzkiej. Przynajmniej wiara w to, iż Bóg zawiesza je na niebie, jako znaki wówczas, gdy ludzie zanadto broją, musiała upaść, skoro stwierdzono, iż kometa musi wrócić do nas zupełnie niezależnie od naszych chęci i czynów, gdy upłynie odmierzony i ściśle zgodny z prawami mechaniki okres jej obiegu. Można było tylko jeszcze snuć przypuszczenia co do wpływu, jaki komety wywierają na ziemię z powodów wprawdzie naturalnych, ale bliżej nie określonych ze względu na zupełną nieznajomość fizycznej natury komet i sposobu ich oddziaływania. Wspomnieliśmy już

o Forsterze, który wiedział o peryodyczności komety Halleya i prawdopodobnej innych, a pomimo to doszedł, na zasadzie swoich zestawień, do bardzo niepochlebnego zdania o wpływie komet. Przytoczyliśmy i inne przykłady nie mniej wymowne. Teleskop jednakże i pilność astronomów i tego rodzaju zapatrywaniom odjęły zupełną podstawę.

Kiedy nie znano teleskopu, dochodziły do wiadomości ludzi tylko najbardziej wybitne komety, dostępne dla gołego oka. Takie komety pojawiały się przecięciowo jeden na lat 10, tak iż lat z kometami było daleko mniej, aniżeli lat bez komety, i można było czynić pomiędzy rozmaitemi latami różnicę. Jednakże po odkryciu teleskopu okazało się, iż komety, widzialne gołym okiem, stanowią zaledwie 60-tą część wszystkich komet, jakie ukazują się na niebie, że w miarę, jak astronomowie zaczęli pilniej poszukiwać komet teleskopowych, liczba tych ostatnich bez przerwy wzrastała i dziś liczba komet, odkrywanych w jednym roku, wynosi przecięciowo 6, niekiedy zaś jest jeszcze większą. Wpływ komety zaczynał się, według badaczy tego wpływu, na pewien czas przed ich ukazaniem się, a trwał jeszcze kilka tygodni po ich zniknięciu. Wobec takiego zapatrywania możnaby obecnie śmiało powiedzieć, iż niema wogóle dnia w roku, w którym ziemia nie podlegałaby takiemu domniemanemu wpływowi komety, tembardziej, że, jak wiemy obecnie, gdy kometa ginie dla naszego oka, to jedynie dlatego, iż nie wypełnione są warunki, w jakich kometa jest widzialną, w istocie bowiem nadal ona istnieje na nie-

bie, dla nas niewidzialna. Z tego wypływa, iż gdybyśmy chcieli przypuścić istnienie jakiegoś działania komet na ziemię, musielibyśmy uznać ciągle istnienie tego wpływu, z wyjątkiem niewielkich przerw pomiędzy ukazaniem się dwóch komet. Oczywiście, zbadanie tego wpływu nie doprowadziłoby do żadnych wniosków, wykazałoby tylko bezzasadność rezultatów, opartych na podstawach wręcz przeciwnych. Wobec tego jednakże, co wyżej powiedzieliśmy, badanie to byłoby zupełnie zbytecznem.

Pośród komet, ukazujących się corocznie na niebie, jest tylko bardzo niewielka liczba takich, które ukazywały się już poprzednio i których powrót jest oczekiwany. Daleko większa ich część zjawia się na niebie zupełnie niespodzianie i posiada drogi paraboliczne, albo też bardzo do parabolicznych zbliżone. Stąd to niebezpieczeństwo spotkania się z kometą zdaje się bez przerwy wisieć nad ziemią, i w istocie możliwość takiego spotkania nie jest wykluczona. Z komet, krążących dokoła słońca w elipsach, niektóre w części przysłonecznej swych dróg, jak stwierdzono, mogą się zbliżać do drogi ziemskiej na odległość bardzo niewielką, a nawet mogą ją przecinać. Spotkanie się takiej komety z ziemią, również jest możliwem, trzeba tylko, ażeby kometa i ziemia znalazły się jednocześnie w punkcie przecięcia ich dróg. Na tych podstawach, wywnioskowanych naukowo, opiera się obawa przed kometami nowych czasów. Ta nowsza obawa komet również już posiada swoją historję.

Po raz pierwszy obawa ta przybrała szersze



rozmiary w 1772 r. w Paryżu, kiedy sławny astronom Lalande zawiadomił akademię o zamierzonym wygłoszeniu odczytu p. t.: „O kometach, które mogą zbliżyć się do ziemi“. Ludność Paryża była bardzo zaciekawioną co też uczony specjalista wypowie w tej kwestyi i czekała z niecierpliwością sprawozdań z odczytu. Skutkiem nawału innego materiału zapowiedziany odczyt w dniu naznaczonym do skutku nie doszedł. Publiczność, oczekująca od tego odczytu czegoś wielce smutnego, niewygłoszenie go przypisała innym przyczynom. Nie wiadomo na czem oparta, rozeszła się po mieście wieść, iż Lalande miał zamiar przepowiedzieć na 12 maja zburzenie ziemi skutkiem spotkania się z kometą, lecz policya mu tego wzbronila. Dość było tej niedorzecznej pogłoski do wywołania w mieście ogromnego wzburzenia i trwogi, która wkrótce przeniosła się na prowincyę, a dotarła nawet po za granicę Francyi, chociaż nie przybrała tam takich rozmiarów. Z nieopisaną trwogą oczekiwano nadejścia tego strasznego dnia, kościoły były przepełnione modlącymi się, księża nie byli w stanie wypowiadać wszystkich, cisnących się do konfesyonału. Jeden z księży, jak mówi anegdota, nie mogąc sobie dać rady, gdyż dniem i nocą oblegali go kający się grzesznicy, wygłosił z ambony dla uspokojenia ludzkości, iż astronomowie odłożyli koniec świata jeszcze na miesiąc, ażeby wszyscy grzesznicy mogli się wypowiadać spokojnie; zapewnienie kapłana poskutkowało i ludzie już nie tak gorączkowo cisnęli się do spowiedzi. Nagłe śmierci,

poronienia, spowodowane przestraczem, były wtedy na porządku dziennym. Dopiero kiedy minął 12-ty maj i nie zaszło nic nadzwyczajnego, umysły się uspokoiły.

Tego rodzaju zdarzenia, choć może w nieco odmienniej formie, powtarzały się kilkakrotnie w ciągu bieżącego stulecia. Do rozszerzenia rozmaitych trwoźnych, a najczęściej bezpodstawnych wieści, przyczyniało się w stopniu silnym dziennikarstwo, chcące zarobić na sensacyi. Rozmaici reporterzy podchwytywali zdania, pochodzące od astronomów, i przekręciwszy je własnowolnie, albo też skutkiem błędnego zrozumienia, puszczali w obieg, jako niezbite prawdy. W naszym stuleciu pierwszą poważniejszą obawę wzbudziła znana kometa peryodyczna, odkryta 27 lutego 1826 r. przez austriackiego oficera Bielę i nosząca dotychczas nazwę komety Bieli, chociaż obecnie w swej pierwotnej postaci, jako kometa, już nie istnieje. Do tej komety powrócimy jeszcze przy innej sposobności.

Położenie orbity komety Bieli jest, jak rachunki wykazały, takie, iż, gdy w 1826 r. kometa ta, przechodząc z półkuli północnej do południowej, znalazła się w płaszczyźnie drogi ziemskiej i w węźle zstępującym swej drogi, na moment znalazła się ona także w samej orbicie ziemskiej. Kometa Bieli okazała się peryodyczną z okresem obiegu 6 lat i miała powrócić w 1832 r. Znany astronom Olbers pierwszy zwrócił uwagę na wielkie zbliżenie się komety Bieli do drogi ziemskiej, w chwili przejścia



przez węzeł zstępujący i obliczył, iż 29 października 1832 r. powłoka komety Bieli przetnie drogę ziemską, odległość zaś środka komety od drogi ziemskiej wynosić będzie tylko 32,000 kilometrów.

Ziemia przechodzi przez ten punkt swej drogi, w którym znajduje się węzeł zstępujący komety Bieli, dopiero 30 listopada, musiała zatem po przejściu komety przez ten punkt biec jeszcze przez miesiąc, aby go dosięgnąć. Wiemy, że ziemia na sekundę przebiega 30 kilometrów, skąd wypada, iż najmniejsza odległość pomiędzy ziemią a kometą musiała wynosić co najmniej 75 milionów kilometrów. Dzienniki, ogłaszające tę wiadomość, utożsamiały drogę ziemską z ziemią i zawiadomiły ogół, iż astronomowie przepowiadają na 29-go października spotkanie się komety z ziemią. Nastąpiła trudna do opisanego panika, nie rozmawiano o niczem, jak o zbliżającej się katastrofie. Wprawdzie prostowano później, że niema to być spotkanie z ziemią, ale z drogą ziemską, jednakże nie wiele to skutkowało. Szerokie masy, nie obeznane z teoretycznymi podstawami astronomii, przez drogę ziemi rozumieją coś materialnego, coś w istocie zawieszonego w przestrzeni. Rozumowano więc w ten sposób, iż wprawdzie spotkanie bezpośrednie z ziemią nie nastąpi, jednakże takie gwałtowne uderzenie o drogę ziemską może spowodować wykoślenie się ziemi, wyrzucenie jej gdzieś w przestrzeń, gdzie ludzkość musiałaby zginąć, nie tak wprawdzie gwałtownie, jak pierwotnie przypuszczano, ale powoli z powodu braku słońca, lub też dla innych przyczyn, których na razie nie da się prze-

widzieć. Dopiero specjalnie napisana broszura, wyjaśniająca przystępnie wszystkie szczegóły oczekiwanego zjawiska, zdołała przytłumić obawy, które poczęły przybierać rozmiary zastraszające.

Wieści o końcu świata skutkiem spotkania się z kometa kolportowano również w r. 1848. Spodziewano się wówczas powrotu komety z roku 1556, którą uważano za identyczną z kometa w r. 1264. W rzeczywistości zaś nie tylko sam powrót był bardzo problematycznym, ale tembardziej bezpodstawnem przypuszczenie o niebezpieczeństwie, jakie ta kometa ze sobą miała przynieść. W istocie kometa ta wcale się nie pojawiła; pomimo to wiele pism brukowych doniosło o jej pojawieniu się i szczęśliwym minięciu niebezpieczeństwa. Kiedy w r. 1857 ukazała się na niebie wspaniała kometa Donatiego, tej znowu przypaść miała rola burzycielki ziemi, chociaż obliczone elementy jej drogi nie dawały najmniejszej podstawy do tego rodzaju przypuszczeń. W r. 1899 katastrofą groziło ziemi spotkanie się z kometa, odkrytą w roku 1866 przez Templa, która miała się spotkać z ziemią 13 listopada tego roku. W rzeczywistości chodziło tu o rój gwiazd spadających, pochodzących od tej komety, zwanych Leonidami, który w tym czasie miał osiągnąć swoje maximum. Tym zjawiskiem obszerniej zajmuje się rozdział ostatni.

W tej chwili znowu stoimy wobec przepowiedni końca świata, którego powodem ma być przejście przez ogon komety Halleya d. 19 maja r. b.

Blizszemi szczegółami tego spotkania zajmiemy się poniżej.

Stwierdzona na drodze naukowej możliwość zetknięcia się ziemi z kometą daje, jak widzieliśmy, obawom niejaka podstawę. Jednakże nie wszystko, co jest możliwem, potrzebuje zaraz napelniać niepokojem. Wszyscy wiemy, że musimy umrzeć, nikt nie zaprzecza możliwości, że jutro żyć nie będzie, a jednakże w przedsięwzięciach swoich na tę możliwość bardzo mało zwracamy uwagę. Bez drżenia serca siadamy do wagonu kolejowego, pomimo tylu katastrof kolejowych, o jakich nam nieustannie pisma donoszą. Wyobraźmy sobie jakąkolwiek katastrofę, jakiej moglibyśmy ulec, to prawdopodobieństwo każdej z nich będzie większem, aniżeli prawdopodobieństwo spotkania się ziemi z jądrem komety. Jakiem jest to prawdopodobieństwo, wpływa z następującego rozumowania.

Wpomnieliśmy już, iż komety są to fragmenty materji, unoszącej się w przestrzeni międzygwiazdowej, które, skutkiem ruchu własnego, prawdopodobnie bardzo powolnego, i ruchu własnego całego naszego układu słonecznego w przestrzeni, dostają się w sferę działalności naszego słońca, które zmusza je do zakreślenia drogi względem siebie. Droga ta, zgodnie z prawami ciężenia powszechnego, musi mieć kształt jednego z trzech przecięć stożkowych, t. j. może być hyperboliczną, paraboliczną lub eliptyczną. Komety, zakreślające parabolę lub hyperbolę, tylko raz jeden przechodzą przez swój

punkt przysłoneczny i następnie opuszczają nasz układ. Tylko komety, zakreślające drogę eliptyczną, mogą pozostać na zawsze w naszym układzie. Ileż komet przecina nasz układ i ile w nim pozostaje?

Te komety, które jesteśmy w stanie obserwować czy to gołym okiem, czy to przez teleskop, stanowią tylko drobną cząstkę tych, które mają punkt przysłoneczny w granicach naszego układu planetarnego. Kometa staje się dostępną dla naszych obserwacyi tylko wówczas, jeżeli dostatecznie zbliży się do słońca i jednocześnie do ziemi, ażeby światło jej, które jest po części odbitem światłem słonecznem, po części zaś własnem jej światłem, lecz również dopiero przez wpływ słońca wywołanem, w dostatecznej ilości dochodziło do ziemi. Odległość przeważnej części obserwowanych komet od słońca i od ziemi nie przenosi odległości ziemi od słońca i stosunkowo rzadko tylko zdarzają się odległości większe. Śród komet, obserwowanych w ostatnich 100 latach, 180 miało punkt przysłoneczny wewnątrz drogi ziemskiej, około 80 zaś zewnątrz tej drogi; komety, które w punkcie przysłonecznym były więcej niż 2 razy odległe od słońca niż ziemia, znamy zaledwie 7, a do wyjątków należy kometa r. 1729, która w punkcie przysłonecznym była od słońca 4 razy bardziej odległą, niż ziemia. Znane są natomiast dosyć liczne komety, których punkt przysłoneczny znajduje się wewnątrz drogi Merkurego, a komety z lat 1668, 1680, 1843 I., 1882 II. zbliżyły się do słońca mniej niż na $\frac{1}{150}$ odległość ziemi od słońca. Najbliższą słońca ze

wszystkich komet dotychczas widzianych była kometa z r. 1843, która w chwili przejścia przez punkt przysłoneczny była oddaloną od środka słońca zaledwie na 17.000 mil, a od jego powierzchni tylko na 7.000 mil; przy najłżejszej zmianie kierunku musiałaby ona upaść na słońce. Osiągnęła ona szybkość 79 mil na sekundę i w przeciągu 131 minut zakresliła łuk 180° , gdy na zakreslenie drugich 180° swej drogi będzie potrzebowała aż 533 lat, takim bowiem jest obliczony dla tej komety okres obiegu.

Komety wogóle widziane są tylko na krótko przed dojściem do punktu przysłonecznego i giną dla nas wkrótce po przejściu przez ten punkt. Część drogi, którą przed naszymi oczami przebiega kometa, jest w ogólności tylko małym ułamkiem całej drogi, i czas widzialności tylko małym ułamkiem całego okresu obiegu. Ponieważ szybkość komet w tej części ich drogi jest największą, więc zbliżają się one do słońca nader szybko i równie szybko oddalają się. Najczęściej kometa może być widziana przez 2—3 miesiące, czasami jednakże zaledwie tylko kilka tygodni lub dni, a tylko przy wyjątkowo dogodnych warunkach widzialności przez rok i dłużej.

Długo, bo przez 9 miesięcy, obserwowaną była kometa Donatiego z r. 1858, gdyż zdołano ją odkryć jako małą plamkę już wówczas, gdy odległość jej od słońca wynosiła 47 milionów mil, a od ziemi nawet 50 milionów. Później zbliżyła się ona do słońca na dwadzieścia kilka milionów mil. Wy-

jątkowo długo, bo aż 17 miesięcy, widziano kometę r. 1811, a unikatem w swoim rodzaju była kometa r. 1889 I., którą obserwowano od 2 września 1888 r. do 1 maja 1891 r., t. j. przez 971 dni. Odległość jej od słońca w chwili zniknięcia była 8·2 razy większą od odległości ziemi od słońca, t. j. kometa znajdowała się wówczas pomiędzy drogami Jowisza i Saturna. Nigdy przedtem ani potem nie udało się dostrzec komety pogrążonej w takich głębiach układu planetarnego.

Z faktów powyżej przytoczonych wypływa, iż bezpośredniej odpowiedzi na pytanie co do liczby komet, błędzących po naszym układzie, dać nie możemy. Możemy tylko wysnuć prawdopodobną liczbę, opierając się na tem, co nam umożliwiła obserwacya i na hipotezach, w przybliżeniu odpowiadających istotnemu stanowi rzeczy.

W rozmieszczeniu punktów przysłonecznych znanych komet nie dostrzegamy żadnej prawidłowości: rozmieszczone one są w przybliżeniu prawie równomiernie w tej przestrzeni, w jakiej komety ze względów wyżej przytoczonych mogą być obserwowane. Ponieważ położenia te zależne są ściśle od względnej szybkości komety w wszechświecie i szybkości słońca w jego ruchu przestrzennym, jak również od kąta, utworzonego przez kierunki tych dwóch ruchów, więc stąd wypływa, iż ruchy owych fragmentów materii w wszechświecie, które stają się przez wpływ słońca kometami, nie wykazują żadnej prawidłowości, co zresztą już a priori zupełnie wydaje się prawdopodobnem.

Wnosić stąd można, iż taki w przybliżeniu równomierny rozkład punktów przysłonecznych istnieje nie tylko w tej, stosunkowo niewielkiej, sferze, w której to jesteśmy w stanie stwierdzić, ale i wewnątrz całej sfery, w której wpływ przyciągania słonecznego jest przeważający.

Weźmy za punkt wyjścia naszych rozumowań tylko te komety, które obserwowane były od początku XIX stulecia, gdyż w poprzednich stuleciach obserwowano komety tylko przygodnie, i to jedynie widzialne gołym okiem. W ostatnim stuleciu, dzięki udoskonalonym teleskopom i podziwu godnej pilności licznych astronomów, tylko nie wiele z tych komet, które można było widzieć, ukryło się przed wiadomością ludzką. W każdym razie za podstawę rozumowań przyjmujemy raczej mniejszą liczbę, aniżeli prawdziwą, a zatem i wyniki raczej będą za małe, aniżeli za wielkie.

Jak wyżej powiedziano, obserwowanych było w ostatnich 100 latach 150 przejść rozmaitych komet przez punkt przysłoneczny (komety peryodyczne rachowano tylko po razie), leżący bliżej słońca, aniżeli ziemia. Wszystkie te punkty przysłoneczne przypadają na sferę, zakreśloną dookoła słońca promieniem, równym odległości ziemi od słońca. Jeżeli zakreślimy kulę promieniem, równym odległości Neptuna, krańcowej planety naszego układu, od słońca, to, ponieważ promień drogi Neptuna jest 30 razy większy od promienia drogi ziemskiej, objętość tej kuli będzie 27,000 razy większą od pierwszej.

Liczba punktów przysłonecznych w przestrzeni, zajętej przez tę kulę, wobec przyjętego równomiernego ich rozmieszczenia, będzie zatem 150 razy 27,000 czyli 4,050,000. Czyni to przecięciowo 40,500 komet rocznie.

Gdyby zatem każda kometa zakreślała krzywą otwartą, t. j. parabolę lub hyperbolę i raz jeden tylko przeszła przez punkt przysłoneczny, ażeby następnie porzucić nasz układ i powrócić do międzygwiazdowej próżni, to co najmniej 40,500 komet na rok przecinałoby we wszystkich kierunkach nasz układ planetarny w granicach drogi Neptuna.

W rzeczywistości jednakże nie wszystkie komety, które obserwujemy, są nowe, t. j. pierwszy raz przeszły przez punkt przysłoneczny; są między nimi niewątpliwie i takie, które zakreślają dokoła słońca elipsy; te ostatnie okrążyły słońce już prawdopodobnie niejednokrotnie, lecz w okresach, wynoszących zapewne całe tysiące lat, skutkiem czego o ich poprzednich przejściach przez punkt przysłoneczny nie wiedzieć nie możemy. Co więcej, komety drugiego rodzaju są prawdopodobnie liczniejsze.

Otóż badania teoretyczne wykazały, iż drogi paraboliczne są bardzo mało prawdopodobne i że drogi hyperboliczne są o wiele prawdopodobniejsze od eliptycznych, że w tych razach, gdy dla komety obrachowuje się elementy paraboliczne, droga komety jest w przybliżeniu 10 razy tak często hy-

perboliczną, jak eliptyczną, t. j., iż na dziesięć komet, przecinających nasz układ, tylko jedna pozostaje w nim na stałe.

Pomimo to z tej liczby 40,500 komet daleko więcej ma drogi eliptyczne aniżeli hyperboliczne, a to z tego powodu, iż wszystkie komety z drogą eliptyczną, które raz dostały się do naszego układu, musiały w nim pozostać (z nielicznymi wyjątkami), i przez miliony lat istnienia układu planetarnego musiało się ich nazbierać tyle, iż co rok tysiące ich, pomimo bardzo długich okresów obiegu, przechodzą przez swe punkty przysłoneczne. Pośród 150 komet ostatniego stulecia obliczone są 54 komety z drogami eliptycznymi, 6 zaś tylko z drogami hyperbolicznymi. Pozostałe 90 komet, dla których obliczono drogi paraboliczne, dzielą się też prawdopodobnie na dwie powyższe kategorie w stosunku 54 : 6. Stosując taki sam podział do liczby 40,500, otrzymamy dla całego układu w ciągu roku 33,750 komet peryodycznych, a 6,750 takich, które tylko raz jeden przecinają układ i oddalają się od niego po hyperboli. Gdy jeszcze uwzględnimy, że prawdopodobieństwo drogi hyperbolicznej jest 10 razy większem, niż prawdopodobieństwo drogi eliptycznej, okaże się, iż $6750:10=675$ komet peryodycznych rocznie przybywa naszemu układowi i te w nim pozostają.

Teraz zapytajmy się, ile komet trzyma na uwięzi siłą swą przyciągającą nasze słońce? Odpowiedź przybliżona byłaby łatwa, gdybyśmy wie-

dzieli, jak długo układ nasz planetarny w obecnej postaci istnieje. Na to pytanie naturalnie dokładnej odpowiedzi nie mamy, pomimo iż matematycy, astronomowie i geologowie ciągle nad tem łamią sobie głowy. Przypuśćmy, iż rację mają geologowie, którzy twierdzą, iż na utworzenie się pokładów skorupy ziemskiej potrzeba było 500,000,000 lat. Ziemia wprawdzie nie jest najstarszą planetą, ale przyjmijmy powyżej podany jej wiek za wiek naszego układu planetarnego; przyjmijmy dalej, że przez cały ten przeciąg czasu słońce chwytalo corocznie przecięciowo po 675 komet, to otrzymamy, iż liczba komet naszego układu wynosi 3,375,000,000,000, o ile naturalnie komety są tak trwałymi utworami, jak np. planety.

Dowiemy się w dalszym ciągu, iż komety z biegiem czasu ulegają rozkładowi, jednakowoż potrzeba na to niewątpliwie długich okresów czasu i w każdym razie miliony komet w swej postaci właściwej okrażają słońce. Nie mylił się zatem Kepler, który utrzymywał, iż komety są tak liczne, jak ryby w oceanie.

Wobec tak wielkiej liczby komet, prawdopodobieństwo spotkania się komety z jakąś planetą, w szczególności zaś z ziemią, musi się wydać bardzo wielkiem. W rzeczywistości jednakże jest ono bardzo małym, co wypływa z następującego rozumowania. Musimy tu rozróżnić prawdopodobieństwo spotkania z kometa, nowo przybywającą z przestrzeni do naszego układu, i z kometa peryodyczną.

Z ziemią oczywiście, może się spotkać tylko taka kometa, której punkt przysłoneczny znajduje się bliżej słońca aniżeli ziemia, w przeciwnym bowiem razie droga ziemi z drogą komety przecinać się nie może, a spotkanie tylko w takim punkcie przecięcia jest możliwem. Ze 150 komet ostatniego stulecia możemy liczyć, według wyżej wyłuszczonego, 16 do 17 nowych, z których 15 przypada na nieperyodyczne, pozostałe 133 komet należą do peryodycznych.

Z rachunków Olbersa wypada, iż, jeżeli przypuścimy, że średnica komety jest 4 razy mniejszą od średnicy ziemi, to na 280 milionów wypadków możliwych, tylko jeden prawdopodobnie będzie dla ziemi niekorzystny, t. j. na 280 milionów komet, mających punkt przysłoneczny wewnątrz orbity ziemskiej, tylko jedna, przybywając do naszego układu, spotka się z ziemią. Ponieważ przyjmujemy, iż 17 takich komet przybywa do nas na 100 lat, więc spotkanie z taką przybywającą kometa zdarza się tylko raz na 1647 milionów lat. Wobec tego, iż przyjęliśmy dla ziemi wiek 500 milionów lat, prawdopodobnie spotkanie takie dotychczas nie miało miejsca, a jeżeli już się zdarzyło, to drugie zdarzy się dopiero w czasie, kiedy słońce prawdopodobnie już świecić przestanie.

Dotychczas mówiliśmy jednakże tylko o przybywających do nas nowych kometach. Pośród tych komet jest niewątpliwie pewna liczba takich, które przecinają orbitę ziemską, a nie spotykają się z zie-

mią tylko dlatego, że ziemia w chwili przejścia komety przez jej drogę znajdowała się w innym punkcie swej drogi. Jeżeli taka kometa, której droga przecina drogę ziemską, jest peryodyczną, to za każdym razem, gdy kometa przechodzi przez węzeł swej drogi (t. j. punkt przecięcia tej drogi z płaszczyzną ekliptyki), możliwem jest spotkanie z ziemią, trzeba tylko, ażeby ziemia również znalazła się w tym węźle. Wobec niewspółmierności okresów obiegu komety i obiegu ziemi w epoce każdego znalezienia się komety w węźle ziemia zajmować będzie inny punkt swej drogi. Ażeby się jednakże znalazła w takim punkcie swej drogi, w którymby, po uwzględnieniu przyjętych rozmiarów ziemi i komety, zetknięcie się było możliwem, prawdopodobieństwo jest bardzo małe. Rachunek wykazuje, iż przy długości orbity ziemskiej 125,000,000 mil i promieniu komety, wynoszącym $\frac{1}{4}$ promienia ziemi, w przypuszczeniu, że w chwili przejścia komety przez węzeł ziemia znajduje się za każdym razem w innym punkcie drogi, o 1,250 mil odległym od poprzedniego, spotkanie z kometa byłoby prawdopodobnem dopiero za 100,000-cznem przejściem przez węzeł. Jeżeli zatem okres obiegu wynosi 6 lat, to, przy założeniach przytoczonych, spotkanie byłoby możliwem raz na 600,000 lat. W istocie jednakże należałoby uwzględnić nie 100,000 punktów drogi ziemskiej, ale miliardy, wobec czego prawdopodobieństwo spotkania zmniejszy się wielokrotnie. Jeżeli jeszcze zauważymy, iż przeważna liczba komet ma okresy obiegu, wynoszące setki i ty-

siące lat, to możemy pojąć, jak małym jest prawdopodobieństwo spotkania się ziemi nawet z taką kometą peryodyczną, która w jednym swoim węźle przecina dokładnie drogę ziemską.

Z poprzedniej statystyki komet wypływa, że przecięciowo 3 komety peryodyczne na 200 lat, które zbliżają się w punkcie przysłonecznym bardziej do słońca niż ziemia, przybywają naszemu układowi, co przez 500 milionów lat uczyniło 7,500,000 komet, z tych zaś znów 180-ta część (mniej więcej, jeżeli przypuścimy jednakowe prawdopodobieństwo wszystkich pochyłości) ma płaszczyzny tylko w granicach 1 stopnia pochylone względem płaszczyzny ekliptyki; takich komet zatem jest około 42,000. Dalej jest pewna liczba komet, które, pomimo znacznej pochyłości płaszczyzn ich dróg, przecinają drogę ziemską w jednym z węzłów. Nie wiemy wprowadzić, ile ich jest, ale gdy wogóle wszystkich dla tych niebezpiecznych przyjmiemy liczbę 10,000, to liczba ta będzie raczej za wielką niż za małą. Wobec tego prawdopodobieństwo spotkania powiększy się 100,000 razy, ale, pomimo to, pozostanie tak małym, iż każdy fakt, możliwy w życiu, każda najproblematyczniejsza wygrana na loteryi, każdy jakikolwiek szczególny rodzaj śmierci, jaki nas jutro spotkać może, jest prawdopodobniejszy od takiego spotkania. Newcomb powiada, iż prędzej ślepy, strzelając w jakiejkolwiek chwili na chybił trafił, trafi kulą przelatującą dziką kaczkę, aniżeli ziemia spotka się z kometą o rozmiarach wyżej przyjętych.

Takie rozmiary, przyjęte dla komety, są jednakowoż bezsprzecznie za małe. U komet wogóle należy rozróżniać 3 części: jądro, głowę i ogon. Wszystkie te 3 części posiadają zazwyczaj tylko większe komety, widzialne gołym okiem. Komety teleskopowe zwykle nie mają jądra, ani ogona. Na 16 komet teleskopowych, obserwowanych przez Herschla, tylko 2 zdradzały ślady jąder. Gdy kometa ma jądro, to jest ono otoczone znacznie większych rozmiarów grzywą jasną, która wraz z jądrem tworzy głowę komety. Otóż poprzednio przyjętym rozmiarom komety odpowiadają przecięciowo rozmiary jąder, które zresztą częściej są mniejsze, aniżeli większe. Średnica jąder większości znanych komet nie dosięga 100 mil. Najmniejsze ze znanych jąder posiadała kometa z r. 1798, średnica jego miała tylko 5 mil. Kometa z r. 1799 miała jądro o średnicy 77 mil., jądro komety r. 1711 miało średnicę 93 mil., komety Donatiego z 1818 r. 110 mil itd. Wyjątkowo wielkie jądro posiadała kometa r. 1845 II., średnica jego miała aż 1.500 mil długości, było ono zatem pod względem objętości tylko niespełna 2 razy mniejszem od ziemi.

Powyżej przytoczone prawdopodobieństwo jest zatem w ogólności prawdopodobieństwem spotkania się z jądrem komety. W tym razie jednakże liczby lat dla prawdopodobieństwa spotkania należałoby jeszcze tyle razy powiększyć, ile komet wogóle przypada na jedną kometa z jądrem. Prawdopodobieństwo zaś zetknięcia się ziemi z jakąkolwiek częścią całej głowy komety jest już znacznie większem,

mianowicie tyle razy większem, ile razy głowa komety jest większą od poprzednio przyjętych rozmiarów dla komety.

Głowy komet bywają niekiedy bardzo duże, niekiedy całe tysiące razy większe od jąder. Dotyczy to tak wielkości pozornych, widzianych z ziemi, jak i rzeczywistych. Najmniejszą z dotychczas obserwowanych głów miała jedna z komet r. 1847, średnica jej jednakże miała pomimo to 4.000 mil długości, kometa Enchego w czasie jednego z jej pojawień się (w r. 1828 28 października) miała średnicę 63.000 mil, a kometa r. 1811, miała olbrzymią głowę o 260.000 milowej średnicy, w której zatem mogły się pomieścić blisko 3 miliony takich kul jak nasza ziemia. Pozorna wielkość głów komet zawsze wynosi kilka minut, kometa zaś roku 1861 III. (Tuttle), miała głowę wielkości księżyca, a przedmioty, przez nią oświetlone, rzucały wyraźny cień. Widzimy zatem, iż spotkanie ziemi z głową komety w niektórych wypadkach już wówczas jest możliwem, gdy odległość środka ziemi od środka komety wynosi całe setki tysięcy mil. Na zasadzie rozumowań, podobnych do poprzednich, wypływa, iż już w okresie niewielu stuleci, jedno spotkanie ziemi z głową komety, (mianowicie peryodycznej), jest prawdopodobnem. Przyjmujemy tu naturalnie, iż wszystkie komety, jakie kiedykolwiek zostały składowemi częściami naszego układu, krążą w nim nieprzerwanie w pierwotnej swej postaci, jako komety.

Jeżeli weźmiemy teraz pod uwagę ogony ko-

met, to spotkanie się ziemi z ogonem komety okaże się jeszcze o wiele bardziej prawdopodobnem.

Komety z ogonami są zjawiskami jeszcze rzadszemi niż komety z jądrami i tylko wyjątkowo zdarzają się wśród komet teleskopowych. Wogóle prawie wszystkie komety w chwili ich odkrycia nie posiadają ogonów, dopiero w miarę zbliżenia się do słońca, rozwijają się ogony pod oczywistym wpływem słońca. Przeważnie tylko komety duże, widzialne gołym okiem, posiadają ogon.

Ponieważ komety z ogonami tylko przecięciowo co cztery lata się pojawiają, więc niebezpieczeństwo dostania się do ogona komety również tylko przecięciowo w takich odstępach czasu zagrażać nam może; w rzeczywistości jednakże zachodzi ono znacznie rzadziej, a to z powodów następujących.

Przedewszystkiem wiadomo, a odkrycie to dokonaniem zostało już w wieku XVI, niezależnie przez Fracastora i Piotra Apiana, że ogony komet są odwrócone od słońca. Jeżeli zatem punkt przysłoneczny komety, leży nazewnątrz drogi ziemskiej, to ogon również zawsze leży nazewnątrz drogi ziemskiej i nigdy ziemi spotkać nie może. Są wprawdzie nieliczne wyjątki, że komety mają ogon zwrócony ku słońcu, ale wówczas znajdują się one zawsze w bliskości słońca, wewnątrz orbity ziemskiej, zatem i w tym razie ogon zawsze pozostaje odwróconym od ziemi i spotkać się z nią nie może.

Widzimy ztąd, iż obawiać się spotkania z ogonem komety, mamy prawo tylko wówczas, gdy ko-

meta jest bliżej słońca aniżeli ziemia i ma ogon odwrócony od słońca. Ale i w tym razie nie zawsze jeszcze istnieje niebezpieczeństwo. Ogon komety bowiem nietylko jest zazwyczaj odwróconym od słońca, ale oś jego t. j. prosta, przechodząca od jądra w kierunku ogona przez środek ogona, leży zawsze w płaszczyźnie drogi komety, spotkanie zatem ziemi z ogonem komety jest możliwem tylko wówczas, jeżeli ruch komety odbywa się w tej samej płaszczyźnie, co ruch ziemi. Jeżeli zaś te dwie płaszczyzny tworzą ze sobą kąt, to ziemia z ogonem komety spotkać się może tylko w tym razie, gdy ziemia i kometa znajdują się jednocześnie na linii przecięcia tych dwóch płaszczyzn t. j., gdy kometa znajdzie się w węźle swej drogi w chwili, gdy długość ziemi równa się długości węzła drogi komety i to po jednej i tej samej stronie względem słońca. Wówczas ogon komety ma kierunek linii węzłów i zawadzić musi o ziemię, jeżeli tylko jest dostatecznie długi, aby jej dosięgnąć. Ponieważ komet, których płaszczyzny ściśle zlewałyby się z płaszczyzną drogi ziemskiej, może być tylko bardzo niewiele, więc właściwie głównie tu wchodzi w grę ten tylko drugi przypadek t. j., dostateczna długość ogona. Warunek ostatnio przytoczony jednakże również nie zawsze jest wypełniony. Ogony komet niekiedy bywają nadzwyczaj długie. Tak n. p. ogon komety r. 1811 miał długość 17 milionów mil, ogon komety r. 1680, 20 milionów, a ogon komety r. 1843 aż 35 milionów mil; ogon tej ostatniej komety sięgał zatem aż za orbitę Marsa. Przykłady ogonów

nader długich, choć nieco mniejszych od powyżej przytoczonych, są bardzo liczne, nie mniej liczne są wszakże i ogony znacznie krótsze od wymienionych, i znany jest w naszym stuleciu wypadek, iż jedynie z tego powodu nie nastąpiło spotkanie ziemi z ogonem, inne bowiem warunki, w których spotkanie musi nastąpić, wszystkie były wypełnione. Do tego przedmiotu powrócimy jeszcze później.

Skutkiem wielkich rozmiarów ogonów komet, pomimo tylu ograniczeń, prawdopodobieństwo spotkania z ogonem jest już dosyć znaczne i kilka razy na 100 lat zajśćby powinno.

Widzimy zatem z powyższych rozważań, iż jedynie spotkanie się ziemi z jądrem jest prawie nieprawdopodobne, co się zaś tyczy spotkania z głową lub ogonem, szczególnie z tym ostatnim, prawdopodobieństwo jest dosyć znaczne.

III.

To, co w poprzednim rozdziale powiedzieliśmy o prawdopodobieństwie spotkania się ziemi z kometą, dotyczy też w zupełności innych planet naszego układu, tylko, że prawdopodobieństwo to jest znacznie większem w miarę, im bardziej te planety są oddalone od słońca. Wszystkie te komety bowiem, które zagrażać mogą ziemi, zagrażają również i dalszym planetom, a prócz tego wszystkie te, których punkty przysłoneczne leżą po za granicami orbity ziemskiej ale jeszcze w granicach orbit tych planet. Co do spotkania się z ogonem komety, to dla dalszych planet, jak Mars, Jowisz, Saturn, prawdopodobnem jest ono, być może, nieco mniej, niż dla ziemi, gdyż, jak widzieliśmy, ogony rozwijają się zawsze tylko w niewielkiej odległości od słońca i rzadko tylko sięgają dróg tych planet; dla krańcowych planet układu, t. j. Urana i Neptu-

na, możliwość spotkania się z ogonem komety, zdaje się, jest całkowicie wykluczona.

Układ nasz istnieje niezawodnie już miliony lat, i na podstawie poprzednich rozumowań musimy przyjść do wniosku, że spotkanie ziemi i innych planet jeżeli nie z samem jądrem komety, to przynajmniej z głową i ogonem, musiało zajść już niejednokrotnie. Jednakowoż badania nad naszym układem planetarnym nie wykazały śladów jakichś kataklizmów gwałtownych. Oprócz ziemi z jej księżycem układ nasz składa się z 7 planet wielkich, okrążanych przez 20 księżyców. Prócz tego pomiędzy Marsem a Jowiszem krąży około słońca wielka liczba planet drobnych, z których dotychczas znanych jest przeszło 800.

Co do wielkich planet, to wszystkie, prócz Urana i Neptuna, znane były i w starożytności, i w ciągu tych tysięcy lat, z których mamy o nich wiadomości, z pewnością żadna katastrofa ich nie spotkała, drogi ich są te same, jak przed wiekami. Uran znany jest wprawdzie dopiero od stu lat, Neptun zaś od pięćdziesięciu, i bezpośrednich wiadomości o nich z przeszłości nie posiadamy; jednakże i o tych planetach twierdzić możemy stanowczo, iż nie doznały one nigdy jakichś zaburzeń nadzwyczajnych, gdyż kształt i położenie ich orbit nie odstępują od ogólnego typu orbit planetarnych. Małe planety pomiędzy Marsem a Jowiszem razem wzięte najbardziej niewątpliwie narażone są na spotkanie się z kometa, gdyż jest ich tak wielka liczba na

nieznacznej stosunkowo przestrzeni; jednakże, jak długo je znamy, ruchy ich odbywają się najzupełniej prawidłowo, zgodnie z prawami ciężenia powszechnego. Drogi ich nie wykazują wprawdzie tej zupełnej regularności w kształcie i położeniu, co drogi innych planet, i samo to skupienie się tych drobnych brył planetarnych, pomiędzy orbitami dwóch planet, tam, gdzie dla jednolitości obrazu układu planetarnego powinna by krążyć jedna wielka planeta, przedstawia w sobie wiele zagadkowego. Istnieje hipoteza, tłumacząca powstanie tych drobnych planet zdruzgotaniem na mnóstwo części jednej wielkiej planety skutkiem zetknięcia się tej planety z inną jakąś bryłą kosmiczną, którą mogłaby być na przykład kometa. Jednakowoż bliższe badania wykazały, iż gdyby te planety w istocie były odłamkami skruszonej jednej bryły planetarnej, to charakter ich orbit musiałby być zupełnie innym, aniżeli jest w rzeczywistości.

Co zaś specjalnie dotyczy ziemi i jej księżyc, które najdokładniej znamy, to, jak rachunek wykazuje, zetknięcie się ziemi z inną masą, wynoszącą chociażby tylko $\frac{1}{100000}$ część masy ziemskiej, musiałoby nadać osi ruchu wirowego ziemi wewnątrz ziemi ruch znaczny względem innej osi, skutkiem którego byłyby znaczne ruchy biegunów ziemskich na powierzchni ziemi i zmiana odpowiednia szerokości geograficznej wszystkich punktów ziemi; tego rodzaju zmiany zachodzą w istocie, ale zawarte są w granicach tak małych, iż z łatwością samym niejednorodnym rozkładem masy w kuli ziemskiej obja-

śnione być mogą.. Zetknięcie się zaś podobnej masy z księżycem spowodowałoby silne libracye (t. j. rodzaj ruchów wahadłowych) księżyca, przy których nie mogłaby być stałe zwróconą ku ziemi jedna i ta sama połowa powierzchni księżyca, lecz odkrywałyby się nam również znaczne części drugiej półkuli. Istniejąca dzisiaj nieznaczna libracya księżyca jest nieodzownym skutkiem eliptycznego kształtu drogi księżyca dookoła ziemi i żadnych kataklizmów nie wykazuje.

Możemy zatem powiedzieć prawie z zupełną pewnością, iż tak długo, jak układ nasz istnieje, nie zdarzyła się w nim żadna katastrofa, któraby gwałtownie zmieniła jego charakter. Wszystko, co w nim widzimy, harmonijne rozmieszczenie planet, kształt i położenie dróg ciał niebieskich, wchodzących w skład układu, położenie osi ruchu wirowego, ruchy postępowe i wirowe, świadczą, że układ nasz rozwijał się spokojnie pod wpływem sił bez przerwy działających i otrzymał postać dzisiejszą przez niezaburzony niezem proces kosmogoniczny. Drobne odstępstwa od cech idealnych są tylko skutkiem ciągłego działania pewnych czynników, które leżały już w samej naturze tworzącego się układu, i w warunkach pierwotnych, od których utworzenie się jego było ściśle zależnem.

Jakże pogodzić ze sobą wielkie prawdopodobieństwo, nawet pewność, że spotkania planet z głowami i ogonami komet musiały być dość częste, i fakt, iż w układzie naszym nie znajdujemy żad-

nych śladów tego rodzaju spotkań. Objaśnienie tej pozornej sprzeczności jest dość proste: oto widocznie komety są utworami tak niewinnymi, iż spotkanie się z nimi nie pociąga za sobą żadnych poważniejszych skutków. Że tak jest w istocie, mówią nam o tem liczne wiadomości, jakich nam zdołały dostarczyć badania astronomiczne nad naturą fizyczną komet. Zajmijmy się zatem bliżej ostatnią stroną tych ciekawych zjawisk.

Mówiliśmy poprzednio, iż środkową część głowy komety zajmuje często jądro. Jądro to jest niewątpliwie najgęstszą, najbardziej skoncentrowaną częścią komety. Jednakowoż to jądro nie jest czemś ściśle odgraniczonem, gdyż powłoka mglista głowy komety skupia się zazwyczaj tak stopniowo, iż niemożliwem jest ściśle określić, gdzie się właściwie jądro zaczyna. Im silniejszego teleskopu używamy do badań, tem jądro jest mniejszem, ponieważ część, która w słabszym teleskopie nie różniła się od części wewnętrznych jądra, w silniejszym teleskopie nie wykazuje takiej koncentracji. Ztąd pochodzą bardzo rozmaite rezultaty pomiarów jąder komet przy zastosowaniu rozmaitych instrumentów. Zresztą stwierdzono, iż wielkość jądra jednej i tej samej komety ulega zmianom nie tylko w rozmaitych okresach, ale nawet w czasie jednego i tego samego okresu widzialności. Obserwowano dalej dzielenie się jąder na kilka części, jak na przykład u komety z r. 1618, obserwowanej przez Cysata, u komety r. 1882, która w styczniu r. 1883 miała 5 jąder oddzielnych, a podział komety Bie-

li dokonał się, rzec można, w oczach astronomów.

Wszystkie te fakta mówią nam, iż jądra komet nie są jakimiś jednolitemi bryłami, jak np. planety i księżyce, ale, że składają się z oddzielnych części tego samego rodzaju, co i cała głowa, lecz być może nieco większych rozmiarów, skupiających się coraz bardziej, w miarę zbliżania się do środka. Że nie mogą to być gazy, mówi nam fakt podziału jądra na dwie zupełnie odrębne części. Możemy zatem powiedzieć, iż jądro komety, a zatem i głowa cała, której części nie różnią się zasadniczo od siebie, lecz jedynie mniejszą lub większą koncentracją, jest skupieniem oddzielnych fragmentów o niewielkiej masie, prawdopodobnie stałych.

Być może, iż przerwy pomiędzy temi cząstkami wypełnione są materią gazową, która je łączy w jedną całość. Jeżeli tak jest w istocie, to ten gaz musi być bardzo rzadki, gdyż dotychczas istnienie jego środkami fizycznymi stwierdzonem nie zostało.

Wiadomo, iż światło, przechodząc przez gaz, ulega w niem osłabieniu skutkiem absorbcyi (pochlaniań), oraz odchyleniu skutkiem refrakcyi (załamania). Niejednokrotnie miano sposobność ztędać, czy światło gwiazd, przechodząc przez substancję komet, ulega osłabieniu i odchyleniu. Rezultaty, otrzymane dotychczas, wszystkie prawie dawały odpowiedź przeczącą. Dotyczy to wszystkich trzech najcharakterystyczniejszych części komety.

Co się tyczy jądra, to oczywiście, z powodu jego małych rozmiarów pokrycie przez nie jakiejś gwiazdy, pomimo wielkiej liczby gwiazd, zdarzać się może bardzo rzadko, było^o ono jednakże kilkakrotnie obserwowane. Tak np. Limoges obserwował 23 października 1774 r., jak jądro komety Lexella przeszło przez gwiazdę 6-ej w., światło gwiazdy jednakże wcale przez to osłabionem nie zostało. 9 grudnia 1795 r. widział William Herschel gwiazdy 11-ej i 12-ej wielkości, przeświecające zupełnie wyraźnie przez jądro komety. O innych spostrzeżeniach tego rodzaju wspominają Valz, Pons, Olbers, Struve, Glasher, Dawes i w. i. Z tych spostrzeżeń wypływa, iż w jądrach, pomimo pozornego skoncentrowania, części tak są oddalone od siebie, iż światło gwiazd swobodnie przez nie przechodzi. Jeżeli zaś w tych przerwach znajduje się jakaś substancja lotna, to jest ona tak rzadka, iż nie jest w stanie spowodować dostrzegalnego osłabienia blasku gwiazd.

Zbytecznem jest chyba dodawać, iż inne części komety, t. j. powłoka i ogon, jako znacznie rzadsze od jądra, nie powodują najmniejszego osłabienia światła przeświecających przez nie gwiazd. Przekonano się o tem setki razy prawie za każdym razem, gdy przejście komety przed gwiazdą mogło być obserwowane.

Co do refrakcyi światła w substancyi komet, to również przekonano się wielokrotnie, iż pozycja gwiazdy bynajmniej nie ulega zmianie, gdy świec

ona przez głowę lub ogon komety, co musiałoby zachodzić, gdyby kierunek promieni, idących ku nam od gwiazdy, uległ jakiejś zmianie. Najdokładniejszym badaniom poddał tę kwestyę Bessel i stwierdził, że powłoka komety Halleya nie wywołuje żadnej refrakcyi. Meyer, badając pod tym samym względem kometę r. 1881, znalazł pewne ślady refrakcyi, z których obliczył, iż gęstość gazów w odległości 1400 mil od środka jądra była 140 razy mniejszą aniżeli gęstość powietrza atmosferycznego. Rezultat ten jednakże wymaga jeszcze stwierdzenia.

Na to, że komety nie składają się z samych gazów, ale z oddzielnych cząstek płynnych lub stałych, istnieje jeszcze wiele innych dowodów.

Jednem z najbardziej uderzających zjawisk, dowodzących niejednolitej budowy komet, jest zmiana objętości, jakiej komety ulegają. Mianowicie kurczą się one w miarę zbliżania się do słońca, po przejściu zaś przez punkt przysłoneczny znów się rozszerzają. Kurczenie się gazów jest oczywiście również możliwem, jednakowoż musiałoby tu grać rolę zewnętrzne ciśnienie, które w tym razie zupełnie jest wykluczone. Przyczyną tego kurczenia jest to, iż przerwy między oddzielnymi cząstkami komety zmniejszają się wraz ze zbliżeniem się do słońca, co prawdopodobnie stoi w związku ze zbliżaniem się dróg, jakie każda cząstka zakreśla w bliskości punktu przysłonecznego, i przestrzeń zajęta przez całą głowę komety się zmniejsza. Zjawisko to zresztą jeszcze dostatecznie wyjaśnionem nie jest.

To kurczenie się nie jest jednakowo wielkiem u wszystkich komet, niekiedy jednakże, jak np. u komety Enckego jest wprost zastanawiającem. Tak np. w czasie jej widzialności w r. 1828 skurczyła się ona w bliskości słońca do tego stopnia, iż objętość jej była 800.000 razy mniejszą, aniżeli objętość jej w chwili dostrzeżenia. Świadczy to dostatecznie, jak wielkie przerwy znajdują się pomiędzy oddzielnymi odłamkami masy, i dowodzi, że skupienie ciałek może się nam przedstawiać jako głowa komety nawet wtedy, gdy tylko milionowa część przestrzeni, jaką zajmuje głowa, sądząc na podstawie jej pozornej wielkości, zajęta jest przez materję. Zresztą nie potrzebuje to być nawet milionowa część, bo kometa Enckego w tej epoce, gdy objętość jej dosięgła minimum, z pewnością jeszcze nie stanowiła ciała jednolitego, gdyż można było i wówczas jeszcze przez nią widzieć drobne gwiazdy, wcale nie osłabione. Kometa Enckego nie posiada jądra, tymczasem 7 listopada 1828 r. Struve dostrzegł w samym środku jasny punkt i był przekonany, iż skutkiem skurczenia się komety utworzyło się jądro. Po pewnym czasie jednakże okazało się, iż mniemanem jądrem jest gwiazda 10-tej w., przed którą właśnie kometa się znalazła, zupełnie nie osłabiając blasku gwiazdy. Jaką przestrzeń zajęłaby materja komety, gdyby pomiędzy jej częściami nie było odstępów, nie wiemy, ale niewątpliwie byłaby ona tak małą, iż gdyby świeciła tylko odbitymi promieniami słońca, wcalebyśmy jej nie widzieli.

Wszystkie starania, zmierzające do oznaczenia dokładnego masy komet, dotychczas nie dały żadnych rezultatów konkretnych, tyle tylko można było wywnioskować, że masa ta jest tak małą, iż we wszelkich rachunkach, mających na celu obliczenie drogi komety i zaburzeń w jej ruchu, powodowanych przez planety, można ją uważać za znikomą i nadać jej wartość 0. Dotychczas nie udało się stwierdzić śladu zaburzającego wpływu komet nawet w tych razach, kiedy komety znalazły się w najbliższym sąsiedztwie planet i same pod wpływem tych ostatnich uległy silnym zaburzeniom w swym ruchu.

Najbardziej charakterystycznym przykładem tego rodzaju jest kometa Lexella. W r. 1770 kometa ta zbliżyła się do ziemi na odległość 300.000 mil; jest to odległość najmniejsza, o jakiej wiemy (nie dotyczy to ogonów komet). Gdyby masa komety wynosiła $\frac{1}{5000}$ część masy ziemskiej, to, jak rachunki wykazały, wpływ komety na ruch ziemi musiałby się wyrazić w ten sposób, iż rok gwiazdowy przedłużyłby się o 1 sekundę. W rzeczywistości długość roku nie zmieniła się nawet o setną część tej wartości; jeżeli w ogóle zmiana jakaś zaszała, to zupełnie nieuchwytna, masa komety zatem była wielokroć mniejszą od wyżej przytoczonej. Jeszcze lepiej charakteryzuje lekkość komet inny fakt. Ta sama kometa Lexella w latach 1767 i 1770 tak zbliżyła się do Jowisza, iż znalazła się w granicach układu jego księżyców. Jeżeli wówczas wprost nie spotkała się z jednym z księżyców, to

w każdym razie odległość jej od tych księżyców była tak małą, iż zdawałoby się, że koniecznieby jakieś znaczne zaburzenia ztąd powstać powinny. Tymczasem nie nie zakłóciło spokojnego ruchu księżyców Jowisza, nie zmieniło dróg, po których stale krążą.

Natomiast takie zbliżenie się do Jowisza o wiele silniej odbiło się na losach komety. To nawet, iż w ogóle dowiedzieliśmy się o jej istnieniu, zawdzięcza ona Jowiszowi i szczęśliwej okoliczności, że na drodze swojej znalazła się w jego sąsiedztwie. Kometa ta przed rokiem 1767 niezawodnie poruszała się w bardzo wydłużonej elipsie. Dążąc do swego punktu przysłonecznego, znalazła się ona tak blisko Jowisza, iż odległość jej od Jowisza była 580 razy mniejszą aniżeli odległość od słońca. Ta bliskość Jowisza zmieniła jej drogę do tego stopnia, iż, kiedy kometa ta w r. 1770 stała się dostępną dla obserwacyi, znaleziono, że jest ona kometą peryodyczną z okresem obiegu $5\frac{1}{2}$ roku. Jednakże kometa nie zachowała tej drogi, nadanej jej przez Jowisza. Już przejście komety w bliskości ziemi, które na ziemię wcale nie oddziaływało, zmieniło nieco drogę komety i przedłużyło okres jej obiegu o przeszło 2 dni. Czy po $5\frac{1}{2}$ latach kometa się pojawiła, niewiadomo, gdyż warunki jej widzialności były tak niekorzystne, iż, gdyby nawet w istocie znalazła się wówczas w swym punkcie przysłonecznym, widzianaby być nie mogła. Za to następny powrót musiałby być obserwowany, gdyby kometa się ukazała. Jednakże najskrzę-

niejsze poszukiwania nie wykryły jej ani śladu. Nigdy też więcej i w późniejszych czasach kometa ta obserwowana nie była. Co było przyczyną tego, wykazały rachunki. Oto 23 sierpnia 1779 roku kometa znowu zbliżyła się do Jowisza tak blisko, iż nadał on jej drodze inny kształt. Niewiadomo nawet dokładnie, czy kometa ta krąży w dalszym ciągu koło słońca w bardzo wydłużonej elipsie, czy też, być może, zmuszona pomknąć po hyperboli, w zupełności z naszego układu wyrzuconą została.

Znanych jest więcej komet, których losy przypominają do pewnego stopnia los komety Lexella, że wspomnę tylko o komecie odkrytej przez de Vico w r. 1844, dla której również obliczono okres obiegu $5\frac{1}{2}$ roku, a która nigdy więcej widzianą nie była. Zresztą wpływ planet na komety wielokrotnie wyraził się w ten sposób, iż komety, które pod wpływem słońca ze względu na warunki początkowe swego ruchu musiałyby zakreślić drogę hyperboliczną i powrócić do przestrzeni międzygwiazdowej, skutkiem zbliżenia się do jakiejś planety otrzymały drogę eliptyczną i stały się częściami składowymi naszego układu słonecznego. Tak na przykład kometa Templa z r. 1866, okrążająca słońce w okresie 33. 18 lat, według rachunków Leverriera otrzymała tę drogę eliptyczną przez działanie masy Urana, w bliskości którego znaleźć się musiała. Komety schwytane, iż się tak wyrażę, przez planety, mają tę własność, iż punkty dróg ich w niektórych częściach zbliżają się bardzo do dróg tych planet.

Każdej planecie odpowiada po kilka takich komet peryodycznych. Mianowicie, Merkury ma ich 4, Wenus 7, Ziemia 10, Mars 4, Jowisz 23, Saturn 9, Uran 8, Neptun 5. Liczby te, aż do Jowisza znajdują się w niezaprzeczonem związku z masami planet, co jest bardzo zrozumiałe. Że tej zgodności nie wykazują liczby, odpowiadające dalszym planetom, łatwo objaśnić tem, iż dalsze komety tylko wówczas są nam znane, jeżeli w punkcie przysłonecznym znajdują się w bliskości słońca, a te stanowią tylko część wszystkich innych. Na podstawie, iż znane są komety peryodyczne, które do żadnej z powyższych grup zaliczone być nie mogą, a które możnaby uważać za grupy, należące do planet znajdujących się za Neptunem, wywnioskowano nawet o istnieniu jeszcze dwóch planet za Neptunem z okresami obiegu odpowiednio 1000 i 5000 lat. O istnieniu tych planet, jeżeli one w istocie istnieją, za pomocą obserwacyi bezpośredniej nigdy się zapewne nie przekonamy.

Fakty powyższe przytoczyłem jedynie w tym celu, aby pokazać, iż komety, spotykając się z planetami, a właściwie zbliżając się do nich na niewielki dystans, nie wywierają na ich ruchy najmniejszego wpływu, same natomiast ulegają ich wpływowi, rzucane przez nie jak piórka, wciągane przez nie do układu, lub wyrzucane z niego przy nadarżającej się sposobności. Ponieważ komety nie są w stanie wywrzeć dostrzegalnego wpływu nawet na ruchy księżyców, krążących dokoła tych planet,



więc masa ich nawet w porównaniu z masą tych księżyców posiada wartość znikomą.

Jeżeli mówimy o masie komety, to oczywiście w skład tej masy wchodzi i masa ogona. Ogon komety nie osłabia ani nie załamuje światła gwiazd. Jest to bardzo zrozumiałem wobec tego, co o gęstości materii w takim ogonie możemy sobie wywnioskować. Ogon komety rozciąga się niekiedy, jak widzieliśmy, na całe dziesiątki milionów mil w przestrzeń międzyplanetarną. Przestrzeń, zajęta przez niego, wynosi miliardy mil sześciennych i wszystko to razem, wraz z głową i jądrem, których masa niewątpliwie tysiące razy jest większą od masy ogona, waży tak mało, że najczulsze metody badania nie są w stanie wykryć jakiegokolwiek działania mechanicznego.

W ogóle o gęstości materii w ogonach komet nie możemy sobie wyrobić dokładnego pojęcia. Gdybyśmy przyjęli, iż ogony te są złożone z gazów o jednakowej wszędzie gęstości, to gęstość tych gazów wypadłoby przyjąć miliony razy mniejszą od t. z. próżni, pozostałej przy zastosowaniu najlepszych machin pneumatycznych. W rzeczywistości wszakże ogony prawdopodobnie składają się z drobnych partykuł materyalnych, oddzielonych od siebie przerwami, są czemś podobnem do dymu, który jest zbiorem drobnych cząsteczek węgla, tylko czemś nierównie lżejszem. Ażeby dać obraz, do pewnego stopnia malujący prawdę, wyobraźmy sobie cząsteczki dymu, zawarte w normalnych warunkach w obję-

tości jednego metra sześciennego, rozdzielone równomiernie na przestrzeni jednej mili sześcienniej, może wówczas otrzymana gęstość będzie zbliżała się do gęstości ogonów komet.

Jak już zaznaczyliśmy poprzednio, ogony komet rozwijają się dopiero wówczas, gdy zbliżą się one znacznie do słońca. Prócz siły ciężkości słońce zatem ujawnia i inną siłę, działającą w kierunku przeciwnym, odpychającą cząstki ogona komety. Jest to siła elektryczna, jak to niezaprzeczenie stwierdzonem zostało i siła ta, nie zaś wysoka temperatura, jak dawniej sądzono, jest przyczyną świecenia ogonów komet. Zachodzi tu coś podobnego do żarzenia się gazów w rurkach Geisslerowskich.

Ogony te rozwijają się zazwyczaj w przeciągu kilku dni, niekiedy jednakże już w przeciągu kilku godzin. Jeżeli zważymy, iż ogony komet mają długość, wynoszącą niekiedy miliony mil, a najodleglejsze nawet cząsteczki ogona przeniosły się tam z głowy i całą tę drogę przebyły w ciągu kilku godzin, to otrzymamy szybkości, wynoszące całe dziesiątki kilometrów na sekundę. Na zasadzie tych szybkości obliczono, iż siła odpychająca słońca w ogólności wielokroć przewyższa siłę przyciągającą. Np. dla komety r. 1811, siła ta jest 175 razy większą od ostatniej. Są to zjawiska tak zdumiewające, iż wprost zdają się zaprzeczać materialności ogona i widocznie możliwe są tylko przy nader wielkiem rozcieńczeniu materji. W naszych warunkach ziemskich nie analogicznego nie spotykamy.

Dla nabrania dokładnego pojęcia o tem, co należy rozumieć przez ogon komety i jak go sobie wyobrażać, zwróćmy uwagę jeszcze na jedno zjawisko. Widzieliśmy, że ogony komety w ogólności pozostają zawsze odwróconemi od słońca, co sprawia wrażenie, iż wszystkie części komety posiadają jednakową szybkość kątową. Liniowe szybkości rozmaitych cząsteczek komety muszą się znajdować w stosunku prostym do ich odległości od słońca. Jeżeli jądro w punkcie przysłonecznym w odległości 1700 mil od środka słońca posiada szybkość 79 mil na sekundę, to cząsteczka ogona, której odległość od słońca wynosi 35.000,000 mil, a zatem jest przeszło 2000 razy większą, ażeby w tym czasie zakreślić łuk o tej samej liczbie stopni, musiałaby mieć szybkość 160,000 mil na sekundę. Jest to szybkość, przy której cząsteczki musiałyby się rozsypać po całej przestrzeni.

Przyczyna tego, iż ogon pozostaje zawsze odwrócony od słońca, jest prawdopodobnie inna. Ogona komety nie należy sobie wyobrażać, jako coś trwałego, ściśle połączonego z jądrem, lecz jako coś, co bez przerwy się odnawia, jako rodzaj strumienia stale w pewnym kierunku wypływającego z jądra. Kiedy z oddali patrzymy na słup dymu, wydobywający się z komina, słup ten wydaje się nam nieruchomym, w rzeczywistości jednakże dym, który widzimy w danej chwili, nie jest tym samym, który widzieliśmy przed chwilą. Tak zapewne pod wpływem ciepła słonecznego wypływa materya coraz nowa z jądra komety, mianowicie z części zwróco-

nej ku słońcu, bardziej podlegającej promieniowaniu i następnie, działaniem bliżej niezbadanej siły odpychającej, odrzucana jest z szaloną szybkością w daleką przestrzeń. Rozprasza się ona bez przerwy po przestrzeni, podobnie jak dym rozchodzi się po atmosferze. Że takim, a nie innym jest rzeczywisty charakter ogonów komet, o tem mówi nam jeszcze wiele innych zaobserwowanych zjawisk, których tu jednakże przytaczać nie będziemy.

Ogon komety, jak widzimy, przedstawia nam rodzaj widomej rzeki, którą materya jądra i głowy komety płynie w przestrzeń, ażeby nigdy więcej do źródła swego nie powrócić. Chociaż masa tej rozpraszającej się substancyi jest minimalną, to jednakże nieustanna utrata przez długi przeciąg czasu musiałaby w zupełności wyczerpać zapasy, koncentrujące się w jądrze. Tego zdania był już Kepler, który powiedział, iż komety wypuszczaniem ogonów wyczerpują się tak, jak jedwabniki wydzielaniem nitki. Pogląd ten jednakże nie zupełnie odpowiada rzeczywistości. Wprawdzie na ciągle odnawianie się ogona wyczerpuje się część materyi komety, ale tylko tej materyi, która na utworzenie ogona jest przydatną, albo raczej tej, która ulega odpychającej sile słońca. Skoro ta materya się wyczerpie, wtedy kometa traci swój ogon i nadal w postaci ogona materyi już nie rozprasza.

Jako dowód powyższego twierdzenia, można przytoczyć fakt, iż wielkie ogony posiadają zazwyczaj komety, których drogi uważamy za parabole,

z peryodycznych zaś te, których okres obiegu jest długi. Komety zaś o krótkim okresie obiegu, które zatem często znajdowały się w bliskości słońca, gdzie wytwarza się ogon, utraciły daleko prędzej materię „ogonotwórczą” i obecnie w przeważnej liczbie ogonów nie mają. Jeżeli zaś taka krótkookresowa kometa ogon posiada, to jest to dowodem, iż kometa ta stosunkowo niedawno dopiero dostała się do naszego układu, że dokonała za mało obiegów, ażeby materia na ogon mogła się już wyczerpać. Do tej ostatniej kategorii należy na przykład kometa Halleya. Zdaje się wszakże, iż ogon komety tej za każdym powrotem staje się krótszym i być może, że z czasem zupełnie go nie będzie.

Nie możemy się tu zajmować szczegółowo teorią ogonów komet, chodzi nam bowiem tylko o wykazanie ich nadzwyczajnej lekkości. Jednakowoż chcemy tu jeszcze odpowiedzieć na pytanie, co się dzieje z materią, która w postaci ogonów wypływa z komety. Najprawdopodobniejszym jest przypuszczenie, iż cząsteczki te rozpraszają się po układzie planetarnym i zapewne zdołały go już napęłnić do pewnego stopnia równomiernie, jeżeli zważymy, w jak wielkiej liczbie komety ogoniaste musiały jaśnieć w ciągu niezmiernych okresów istnienia układu planetarnego i w jak rozmaitych płaszczyznach musiały krążyć dokoła słońca.

Jeżeli tak jest w istocie, to planety, zakreślające ogromne drogi wewnątrz tej przestrzeni, musiałyby na swojej drodze spotykać te cząsteczki i

zgarniać je. Że ziemia w istocie zgarnia drobne partykuły materii, różniące się wielce od materii spotykanej na ziemi, w postaci t. z. pyłków kosmicznych, o tem przekonano się niejednokrotnie. Wystarczy wystawić w jakimś otwartym, spokojnem miejscu arkusz białego papieru, aby po pewnym czasie znaleźć na tym papierze warstwę drobnego pyłu, w którym, prócz pyłków pochodzenia niewątpliwie ziemskiego, znajdzie się pewna ilość pyłków kosmicznych. Te ostatnie łatwo dają się wydzielić za pomocą magnesu, zawierają bowiem bez wyjątku żelazo rodzime. Takie same pyłki znajdowano w śniegu okolic biegunowych, zebranych z gór lodowych, przypędzonych być może z samego bieguna, znajdowano je i na szczytach gór, nigdy przedtem przez ludzi nieodwiedzanych. Zresztą sama budowa tych pyłków, składających się przeważnie z żelaza niklowego, nie spotykanego nigdzie na ziemi w tej postaci, dostatecznie świadczy o ich kosmicznem pochodzeniu.

Jeżeli przyjmiemy, że pyłki te pochodzą z rozproszonych ogonów komet, to możemy i na tej podstawie, do pewnego stopnia, w przybliżeniu obliczyć ilość materii, jaką wogóle reprezentowały ogony komet. Z badań nad ilością spadającego na ziemię pyłu kosmicznego, jeżeli połowę tego pyłu przypiszemy gwiazdom spadającym, które, spalając się w atmosferze, również jako subtelny pyłek upadać muszą na ziemię, okazuje się, iż w przestrzeni międzyplanetarnej na milion kilometrów sześciennych przestrzeni przypada co najwyżej $\frac{1}{2}$ grama pyłu

kosmicznego. Zakreśliwszy dokoła słońca promieniem, równym odległości Jowisza od słońca, sferę, obliczywszy jej objętość w milionach kilometrów sześciennych i pomnożywszy przez tę liczbę $\frac{1}{2}$ grama, otrzymamy przybliżoną wagę pyłu w tej olbrzymiej kuli. Po za orbitę Jowisza sięgać nie potrzebujemy, ponieważ, jak wiemy, ogony komet również nie sięgają dalej. Z tego rachunku okazuje się, iż cała masa tego pyłu stanowi zaledwie około milionowej części masy ziemi.

Jeżeli przyjmiemy pod uwagę tylko komety peryodyczne i tylko takie, których punkty przysłoneczne znajdują się bliżej słońca, aniżeli ziemia, to według rozumowań podanych w poprzednim rozdziale, otrzymamy 67,500,000,000 komet, które w postaci ogonów wydzieliły z siebie w sumie powyższą masę. Na jedną kometa przypadnie w ten sposób 100 milionów kilogramów masy, którą ona, tworząc ogon, wogólności traci. Jest to masa pozornie dosyć znaczna, jednakże kilka milionów miliardów takich mas trzeba by złożyć razem, ażeby utworzyć tak małą stosunkowo kulę planetarną, jak nasza ziemia. Masa ta rozmieszczona równomiernie w przestrzeni, którą przecięciowo zajmuje ogon komety, miałaby gęstość 100 miliardów razy mniejszą od gęstości powietrza atmosferycznego. Jeżeli jeszcze zważymy, że materię tę kometa traci nie od razu, lecz prawdopodobnie dopiero po wielu obiegach dokoła słońca, że dalej w danym momencie ogon nie jest czemś nieruchomem, ale czemś w charakterze swym podobnem do słupa dymu, w któ-

rym wbrew pozornej nieruchomości widzimy ciągle inne cząsteczki, to gęstość materyi ogona w jakimś danym momencie będzie jeszcze wiele milionów razy mniejszą od wyżej podanej.

Przytoczone rozumowania i liczby z nich wypływające oczywiście, nie roszczą sobie pretensyi do jakiejś ścisłości naukowej, dają jednakże pewne pojęcie o przedmiocie, który nas zajmuje. Jeżeli rzeczywiste liczby nawet tysiąc albo milion razy mniejsze są lub większe od otrzymanych na drodze rozumowania, to dla naszego pojęcia nie będą one również przystępniejsze. Jedyne wnioski, do którego mamy stanowcze prawo, jest ten, iż gęstość materyi, tworzącej ogon komety, jest mniejszą, aniżeli wszystko, cokolwiek sobie umysł ludzki jest w stanie wyobrazić.



IV.

Jeżeli komety wzbudzały w ludziach trwogę zabobonna, jeżeli rodziły myśl o niebezpieczeństwie wprost fizycznem, mogącem zagrażać ludzkości z ich strony, to przyczyną tego były prawie wyłącznie ich ogony, rozciągające się niekiedy na niebie na długość stu kilkudziesięciu stopni, sięgające po za zenit jeszcze wówczas, gdy jądro już dawno ukryło się pod poziomem (np. kometa z r. 1843, 1858 i 1860) albo szeroką łuną jaśniejącą na nocnem niebie, jak np. ogon komety 1744 r., rozszczepiony na 7 oddzielnych ogonów, postacią przypominający olbrzymi wachlarz. I oto właśnie ten straszny ogon okazał się czemś tak niewinnem, tak subtelnem, wprost, rzecz można, jakąś nicością błyszczącą, że stwierdzenie tego jednego faktu samo już powinno by zjednać astronomom wdzięczność ludzkości. Teraz może człowiek zupełnie spokojnie przyglądać się wspomniałemu zjawisku i podziwiać potęgę natury, która

tak imponujące zjawiska niewielkimi środkami wytwarzać umie.

Mógłby ktoś jednakże zauważyć, że wprowadzie nie potrzebujemy się już teraz obawiać, iż kometa swoją miotłą zmiecie naszą ziemię z orbity, po której krąży, i pociągnie ją za sobą w bezsłoneczne otchłanie świata, ale, że, bądź co bądź, gazy, które tworzą część składową ogona komety, pomieszawszy się z gazami, tworzącymi naszą atmosferę, albo, co gorzej, potworzywszy z ostatnimi jakieś trujące związki chemiczne, mogą, jeżeli nie sprowadzić jakiś ogólny pomór na ziemię, to przynajmniej spowodować choroby, epidemie i epizoty. Takie zapatrywania w istocie miały bardzo licznych przedstawicieli w świecie naukowym, o czem zresztą mieliśmy sposobność napomknąć już poprzednio. Jednakże, jeżeli uwzględnimy gęstość, jaką te gazy w ogniu co najwyżej mieć mogą, to i ta obawa w zupełności okaże się nieuzasadnioną.

Przypuśćmy, że ziemia znalazła się w ogniu komety. Wówczas ziemia wraz z atmosferą swoją otoczoną zostanie przez materię komety i ta ostatnia tylko bardzo powoli przez dyfuzję przenikać będzie mogła do atmosfery. Ażeby materia komety przez dyfuzję zupełnie równomiernie rozpostarła się po atmosferze komety, potrzebaby na to kilku tysięcy lat czasu. Tymczasem, jeżeli weźmiemy pod uwagę szybkość względnego ruchu komety i ziemi, takie pozostawanie ziemi w ogniu komety co najwyżej zaledwie kilka dni trwaćby mogło, a zatem

ledwie jakiś drobny ślad materji ogona do atmosfery przeniknąłby zdołał. Jeżelibyśmy wszakże przypuścili nawet, iż zupełna dyfuzya stałaby się możliwą, to i tak na 100 części wagi powietrza za ledwie jakąś jedną miliardową część przypadłaby na gaz ogona, ilość, któraby w żaden sposób skonstatawaną być nie mogła, a nie dopiero, żeby przyczyną jakichś klęsk stać się miała. Weźmy jakąkolwiek najbardziej trującą substancję, to możemy twierdzić z wielkiem prawdopodobieństwem, iż w takiej, jeżeli nie w większej ilości znajduje się ona w powietrzu, ale bynajmniej tem się nie niepokoiimy.

Jeżeliby ktoś jeszcze wątpił o zupełnej nieszkodliwości ogonów komet, możemy z ostatnich czasów, bo z obecnego stulecia, przytoczyć dwa fakty znalezienia się ziemi w ogonie komety, co nie pociągnęło za sobą nietylko jakichś klęsk, ale wprost nie zaznaczyło się żadnym innym wpływem. W zeszłym stuleciu w 1783 r. i w naszym stuleciu w 1831 r. obserwowano przez pewien czas nadzwyczaj czerwone zorze, które niektórzy objaśnić chcieli świeceniem cząstek ogona komety, otulającego ziemię, ale ściśle badania wykazały, iż żadnej komety wówczas w bliskości ziemi nie było, zorze zaś wymienione były wywołane przez drobne pyłki, uniesione w górę w czasie silnych wybuchów wulkanicznych, które wówczas zaszły. To samo zjawisko naprzykład wystąpiło nader wybitnie w latach 1883 i 1884 po nader silnym wybuchu wulkanu na wyspie Krakatoa w archipelagu Sundzkim.

Po raz pierwszy w tym wieku ziemia pogrążyła się w ognie komety 26 czerwca 1819 r., gdy głowa komety przechodziła przed tarczą słoneczną. Nic nadzwyczajnego nie zaszło w tym dniu, przyrządy meteorologiczne nie wykazały najłżejszych zaburzeń. Jest to tem pewniejszem, iż nie wiedzano nic przedtem o czekającej ziemię przygodzie i wszelkie sprawdzania dokonano dopiero znacznie później. Sama kometa ukazała się bowiem oczom ludzkim dopiero w 2 tygodnie później, 3-go lipca, a o fakcie przejścia przez ogon komety dowiedziano się dopiero w 1823 r., kiedy Olbers ogłosił rachunki, usuwające wszelką wątpliwość.

Drugi fakt tego rodzaju zdarzył się 30 czerwca 1861 r. Kometa tego roku, jedna z najwspanialszych, odkrytą została na początku czerwca, a 11 czerwca przeszła przez punkt przysłoneczny. Na prawdopodobieństwo spotkania zwrócono już uwagę wcześniej i na zaobserwowanie skutków zwrócono baczniejszą uwagę. Nic nadzwyczajnego wszakże nie zauważono, że zaś wistocie ziemia tego dnia znajdowała się w ognie komety, zdołano stwierdzić nawet bezpośrednią obserwacją. Kometa wówczas miała postać jasnej, okrągłej plamy, otoczonej rodzajem subtelnych obłoczków świetlnych, a dalej rozciągały się pod kątem dwie jasne smugi, zbiegające się w głowie komety. Taką postać musiała mieć kometa, widziana perspektywicznie przez obserwatora, znajdującego się wewnątrz ogona i patrzącego wzdłuż jego osi. Widok ogona zmieniał się bardzo szybko, mianowicie zmniejszał się kąt utwo-

rzony przez obie smugi, co musiało być nieodzownym skutkiem oddalania się komety od ziemi. Rachunek wykazał, iż kometa znajdowała się pomiędzy słońcem a ziemią w odległości 3 milionów mil, ogon zaś jej, zwrócony ku drodze ziemskiej, miał długość 3,260,000 mil, a zatem ziemia, która przechodziła wówczas przez tę część swej drogi, pograżyła się w ogonie komety na głębokość, wynoszącą przeszło ćwierć miliona mil, i pozostawała w nim w ciągu kilku godzin.

W r. b. znowu jest bardzo prawdopodobnem przejście ziemi przez ogon komety Halleya. Pod tym względem wyniki obliczeń są następujące. Kometa przejdzie przez węzeł zstępujący swej drogi dnia 18 maja o g. 11 $\frac{1}{2}$ przed południem, ziemia zaś przejdzie przez punkt swej drogi leżący na linii węzłów komety w 18 godzin później, to jest o g. wpół do 6 rano dnia 19-go. W chwili przejścia komety przez węzeł ziemia będzie o 60,000 mil od linii węzła odległą. Po przejściu przez węzeł kometa będzie pod płaszczyzną ekliptyki, a jeżeli ogon, odwrócony od słońca sięgać będzie aż po za drogę ziemską, to ziemia przesunie się ponad nim. Jeżeli, co jest prawdopodobne, długość ogona wynosić będzie więcej niż 3,100,000 mil, a promień przekroju ogona płaszczyzny prostopadłą do prostej, łączącej kometę ze środkiem słońca, wynosić będzie co najmniej 60,000 mil, to ziemia na pewien czas pograży się w ogonie komety. Być może, iż wystąpią wtedy jakieś efekty świetlne na niebie, w tych miejscach kuli ziemskiej, w których wówczas będzie

noc, które nie ujdą bacznej obserwacyi. Prawdopodobniejsze wszakże jest, że zjawisko minie bez śladu. O jakimś niebezpieczeństwie, mogącym ziemi grozić z tego powodu, po wyżej podanych wyjaśnieniach oczywiście niema mowy. Wszystko, co się mówi na ten temat są to czeze tantazy.

Zajmijmy się teraz pytaniem, co byłoby skutkiem spotkania się ziemi z głową komety.

Jak sobie w ogólności należy wyobrażać głowę komety, o tem mówiliśmy już poprzednio. Wiemy, iż jest ona utworzona z oddzielnych cząstek materyi, które w sumie składają się na masę, nie wywołując żadnych zaburzeń nawet wówczas, gdy przejdzie w niezbyt wielkiej odległości od ziemi. Czy mamy jaki sposób bliższego zbadania rozmiarów tych cząsteczek?

Wiemy, iż pod wpływem słońca kometa traci część swojej materyi, która z niej się wydziela jako ogon. Kiedy materya ta się wyczerpie, kometa już ogona nie posiada. Jednakowoż rozkład komety nie kończy się z chwilą, gdy utraci resztę materyi ogonotwórczej, odbywa się on w dalszym ciągu, ale pod działaniem zupełnie innych sił, którym podlegają wszystkie cząstki komety.

Znane jest w mechanice niebieskiej prawo, będące bezpośrednim wynikiem prawa ciężenia powszechnego, opiewające, iż drugie potęgi okresów obiegu dwóch ciał, krążących dokoła słońca, mają się do siebie tak, jak trzecie potęgi ich średnich odległości od słońca. Ztąd wypływa, iż ciało bliż-

sze prędzej kończy swój obieg dokoła słońca, aniżeli ciało dalsze. Wiadomo naprzykład, że im dalszą od słońca jest planeta, tem okres jej obiegu jest dłuższy. Ponieważ głowa komety składa się z oddzielnych cząsteczek materyalnych, zajmujących dosyć znaczną przestrzeń, więc odległości tych cząsteczek od słońca są rozmaite, a zatem według powyższego prawa okres obiegu każdej z tych cząstek jest inny. Oczywiście, różnice, z jakimi tu mamy do czynienia, są niewielkie, i jeżeli nawet za każdym obiegiem cząstki odleglejsze pozostaną nieco w tyle za innemi, to z ziemi tego tak prędko dostrzedz się nie da. Jednakowoż, ponieważ takie opóźnianie musi zaehodzić ciągle, więc z biegiem czasu kometa, początkowo mniej lub więcej okrągła, musi przybierać kształt coraz bardziej wydłużony w kierunku swej orbity, a jednocześnie, ponieważ odległości pomiędzy oddzielnymi cząstkami wciąż wzrastają, musi stawać się coraz mniejszą i słabiej świecąca. Gdy to rozsypanie się przekroczyło pewne granice, kometa przestaje być widzialną. Jednakowoż istnieje ona i dalej, jako chmara ciałek, rozsypanych na znacznej przestrzeni i krążących nadal w dawnych swoich orbitach. Łatwo wywnioskować, co stanie się dalej. Oto koniec końców ciała te rozsypią się wzdłuż całej orbity komety i utworzą pierścień naokoło słońca. Orbita komety stanie się, rzec można, czemś materyalnem.

Proces ten spokojny i systematyczny skutkiem jakichś zaburzających wpływów może uleść pewnej modyfikacyi lub przyspieszeniu. Że jednakże od-

bywa się, mamy na to dowody najrozmaitsze, czy to w wyglądzie komety, świadczącym, iż dzielenie się komety wkroczyło już w fazę widoczną, czy to w istnieniu komet, które bezwątpienia tworzyły niegdyś jedną komętę, i są jej częściami, czy to w fakcie rozkładu komety, który odbył się w ostatnich czasach.

Przykłady komet pierwszej kategorii prócz kilku, przytoczonych u autorów starożytnych i w dawniejszych kronikach, dają nam komety z lat 1618 i 1652 i wielka wrześniowa kometa z r. 1882. Wspomnieliśmy o tych kometach już przy innej sposobności. O pierwszej z tych komet mówi Cysatus, który ją obserwował, iż w czasie jej widzialności jądro jej, które poprzednio było jednolite, podzieliło się na cały rój oddzielnych punktów. Głowa drugiej, według obserwacyi Heweliusza, od samego początku miała wygląd bladej tarczy, obsianej jasnymi ziarnami, które nie mogły być czemś innem, jak częściami jądra, które uległo już znacznemu rozkładowi. Kometa r. 1882 miała na początku pojedyncze jądro, 30 września jednakże zauważono podział jądra na 2 części, 13 października jądro już było podzielone na 3 masy, w kilka dni później kometa miała już cztery oddzielne jądra, wreszcie 29 stycznia 1882 przybyło do poprzednich jeszcze jedno jądro. Dalszego podziału jądra nie można było obserwować, pomimo, iż kometa dopiero w czerwcu przestała być widzialną, znalazłszy się w odległości 100 milionów mil od ziemi.

O istnieniu komet, które w rzeczywistości są

oddzielnemi częściami jednej komety, przekonało nas nasze stulecie w sposób nader wymowny, pomimo, iż nie mamy w tej dziedzinie innych podstaw do wnioskowania, jak stwierdzenie, jeżeli nie zupełnej identyczności dróg tych komet, to przynajmniej wielkiego ich podobieństwa.

28 lutego 1843 r. odkryto w Ameryce kometa, która później okazała się zjawiskiem bardzo ciekawem, szczególnie ze względu na swój olbrzymi ogon, oraz ze względu na punkt przysłoneczny, najbliższy słońca ze wszystkich dotychczas znanych. W punkcie przysłonecznym odległość komety od powierzchni słońca wynosiła zaledwie 7.000 mil, t. j. znajdowała się ona bliżej, aniżeli sięgają granice korony słonecznej. Widziana z ziemi, znajdowała się ona w bezpośrednim sąsiedztwie tarczy słonecznej, obok której, ku wielkiemu podziwowi publiczności, widzianą była w białym dzień. Obliczony dla tej komety okres obiegu z powodu niedostatecznej ilości danych obserwacyjnych nie odznacza się wielką pewnością, przypuszczalnie wynosi kilkaset lat, natomiast położenie orbity tak w przestrzeni, jak i w jej płaszczyźnie wyznaczone zostało ze znacznym stopniem dokładności.

W 37 lat później, 1 lutego 1880 r. odkrytą została inna kometa, znana u astronomów pod nazwą wielkiej komety południowej, która w zachowaniu się swem, mianowicie przez nadzwyczajne zbliżenie się do tarczy słonecznej i przez kształt swego ogona, bardzo przypominała kometa r. 1843. Widzianą

ona była tylko przez 3 tygodnie, na podstawie wszakże nagromadzonego materiału obserwacyjnego zdołano obliczyć, iż elementy drogi tej komety prawie są identyczne z elementami drogi komety r. 1843. Taka zgodność dopuszczała 2 objaśnienia: 1) że kometa r. 1880 jest identyczna z kometa r. 1843, której obieg dokonywa się zatem w ciągu lat 37, wbrew rachunkom niektórych astronomów; 2) że jest to inna kometa, krążąca w tej samej orbicie co i tamta. Pierwsze z tych przypuszczeń wydało się wszakże daleko mniej prawdopodobnem, gdyż kometa tej wielkości, gdyby w tak krótkich odstępach czasu się pojawiała, musiałaby niewątpliwie już poprzednio niejednokrotnie być dostrzeżoną. Kwestya powyższa zresztą niedługo czekała na swe rozstrzygnięcie.

W początku września r. 1882 została odkryta kometa niezależnie przez kilku astronomów w Brazylii, Egipcie i na Przylądku Dobrej Nadziei w bezpośrednim sąsiedztwie słońca. Kometa ta była obserwowana, aż do zupełnego zbliżenia się do tarczy słonecznej, między którą a oczami obserwatorów wkrótce potem się znalazła. Takie przejście przed tarczą słoneczną dostarczyło jeszcze jednego dowodu nadzwyczajnej lekkości komet. Chociaż bowiem światło komety tej pozornie miało natężenie światła słonecznego, pomimo to jednakże na tle słonecznem zginęła ona bez śladu, zdawało się wprost, iż wpadła i utonęła w ognistej otchłani słońca. Na drugi dzień, gdy wzeszło słońce, kometa nadzwyczaj wspaniale świeciła już po drugiej stronie tarczy słonecznej, widziana swobodnie gołym okiem. Co jednak-

że najbardziej wprawilo w zdumienie astronomów, to identyczność obliczonej w kilkanaście dni później drogi tej komety z drogami komet r. 1843 i 1880.

Jakkolwiek w ten sposób stało się prawie niewątpliwem, że trzy te komety były w rzeczywistości różnemi, nie zaś powrotem jednej i tej samej komety, to jednakże pewności zupełnej pod tym względem jeszcze nie było. Znanym był przykład komety, mianowicie komety Enckego, której okres obiegu za każdym razem był krótszy. Wprawdzie różnice wynosiły zaledwie kilka dni, w tym zaś razie okres 37-letni musiałby skrócić się do dwóch lat, jednakże z góry przeczyć możliwości tego nie było można ze względu na bezprzykładnie wydłużony kształt drogi tej komety. Wiadomo bowiem było, że kometa przechodzi tak blisko słońca, iż zanurza się nie tylko w głąb korony słonecznej, ale nawet o niezbyt wysokie protuberancje słoneczne zawadzić by mogła. Taka kolizya wobec bardzo małej masy komety, być może, byłaby w stanie dotkliwie zmienić kształt drogi komety. Jednakże na komecie r. 1882 przekonano się najdowodniej, iż przejście jej przez punkt przysłoneczny bynajmniej żadnych dostrzegalnych zaburzeń za sobą nie pociągnęło. Poprzednie 2 komety były zauważone już po przejściu przez punkt przysłoneczny, kometa zaś r. 1882 została odkrytą jeszcze na tydzień przed przejściem przez ten punkt, a później była jeszcze 9 miesięcy obserwowaną po przejściu przez ten punkt. Bardzo dokładne pomiary wykazały, iż szybkości komety po dwu stronach punktu przysło-

necznego przy jednakowych od tegoż odległościach nie różniły się wcale, że zatem szybkość komety w bliskości słońca nie uległa zmianie. Z drugiej zaś strony długa widzialność komety pozwoliła z większą dokładnością obliczyć okres jej obiegu, który wynosi, według rachunku Kreutza, 843 lata, a więc z możliwym okresem 2-letnim w żaden sposób pogodzić się nie da.

Z zupełną stanowczością można było zatem już twierdzić, iż 3 te komety były częściami jednej dawnej komety, uległej częściowemu rozkładowi. Podział jądra komety r. 1882 w czasie jej widzialności na oddzielne jądra, który zaznaczyliśmy już poprzednio, pokazuje nam, iż rozkładowi dalszemu podlegają i owe oddzielne części. Co do komety r. 1882 stwierdzono nawet, iż owo rozpraszanie się postąpiło nawet już dosyć daleko. Zauważono mianowicie 9 października w dosyć znacznej, bo 4^0 wynoszącej odległości od tej komety, niewielką mglistą masę w tym samym kierunku poruszającą się, co i kometa, w kilka dni zaś później, przy bardzo dogodnych warunkach widzialności, obserwowano na przestrzeni około 6 stopni na południowy zachód od komety 8 tego rodzaju wątych utworów; później taki sam utwór odkryto i po drugiej stronie komety. Widocznie zatem szczątki rozpraszającej się komety rozsypane były na jej drodze już na bardzo znacznej przestrzeni.

Jakby dla ostatecznego stwierdzenia wyprowadzonych poprzednio wniosków, w r. 1887 znowu

odkrytą została kometa, również jak tamte w bezpośredniej bliskości słońca i również poruszająca się w orbicie bardzo zbliżonej do tamtych.

Przykład podobnego systemu komet, jak komety z lat 1843, 1880, 1882 i 1887, mamy również w kometach r. 1807 i r. 1881, z których ostatnia odkrytą została przez Tebbutta w Australii. Elementy ich dróg są bardzo zbliżone, jednakże w żaden sposób okres obiegu nie może wynosić 74 lat, jakby należało przypuścić, gdyby chcieć uważać kometa Tebbutta za powrót komety r. 1807. Długa widzialność komety r. 1881 dała możność ze znacznym stopniem dokładności obliczyć okres jej obiegu. Wynosi on około 3000 lat.

Powyższe przykłady dostatecznie stwierdzają fakt rozpadania się komet. Mówią nam one wszakże tylko o faktach już dokonanych i nie dają nam obrazu ostatecznego rozkładu komet, który nie kończy się rozpadnięciem jednej komety na kilka oddzielnych komet. Jesteśmy jednakże w stanie przytoczyć fakt, jedyny, o jakim wiedzą nowsze dzieje astronomii (ze starożytnych przytacza Ephorus fakt podobny, który zaszedł r. 373 przed N. Ch.), zaobserwowane całkowite rozproszenie się komety na drobne, niewidzialne cząsteczki. Dotyczy to wspomnianej już kilkakrotnie poprzednio komety Bieli.

Kometa ta nigdy nie przedstawiała wybitnego zjawiska. Była to typowa kometa teleskopowa bez śladu ogona i jądra, przez której masę swobodnie przeświecały gwiazdki 16 i 17 wielkości, pomimo,

iż droga ich promieni wewnątrz materji komety wynosiła przynajmniej 10,000 mil. Pomimo tej niepozorności kometa ta zaraz po odkryciu jej w roku 1826 okazała się zjawiskiem nader ciekawem, a to z powodu swej peryodyczności. Była to dopiero trzecia z rzędu znana kometa peryodyczna, okres jej obiegu wynosił 6.6 lat.

Kometa Bieli okazała się wkrótce interesującą i z innych powodów. Dowiedziano się mianowicie, iż ziemia corocznie przecina drogę komety w jej węźle zstępującym i że musi nastąpić spotkanie z kometa, jeżeli oba ciała niebieskie znajdą się jednocześnie w punkcie przecięcia ich dróg. Skutkiem tego obawiano się na rok 1832 katastrofy, o czem mówiliśmy w drugim rozdziale. W r. 1839 kometa widziana być nie mogła z powodu złych warunków widzialności, obserwować można ją było dopiero w czasie następnego powrotu w roku 1845—46.

W istocie 28 listopada r. 1845 została ona dostrzeżoną w zwykłej swej postaci. Wkrótce jednakże zauważono, iż wydłużyła się ona znacznie, a 29 grudnia stwierdzono, iż podzieliła się na dwie części. Wkrótce potem odległość tych części na niebie dosięgła 9' łuku, co odpowiadało odległości rzeczywistej 34.100 mil. Odległość ta jednakże później znów się zmniejszała.

Jednocześnie z tem rozdzieleniem zmienił się też charakter komety. W każdej części teraz wytworzyło się niewielkie jądro, którego cała kometa nigdy nie miała, oraz każda z nich otrzymała ogon,

zwrócony prostopadłe do linii połączenia środków tych części. Jasność i wygląd obu części ulegały ciągłym zmianom. W pierwszych tygodniach po podziale różnica w jasności tych części była zupełnie wyraźna, 12 lutego mniejszy odłamek zrównał się z większym, 14 zaś już go prześcignął, później znów się zmniejszył. Takie wahania jasności odbywały się aż do chwili zniknięcia komety w połowie kwietnia.

Zjawiska, które następczała kometa Bieli, dostarczyły jeszcze jednego dowodu ogromnej subtelności materji komety i stwierdziły, że jądra komet w naturze swej nie różnią się bardzo od otaczającej je powłoki. Z jednej strony bowiem najtroskliwsza dyskusya danych obserwacyjnych nie wykazała najłżejszego działania wzajemnego mas obu części komety, pomimo tak małej odległości, która je dzieliła, z drugiej zaś strony na wytworzenie się jąder użyta została materja komety bardzo nikłej w całości i nie wykazującej poprzednio żadnej koncentracji. Istnieje zatem prawdopodobieństwo, iż do tworzenia się jąder wprowadzić potrzebne są specjalne warunki, że wszakże komety z jądrami nie są dla nas niebezpieczniejszemi, aniżeli komety bez jąder.

Kiedy kometa Bieli pojawiła się znów w roku 1852, jasność obu części była prawie jednakowa i zmieniała się w niewielkich granicach, a odległość pomiędzy niemi dosięgała już 271.000 mil, to jest stała się 8 razy większą aniżeli za poprzedniej wi-

działności. Warunki obserwacji tym razem były jednakże bardzo niekorzystne i kometa zaledwie 2 tygodnie mogła być obserwowana. W drugiej połowie września zginęła ona oczom astronomów — i przytem na zawsze.

Według teorii, miała się ona pojawić w latach 1859, 1865, 1872 i t. d. Droga komety Bieli została obliczoną tak dokładnie, że wiedzano bardzo dobrze, gdzie jej szukać trzeba; zresztą zbytecznem chyba jest dodawać, jak wielkie zainteresowanie astronomów budziły dalsze losy tej komety, że zatem poszukiwali jej oni z nadzwyczajną gorliwością. Pomimo to ani w r. 1859, ani w r. 1865 nie udało im się dostrzedz ani śladu komety Bieli. W latach wymienionych warunki obserwacji były niezbyt korzystne, za to w r. 1872 były one bardzo korzystne, ten rok zatem miał ostatecznie rozstrzygnąć, czy kometa jeszcze istnieje, czy też zginęła. Ale i w tym roku kometa się nie pojawiła, ani w żadnym z następnych. Cóż mogło się z nią stać?

Niewątpliwie nie została ona wyrzuconą z poprzedniej swej drogi, bo do tego nie było powodów, proces jej rozkładu zatem widocznie postępował szybko naprzód i kometa rozpadła się na części zbyt małe, ażeby dostrzeżone być mogły. Że tak się stało w istocie, na to istnieje dowód niezbity.

Wiemy, że droga ziemi przecina drogę komety Bieli w jej węźle zstępującym. W r. 1872 kometa według rachunków musiała przejść przez ten węzeł w początku września, ziemia zaś mogła się

w tym punkcie znaleźć dopiero po 12 tygodniach, t. j. w końcu listopada. Spotkanie zatem z pierwotną kometą było niemożliwe. Jeżeli jednakże, jak to było prawie pewnem, kometa ta uległa rozkładowi, i materya jej rozproszyła się na znacznej przestrzeni wzdłuż jej drogi, to istniało znaczne prawdopodobieństwo, iż ziemia, przecinając drogę komety, napotka na swej drodze rozproszone jej szczątki. W istocie, kiedy ziemia 27 listopada znalazła się w bliskości drogi komety, obserwowano zjawisko, które nie tylko w zupełności stwierdziło przewidywania astronomów, ale równocześnie pokazało, czem są te szczątki komety, potwierdzając w zupełności te poglądy, które w postaci hipotez, zresztą bardzo uzasadnionych, już poprzednio niejednokrotnie były wygłaszane.

Zaraz po zachodzie słońca 27 listopada 1872 r. rozpoczęło się w zachodniej Europie widowisko bardzo wspaniałe. Tysiące meteorów w postaci iskiełek świetlanych poczęły przecinać we wszystkich kierunkach pogrążone w ciemności sklepienie niebieskie. Gwiazdy spadające ukazywały się w takiej liczbie, iż w istocie sprawiały wrażenie jakiegoś deszczu ognistego, policzyć wszystkie było niepodobieństwem. Po kilka meteorów jednocześnie nieprzerwanie widzialnych było na niebie, i przeciętną ich liczbę podają na 5 na sekundę, co czyni 300 na minutę. Liczba gwiazd spadających w maximum wynosiła 75.000 na godzinę. Chmura, rozlewająca ten deszcz ognisty, zdawała się przenosić z zachodu na wschód, skutkiem czego wido-

wisko po kolei widzialnem się stawało we wschodniej Europie i Afryce, w Azji i wreszcie i w Ameryce. W Europie spektakl zakończył się około północy.

Wszystkie te meteory wychodzić się zdawały z jednego punktu nieba, położonego w bliskości gwiazdy γ Andromedy, a jak już poprzednio obliczono, był to ten sam punkt, w którymbyśmy wówczas widzieć musieli kometę Bieli, gdyby ta zbliżała się do swojego węzła, lub też w danym razie do ziemi, która właśnie znajdowała się w węźle drogi komety. Nie ulegało zatem najmniejszej wątpliwości, iż te meteory były szczątkami komety Bieli. Właściwa kometa, gdyby istniała, znajdowałaby się już po drugiej stronie węzła i oddalałaby się od ziemi. Gdyby odległość ta nie była zbyt wielką, kometa musiałaby być widzialną z ziemi w punkcie dyametralnie przeciwległym względem γ Andromedy, który znajduje się w gwiazdozborze Centaura w bliskości gwiazdy δ . Punkt ten widzialny jest tylko z miejscowości, położonych na południowej półkuli ziemi. W chwili, gdy w Europie spadały najobficiej meteory, przyszła jednemu z astronomów europejskich (Klinkerfuesowi) myśl przekonania się, czy w istocie ziemia nie znajduje się w jakimś większym odłamku komety Bieli i w tym celu zakomunikował telegraficznie astronomowi Pogsonowi w Madrasie (Indye wschodnie), ażeby szukał w bliskości gwiazdy δ Centaura. Niestety, w Madrasie panowała właśnie niepogoda i poszukiwania można było rozpocząć dopiero w 36 godzin po

otrzymaniu wiadomości. Gdy Pogson zwrócił instrument na wskazany punkt nieba, w istocie znalazł tam małą kometę bez ogona, ale z wyraźnem jądrem. Drugą obserwacyę tej komety udało się zrobić jeszcze następnego dnia, później jednakże znów niebo pokryło się chmurami i obserwacye dalsze stały się niemożliwemi; gdy pogoda znowu wróciła, komety już nie było. Ponieważ dla obliczenia drogi komety potrzeba conajmniej trzech obserwacyi, więc droga tej komety obliczoną być nie mogła, i kwestya, czy kometa, widziana przez Pogsona, w istocie była fragmentem komety Bieli, przez który ziemia przeszła 27 listopada, nie została rozstrzygniętą. Jednakowoż, że meteory, wówczas obserwowane, były szczątkami komety, to nie ulega najmniejszej wątpliwości.

Zjawisko, które zaszło w r. 1872, nieprzewidzianem nie było. Kometa Bieli już wówczas, gdy jeszcze obserwowaną być mogła, była tylko do pewnego stopnia resztką, pozostałą z pierwotnej, znacznie wybitniejszej komety, która część swej materyi zdołała już rozproszyć. Wiedzano też, że obfite roje gwiazd spadających, zdających się wychodzić z gwiazdy γ Andromedy, obserwowane były między innemi w latach 1838, 1847, szczególnie zaś obfity w r. 1867. Kiedy zaś nauczono się obliczać drogi tych drobnych ciałek w przestrzeni, przekonano się, iż poruszają się one w tej samej drodze, co kometa Bieli. W r. 1872, dokładnie poznano związek, jaki istnieje pomiędzy kometą, a rojem, zwanym z powo-



du położenia punktu, z którego zdają się wychodzić, (punktu promieniowania), Andromedaidami.

Kiedy przy następnym powrocie r. 1879, kometa Bieli przechodziła przez węzeł, ziemia znajdowała się w znacznej odległości od tego węzła i rój Andromedaidów prawie wcale nie wystąpił. Powtórzyło się to zjawisko jednakże z wielką wspa-
niałością w r. 1885. Tym razem ziemia przeszła przez węzeł około 9 tygodni przed kometa; widzi-
my ztąd, że szczątki tej ostatniej są rozproszone po obu jej stronach i to na dosyć znacznej prze-
strzeni. Jeżeli przyjmiemy mianowicie, iż w r. 1872 ziemia przeszła przez końcową część chmury, utwo-
rzonej z cząstek komety, a w r. 1885 przez jej ko-
niec, to wypadnie, iż początek tej chmury przecho-
dzi o 21 tygodni wcześniej, aniżeli koniec. Ponie-
waż szybkość cząstek w tej części drogi można
uważać za równą szybkości ziemi (29 kilometrów
na sekundę), więc wypada, iż szczątki komety roz-
proszone są wzdłuż jej drogi na 50 milionów mil,
tj. na 16-tej części całej drogi. Niewątpliwie jednak-
że rozproszone są jeszcze znacznie dalej, gdyż miej-
sca, przez które przechodziła ziemia, były już do-
syć gęste, a u krańców tej chmury kometarnej czą-
steczki materii z pewnością są daleko mniej liczne.

Jakaż jednakże jest rzeczywiście gęstość czą-
stek w tej chmurze kometarnej, którą nazwaliśmy
dosyć znaczną? Znalezione, iż szybkość względna
ziemi i cząstek, w chwili spotkania się ich, wynosi
19 kilometrów na sekundę. Gdyby zatem cząsteczki

te były uszeregowane jedna za drugą, to, ażeby jedna tylko na sekundę ukazywała się nam w postaci gwiazdy spadającej, odległość jednej od drugiej wynosiłaby 19 kilometrów. Na podstawie całego szeregu obserwacji nad częstością ukazywania się gwiazd spadających wywnioskował Newton, jeden z najgorliwszych badaczy w tej dziedzinie astronomii, która nas właśnie zajmuje, iż jedna cząsteczka materyalna przypada na przestrzeń 16 mil sześciennych, t. j., iż odległość jednej cząstki od drugiej wynosi przeszło 3 mile.

Niewątpliwie gęstość cząsteczek tych w każdej komecie, zanim się ona rozproszyła, jest znacznie większą. Jeżeli przypuścimy, że jest ona 10 razy większą, to będzie to, być może, nieco za wiele, ale i w tym razie jeszcze odległość jednej cząsteczki od drugiej wynosiłaby blisko $2\frac{1}{2}$ kilometra. Komety zatem musimy uważać za zbiorowiska cząsteczek materyalnych, odległych jedna od drugiej na całe kilometry, które to cząsteczki w warunkach sprzyjających ukazują się nam w postaci gwiazd spadających.

Przyczyna ukazywania się jest ta, iż ciała te, wdzierając się z ogromną szybkością do atmosfery ziemskiej, gdy ją na swej drodze napotkają, skutkiem silnego tarcia rozpalają się i rozsypują lub ulatniają. Całe to zjawisko od zabłyśnięcia do zagaśnięcia trwa zazwyczaj bardzo krótko, rzadko tylko dłużej nad sekundę, najczęściej zaś tylko ułamek sekundy, co dowodzi, iż masa cząsteczki, ule-

gającej rozkładowi, jest nadzwyczaj mała. Jak z rozmaitych doświadczeń wywnioskowano, masa najjaśniejszych gwiazd spadających rzadko tylko jest większą od grama, w ogólności zaś waży tylko ułamek grama i nie jest większą od ziarna prosa. I otóż to spotkania się z takimi drobinami, oddzieleniem od siebie kilkokilometrową odległością i nie mogącemi nigdy dosięgnąć dna tego morza atmosferycznego, na którem człowiek snuje swe życie, obawiano się tak długo i dziś jeszcze wielu się obawia.

Przyznać trzeba, iż drobne te cząstki rozproszonych komet, które w postaci gwiazd spadających nadają przelotne życie pozornie niezmiennemu sklepieniu niebieskiemu, przy innych warunkach istnienia mogłyby się stać utrapieniem. Gdyby na przykład ziemia nie posiadała powietrza i życie było bez niego możliwem, to drobne te ciała, które opadają obecnie na ziemię bardzo powoli w postaci najsubtelniejszego, jaki tylko sobie wyobrazić możemy, pyłu, spadałyby bezpośrednio na powierzchnię ziemi z całym impetem ciał, pędzących niekiedy z szybkością 100 kilometrów na sekundę, i zrzędałyby straszne zniszczenie, miażdżąc i paląc (o ile oczywiście, pożar bez powietrza byłby możliwy). Na powierzchnię całej kuli ziemskiej przypada rocznie co najmniej, według obliczeń Newtona, 146.000,000,000 gwiazd spadających. Wszystko to mrowie podchwytuje w locie nasza atmosfera i obezwładnia je już zazwyczaj w wysokości kilkudziesięciu kilometrów nad powierzchnią ziemi. Do niższych warstw atmos-

fery nie przenosi się nawet najlżejszy ślad wstrząśnienia, spowodowanego tem impetycznem wdarciem się drobiny. Jeżeli nasz najbliższy towarzysz, księżyc, żywi na swej powierzchni istoty czujące, to znajdują się one w bardzo ciężkiej opresyi, gdyż pozbawione są zbawczej osłony powietrznej. A może przyroda pokryła je za to twardszymi od spiżu pancerzami?

Nie wszystkie meteory jednakowoż są tak drobnymi ciałkami, jak to poprzednio podaliśmy. Większość z nich rozmiarami nie przewyższa pozornej wielkości gwiazd lub planet, lecz zdarzają się i znacznie większe, dosiegające niekiedy wielkości księżyca w pełni. Są to niewątpliwie ciała o znaczniejszej masie, która nie jest w stanie rozproszyć się lub ulotnić w ciągu krótkiego czasu, w jakim ciało przebiega przez atmosferę i atmosfera nie jest w stanie zatamować ich ruchu. Większość tych meteorów, zwanych bolidami, natrafia ukośnie na atmosferę ziemską i, przeciąwszy ją, znowu powraca za jej granice. Jeżeli wszakże kierunek ich jest nie zbyt ukośny, albo jeżeli mają kierunek, zwrócony wprost ku ziemi, to padają na jej powierzchnię w postaci aerolitów o znacznej niekiedy masie. Wprawdzie dosiegają one ziemi z szybkością znacznie zmniejszoną oporem atmosfery, jednakże jeszcze dostatecznie szybko, ażeby niekiedy zaryć się w ziemię na kilka stóp głęboko. Takie aerolity, na szczęście, spadają dosyć rzadko i szkoda, jaką wyrządzają ludziom, jest minimalną.

Czy należy aerolity uważać również za szczątki

ki komet, kwestya ta jeszcze rozstrzygniętą nie jest. Wielu badaczy, opierając się na kształcie dróg tych ciał w przestrzeni, przypisuje im pochodzenie inne i uważa za bryłki, samopas unoszące się w przestrzeniach międzygwiazdowych, póki ich nie pochwyci w obręb swej władzy słońce. Nie ma w tem nic nieprawdopodobnego, gdyż, jeżeli w przestrzeni światła unosić się mogą skupienia drobnych ciałek, tworzących w następstwie komety, to i większe masy również tam znajdować się mogą. Jednakże nie da się zaprzeczyć, iż cząstki kometarne dosięgają także niekiedy takich rozmiarów, że mogą, wdarłszy się do atmosfery, zabłysnąć jako znacznej wielkości kule ogniste. Wystarcza na dowód tego fakt, iż w czasach obfitego spadania Andromedaidów w r. 1872, 85 i t. d., w znacznej również liczbie ukazywały się kule ogniste, z których wszakże, o ile się zdaje, żadna nie spadła na ziemię, przynajmniej o żadnym takim fakcie nie wiadomo.

Ponieważ pomiędzy powłokami zewnętrznymi komet, a ich jądrami nie ma żadnej różnicy zasadniczej, więc, być może, cała różnica leży w tem, że w jądrze skupiają się w znacznej liczbie, dosyć gęsto cząstki o masie znaczniejszej, wynoszącej kilograpy, a niekiedy nawet tysiące kilogramów (fakty spadnięcia aerolitów tej wagi na powierzchnię ziemi są znane). Oczywiście, kiedy kometa ulega rozkładowi, rozpraszają się wzdłuż jej drogi także owe szczątki jądra i mieszają się z drobniejszymi cząstkami komety. Ziemia, przechodząc przez rój tych drobnych mas, napotyka też od czasu do czasu taki

większy kawał i spokojnie pędzi dalej. Jednakowoż coby się stało, gdyby na swej drodze ziemia napotkała jądro komety, w którym, przypuśćmy, tysiące takich brył większych się skupiło? wtedy oczywiście, widok byłby bardzo wspaniały, jakieby zaś były skutki tej kolizyi, też nie trudno sobie uprzytomnić. Całe zjawisko trwałoby bardzo krótko, zaledwie kilka sekund, jakich ziemia potrzebowałaby, aby się przedrzeć przez niewielkie rozmiarami jądro komety. Ale w tych kilku sekundach setki lub tysiące kul ognistych przecięłyby z hukiem niebios, a wiele z nich z wielkim impetem spadłoby na ziemię, niszcząc wszystko, co by napotkały na swej drodze.

Katastrofa, jakaby ztąd wynikła, jednakowoż nie byłaby powszechną. Jeżeli przyjmiemy, iż jądro posiada promień 50 mil, t. j., iż należy do większych, to, jak łatwo obliczyć, ciała, z których się ono składa, spadłyby na powierzchnię, wynoszącą około 8,000 mil kwadratowych, t. j. nieco większą, niż połowa państwa austriackiego. Na tej przestrzeni szczególnie ucierpiałyby miasta, gdyż wiele budowli zostałoby zburzonych, czy to bezpośrednio skutkiem uderzenia meteorytów, czy też skutkiem wynikłych pożarów. Zresztą nie chcemy wchodzić w detalizowanie wszystkich możliwych skutków, gdyż byłoby to tylko próżne fantazyowanie. Dodamy jeszcze tylko, iż mieszkańcy okolic, sąsiadujących z terytoryum, nawiedzonym przez katastrofę, na znacznych obszarach byłiby widzami wspaniałego zjawiska, które jednakże dla nich przeszłoby bez żadnych następstw.



Mieszkańcy wreszcie półkuli przeciwległej nie wiedzieliby nawet nic o samem zjawisku, dopóki by nie doszła o niem wiadomość telegraficzna.

Czy taka kolizya wpłynęłaby na ruchy ziemi, zależałoby to od wielkości masy jądra komety; gdyby wszakże uległ jakiej nieznacznej zmianie czy to okres obrotu ziemi dokoła osi (t. j. dzień gwiazdowy), czy też okres obiegu jej dokoła słońca (t. j. rok gwiazdowy), to nie pociągnęłoby to za sobą innych skutków, oprócz pewnych koniecznych poprawek kalendarza.

Widzimy zatem, że nawet w tym krańcowym wypadku, gdyby ziemia spotkała się z jądrem komety, koniec świata by nie nastąpił, ani życie na ziemi nie uległoby zagładzie. Zresztą to, cośmy powiedzieli o skutkach takiego spotkania, zostało przytoczonem tylko w tym celu wszechstronnego omówienia przedmiotu, który nas zajmuje. Możliwości spotkania nie wykluczyliśmy, być może nawet wielka liczba meteorytów, spotykanych na niewielkiem terytoryum w Ameryce południowej, świadczy o takim spotkaniu w zamierchłej przeszłości; jednakże czytelnik sobie przypomni, jak minimalnem jest prawdopodobieństwo takiego spotkania. Prawdopodobieństwo, podane w rozdziale II., wyprowadziliśmy zresztą, przyjmując, iż wszystkie komety, jakie kiedykolwiek dostały się do naszego układu słonecznego, stale w nim pozostają w pierwotnej swojej postaci. Obecnie wiemy, iż komety z biegiem czasu się

rozkładają i rozpraszają, i mamy wiele powodów do twierdzenia, iż z komet, których prawdopodobną liczbę podaliśmy poprzednio, zaledwie tylko cząstka drobna i to nowszych, albo też krążących w orbitach bardzo rozległych, do dziś kometami pozostaje.

Jednym z dowodów powyższego twierdzenia, którym się tu ograniczymy, są gwiazdy spadające. Nie ma jednej nocy w ciągu roku, w której nie ukazałoby się co najmniej kilkanaście lub kilkadziesiąt gwiazd spadających. Wielka rozmaitość punktów promieniowania, z których te drobne meteory zdają się wychodzić, świadczy o tem, iż drogi ich w przestrzeni są nader rozmaite, a każda z tych dróg powiada, iż w tej drodze kiedyś krążyła kometą. W kilku przypadkach w istocie udało się znaleźć kometę, opisującą taką samą drogę; dowodzi to, iż kometą tą jest pozostałością dawniejszej większej komety. W przeważnej zaś liczbie przypadków, których obecnie liczymy na tysiące, komet odpowiednich nie odkryto, co każe przypuszczać, iż rozproszyły się one już w zupełności. Jeżeli zauważymy, iż komety, których szczątki w postaci gwiazd spadających jesteśmy w stanie oglądać, musiały mieć drogi, w bliskości jednego z węzłów zbliżające się bardzo do orbity ziemskiej takich zaś komet w stosunku do wszystkich mogła być zaledwie garstka; jeżeli dalej jesteśmy zmuszeni przyjąć, iż podobnemu rozkładowi ulegają nietylko komety wyżej wspomniane, ale i wszystkie, krążące w jakichkolwiek drogach, to prawdopodobieństwo spot-

kania się z jądrem komety z których zapewne jedna na tysiące nie przestała jeszcze istnieć, jako taka, zmniejszy się jeszcze całe tysiące razy. Możemy zatem spokojnie spoglądać w przyszłość.

ROZDZIAŁ V.

Czytelnik, który z cierpliwością przeczytał poprzednie rozdziały tej książeczki, mam nadzieję, dostatecznie został przekonany, że komety nie są w stanie wyrzucić żadnego bezpośredniego wpływu na bieg życia ziemskiego i do obawy nie dają żadnego powodu. Jeżeli zaś wpływały one niekiedy na bieg historyi, to były temu winne nie komety, ale ciemnota ludzka. Niestety, i dzisiaj jeszcze, pomimo wielkich i różnorodnych odkryć, dokonanych na wszystkich polach działalności ludzkiej, zdobycze cywilizacyi są udziałem niewielkiej zaledwie garstki wybrańców. Są dziedziny wiedzy, nader wszechstronnie zbadane, a jednakże o owocach tych badań wiedzą tylko ci, których one specyjalnie zdołały zainteresować — dla milionów innych, pośród których są nawet luminarze wiedzy, lecz poświęcający się innym jej dziedzinom, odkrycia te zdają się całkiem nie istnieć. A cóż mówić dopiero o tych tłumach

niezliczonych, dla których cała mądrość ludzka jest pustym dźwiękiem bez treści? Ciemnota zatem istnieje prawie taka sama jak i dawniej, i niewątpliwie rola komet, jako postrachu ludzkości, przetrwa wieki. Astronomowie jednakże zrobili swoje — obowiązkiem innych ludzi jest tylko poznać owoce ich pracy.

Dziwną jest jednakże dusza ludzkości. Wieść jakaś głucha, z nieznanego źródła, choćby rażąco nieprawdopodobna, znajduje posłuch i wiarę stokroć większą, aniżeli rozsądne słowa rozumnego człowieka. Nawet ludzie wykształceni, nie nadający takim przepowiedniom żadnego znaczenia, lubią o nich czasami pomówić, chociażby tylko w formie żartu, zamiast je wprost ignorować. Wieść się rozchodzi, trafi dziesięć razy na sceptyka, a jedenasty przyjmie ją w jaknajlepszej wierze za prawdę. Od tego zaś jako fakt niezbity, przechodzi ona do innych i t. d.

Autorzy tego rodzaju przepowiedni, jeżeli działają w dobrej wierze, zazwyczaj mają nader małe pojęcie o kwestyach, któremi się zajmują; wystarczyłyby im najzupełniej wiadomości, zawarte w poprzednich rozdziałach tej książeczki, ażeby się od wszelkich groźnych przepowiedni powstrzymać. Wolą oni jednakże uczyć innych i rozprzestrzeniać swoje błędne pojęcia, aniżeli uczyć się od ludzi poświęcających swoje życie nauce, których zazwyczaj ignorują. Są jednakże i tacy, którzy z zupełną świadomością rozpuszczają błędne pogłoski, aby, jak to

mówią, łapać ryby w mętnej wodzie, i dzięki łatwości ludzkiej zyskują rozgłos i sławę — Herrostratów.

Bądź co bądź przepowiednie, wygłaszane w naszych czasach, opierają się zawsze na jakichś podstawach. Podstawy te okazują się jednakże nadzwyczaj kruchemi, gdy poddamy je rozumnej krytyce. Zajmijmy się zatem bliżej sprawą końca świata, przepowiadanego w roku 1899, a dowiemy się nieco też o tem, czego się zamiast końca świata wtedy spodziewać należało.

Jak wiemy, droga komety Bieli w bliskości swego węzła zstępującego zbliża się bardzo do orbity ziemskiej. Jeżeli za te drogi przyjmiemy drogę środka ziemi i środka komety, to w węźle drogi komety odległość tych dróg od siebie wynosi zaledwie 3,500 mil. Promień ziemski jednakże wynosi 900 mil, gdyby więc ziemia i kometa znalazły się jednocześnie w tych punktach swych dróg, w których wzajemna ich odległość jest najmniejszą, to odległość powierzchni ziemi od środka komety wynosiłaby niespełna 2,600 mil. Jeżeli zatem promień głowy komety ma długość większą, niż 2,600 mil, to spotkanie się tych dwóch ciał musiałoby nastąpić. Wprawdzie obecnie komety tej już nie widzimy, ale istnieje zapewne jeszcze jakaś część tej komety, która tem się odznacza od innych jej szczątków, że gęstość ciałek w niej jest największą. Otóż na rok 1898 przepowiedzianem zostało bardzo wielkie zbliżenie się ziemi do owej najgęstszej części roju Andromedaidów.

Nie potrzebuję już zapewne powtarzać, iż takie spotkanie zupełnieby dla nas groźnem nie było, ależco więcej łatwo wykazać, iż spotkanie to w r. 1898 nastąpić nie mogło.

Wiemy, iż w r. 1872 przejście komety przez węzeł miało miejsce d. 4 września, następne zaszło w roku 1879 w połowie maja, a drugie z kolei 26 stycznia 1886 r. W pierwszym razie ziemia, przechodząc przez węzeł w końcu listopada, natrafiła na ciała, dążące za kometą, w ostatnim zaś na ciała, wyprzedzające kometę. (Przez kometę należy właściwie rozumieć tylko punkt, w którymby się kometa znajdować musiała, gdyby się nie rozproszyła, teraz zaś w tym punkcie należy sobie tylko wyobrażać najgęstszą część powstałego z niej roju). Okres obiegu komety zmienia się nieco z powodu zaburzeń, jakim ruch jej skutkiem działania planet ulega; jednakowoż, gdy nie chodzi o wielką ścisłość, możemy się zadowolić okresem 6 lat 254 dni, jaki wypływa z poprzednich przejść. W ten sposób wypadnie, iż przejście komety przez węzeł nastąpić musiało dopiero w drugiej połowie czerwca 1899 r.

Ponieważ skutkiem tych samych zaburzeń planetarnych węzeł komety przesuwa się w kierunku odwrotnym rocznemu ruchowi ziemi, więc ziemia w każdym roku wcześniej, a mianowicie przeszło o jeden dzień na każde dziesięć lat, przechodzi przez ten węzeł. W 1898 r. przeszła ziemia przez ten punkt już 24 listopada. Kometą jednakże jeszcze musiała

biedz około 7 miesięcy, ażeby znaleźć się w tym punkcie swej drogi, i w chwili przejścia ziemi przez węzeł była odległą od niej o 38 milionów mil. Nieliczne Andromedaidy, które w 1898 r. się ukazały, były to te cząsteczki, które już na 38 milionów mil od środka komety zdążyły się oddalić. Prawdziwie wspaniale Andromedaidy wystąpią dopiero w 1911 r., na co może nie zaszkodzi już teraz zwrócić uwagę. Jeżeliby wszakże ktoś koniecznie chciał widzieć przyczynę zburzenia ziemi w zetknięciu się jej z najgęściejszą częścią komety Bieli, to musiałby odłożyć tę katastrofę aż na rok 1939, gdyż wówczas dopiero takie spotkanie zajdzie w istocie, oczywiście, nie z środkową częścią, ale z częścią o półtora tysiąca mil odległą od środka; spotkanie z samym środkiem ze względu na wyżej podaną odległość dróg nigdy zdarzyć się nie może. Złowróżbny prorok zyskałby może wówczas tem większą wiarę tłumów, ponieważ będzie to ostatni rok drugiego tysiąclecia naszej ery. (Kiedy kończyło się pierwsze tysiąclecie naszej ery, wiara w rychły koniec świata była bardzo rozpowszechniona). Taki prorok prawdopodobnie i, wówczas się znajdzie. Będzie to w rzeczywistości widowisko niebywale wspaniałe. Zinnym ważnym rojem łączono, przepowiednie końca świata w r. 1899.

Rój ten, zwany rojem Leonidów, ponieważ wszystkie meteory tego roju zdają się wychodzić z punktu nieba, leżącego w bliskości gwiazdy γ Lwa (Lew po łacinie Leo), ma szczególnie wielkie znaczenie w historii naszych poglądów na komety, po-

nieważ, dzięki niemu, odkrytym został związek, zachodzący między kometami a gwiazdami spadającymi.

Jeszcze w końcu zeszłego stulecia poglądy na naturę i pochodzenie gwiazd spadających były nader powikłane. Jedni uważali je za palne gazy, unoszące się w atmosferze, które zapalały się jakimś przypadkiem, powodując zjawisko w rodzaju błędnych ogników, inni źródło ich upatrywali w wulkanach księżycowych, a tylko nieliczni uważali je za drobne partykuły, unoszące się w przestrzeni planetarnej, niewiadomego zresztą pochodzenia. Wogóle jednakże zjawiska gwiazd spadających nie poddawano badaniom systematycznym. Takie badania rozpoczęto dopiero właśnie przy samym końcu minionego wieku.

Dnia 12-go listopada 1799 r. Humboldt, odbywający jedną ze swych podróży naukowych po Ameryce południowej, wraz z towarzyszem swoim Bonplandem obserwowali nader obfity rój gwiazd spadających. Według Bonplanda nie było wówczas kawałka nieba wielkości potrójnej średnicy księżyca, w którejby każdej chwili nie pojawiło się kilka meteorów. Jak się później okazało, zjawisko to było widziane od samego równika do Grenlandyi. Humboldt zauważył wówczas, iż drogi, zakreślane przez meteory, po przedłużeniu ich wstecz, przecinały się w jednym punkcie nieba, z tego spostrzeżenia jednakże nie wyciągnął żadnych wniosków. Dnia 13 listopada 1831 roku również widziano bardzo wiele

gwiazd spadających w rozmaitych okolicach Europy. Kapitan Berard, który wówczas znajdował się na okręcie w bliskości brzegów Hiszpanii, liczył około godziny 4-ej rano przecięciowo po 2 meteory na minutę. W roku następnym tej samej daty rój meteorów był znacznie wspanialszy, aniżeli w poprzednim, szczególnie dobrze mógł być obserwowany w Europie i Arabii. Leverrier, który je obserwował, powiada, iż padały one jedna za drugą bez przerwy, tak gęsto, iż trzeba by kilku godzin ażeby policzyć wszystkie widzialne w jednym momencie, gdyby nagle się zatrzymały. W nocy zaś z 12 na 13 listopada 1833 r. miała miejsce prawdziwa „śnieżyca“ gwiazd spadających. Trwała ona przez dziewięć godzin i widziana była ze szczególną wspaniałością w całej Ameryce północnej. Liczbę gwiazd spadających szacowano, gdyż policzyć nie było możliwem, po 7 — 8 na sekundę dla widnokregu jednego miejsca.

W czasie tego roju nanowo zostało spostrzeżeniem to, co już poprzednio zauważył Humboldt, i to niezależnie przez kilku astronomów, mianowicie, że wszystkie meteory wychodzą z jednego punktu nieba; wówczas też położenie tego punktu, nazwanego punktem radyacyjnym, zostało bliżej określone. Objasniono też wkrótce znaczenie punktu promieniowania, jako punktu, w którym w perspektywie schodzić się zdają napozór rozbieżne drogi meteorów, w rzeczywistości zaś równoległe.

W roku 1834 i kilku następnych rój Leonidów jeszcze się pojawiał, ale coraz słabiej, przez

cały zaś szereg lat następnych noc z 13 na 14 listopada nie wiele różniła się pod względem obfitości gwiazd spadających od przeciętnej innej nocy roku.

Już wówczas powstał pogląd, iż przyczyną zjawiska jest spotkanie się ziemi z umieszczoną na jej drodze jakąś chmurą ciałek kosmicznych, a jeden z astronomów wpadł na myśl, czy rój z roku 1799 i r. 1833, jako niebywale wspaniałe, nie znajdując się ze sobą w związku, czy nie zachodzi tu jakaś peryodyczność. Ażeby się o tem przekonać, należało poszukać w kronikach, czy daty i lata podane nie dałyby się pogodzić z jakim okresem. Tej pracy uciążliwej podjął się astronom amerykański H. A. Newton i wykazał, że występowanie roju listopadowego da się skonstatować wstecz aż do roku 585 po N. Chr. Wspomniany poprzednio „rok gwiazd“ (902) zawdzięcza swoją nazwę również temu rojowi.

Z poszukiwań Newtona okazało się, iż data roju przecięciowo co 70 lat spóźnia się o 1 dzień, najwspanialej zaś rój występuje co 33 do 34 lat. Przeciętny okres ze wszystkich danych wypadł $33\frac{1}{4}$ roku, wskutek czego na 13 listopada 1866 r. można było przepowiedzieć powtórzenie się zjawiska z roku 1833. Przyczynę tej peryodyczności upatrywał Newton w tem, iż chmura ciałek kosmicznych, powodujących zjawisko, okrąża słońce w orbicie zamkniętej, pochylonej względem drogi ziemskiej, która przecina tę ostatnią w bliskości punktu, gdzie

ziemia znajduje się 13 listopada. Owo skupienie rozciąga się na znacznej przestrzeni wzdłuż drogi, lecz ciała rozmieszczone są w niem niejednakowo gęsto. Od gęstości, jaką posiada owo skupienie w tem miejscu, które ziemia przecina, zależy obfitość gwiazd spadających. Najgęstszą część roju spotyka ziemia w okresie $33\frac{1}{4}$ -letnim, z czego wypływa, iż skupienie w tym okresie obiega słońce w swej drodze. Gęstość skupienia zmniejsza się w obie strony od najbardziej gęstej części, jednakże niezbyt szybko, ponieważ w miejscach, odległych od tego maximum na całe miliony mil, gęstość zawsze jeszcze jest dosyć znaczną. Dowodem tego jest fakt, iż jeszcze 2 lata przed najobfitszym rojem i 2 lata po nim, meteory roju listopadowego są jeszcze bardzo obfite; znaczy to, iż pomiędzy przejściem przez węzeł początku tego skupienia a przejściem jego końca upływa około 5 lat. Jeżeli weźmiemy pod uwagę szybkość, z jaką cząsteczki poruszają się w tem miejscu drogi, mianowicie około 29 kilometrów na sekundę, to wypadnie, iż chmura kosmiczna rozciąga się wzdłuż drogi na 5 miliardów kilometrów i zajmuje blisko 6-tą część całej drogi. Coroczne wszakże występowanie roju Leonidów świadczy, że cząstki rozsypane są już po całej drodze, jednakże w daleko mniejszej liczbie.

Jeżeli porównamy rój Leonidów z rojem Andromedaidów, to widzimy, iż rozproszenie pierwszego jest już daleko większe. Znamy inny bardzo wybitny i dobrze zbadany rój, mający punkt promieniowania w Perseuszu i noszący ztąd nazwę Perse-

idów, w którym rozproszenie cząstek jest jeszcze daleko większe, aniżeli w roju Leonidów. Cząsteczki w tym ostatnim wypadku prawie zupełnie równomiernie rozmieszczone są wzdłuż całej drogi i tworzą pierścień o jednakowej prawie gęstości we wszystkich punktach. Skutkiem tego za każdym razem, gdy ziemia znajduje się w węźle drogi tego roju, gwiazdy spadające ukazują się w jednakowej prawie obfitości. Przejście to przypada około 10 sierpnia, o meteorach zaś do tej daty przywiązanych, znanych pod nazwą „łez św. Wawrzyńca”, wspomnieliśmy już poprzednio. Rojem tym jednakże, ponieważ nie jest on ściśle związany z zajmującą nas w tej chwili kwestyą, szczegółowiej zajmować się nie będziemy, chcieliśmy tylko zaznaczyć równomierne rozmieszczenie się cząsteczek na całej drodze.

Co do grubości pierścienia Leonidów w jego miejscu najgęstszym, wypływa ona z przeciągu czasu jaki ziemia w nim pozostaje, zanim go przetnie, czyli, inaczej mówiąc, z czasu trwania roju za każdym razem. Jak widzieliśmy czas ten jest bardzo krótki, wynosi bowiem przecięciowo 9 godzin; w tym czasie ziemia przebiega około miliona kilometrów, taką zatem w przybliżeniu jest grubość pierścienia. Naturalnie oddzielne meteory z tego roju ukazują się w przeciągu 2-ch lub 3-ch dni, jednakowoż są one sporadyczne i nie należą już do tego zwartego obłoku kosmicznego, tylko mu towarzyszą na znacznej odległości.

Przepowiednia Newtona, iż rój Leonidów

w r. 1866 wystąpi bardzo wybitnie, sprawdziła się w zupełności. Tym razem astronomowie byli już przygotowani na jego przyjęcie, zatem też wszechstronniej zostały zbadane towarzyszące mu okoliczności. Najwspanialej widowisko wystąpiło w Europie, gdzie wywarło na wszystkich, co mu się przyglądali, niezatarte wrażenie.

Spadanie gwiazd rozpoczęło się około 10-tej wieczorem. Początkowo meteory spadały niezbyt licznie, lecz liczba ich wzrastała z każdą chwilą. W Greenwich 8 obserwatorów, zajętych liczeniem, liczyło pomiędzy 10 a 11 godziną przecięciowo po 1 meteorze na 4 minuty, pomiędzy 11 a 12-ą po 3 na minutę, pomiędzy 12 a 1-ą po 34, a pomiędzy 1-ą a 2-ą przeszło po 80 na minutę. Maximum przypadło na godzinę 2-gą minut 10 według czasu berlińskiego. Wówczas ukazywały się jednocześnie w rozmaitych częściach nieba gęste, wzajem się przecinające linie ogniste, tworząc nad głowami rodzaj ruchomej siatki. Porównanie to tem bardziej odpowiada rzeczywistości, iż prawie wszystkie meteory, pośród których było wiele takich, co pod względem jasności przewyższały Jowisza i Wenerę, pozostawiały za sobą szmaragdowe lub jasno-niebieskie ślady, świecące nieruchomo przez kilka minut. Policzenie wszystkich meteorów w chwilach najliczniejszego ich spadania było niemożliwem, pomimo, iż w wielu miejscach obserwatorowie podzieliли sobie niebo na części i każdy z nich tylko na jedną część miał zwróconą uwagę. W jednym z obserwatoryów angielskich (Twickenham) czterech obserwatorów przez 7 min. 5 sek. zdołało naliczyć

514 gwiazd spadających, a w Londynie prof. Symons, rachował po 100 meteorów na minutę. Guillemin, który zjawisko obserwował na okręcie 45 mil na północo-wschód od wyspy Flores, najbardziej północnej z Azerskich, liczył w maximum 7 do 8 meteorów na sekundę. Z powodu, iż punkt promieniowania w tem miejscu znajdował się jeszcze pod poziomem, meteory wystrzeliwały często pionowo od poziomu, przechodziły przez zenit i sięgały często poziomu po stronie przeciwnej. Ponieważ na tę drogę potrzebowały kilku sekund, a ślady pozostawały niekiedy po kilka minut, więc chwilami od poziomu do poziomu zdawał się przebiegać przez zenit szlak ognisty.

Leonidy wystąpiły prawie równie wspaniale w dwóch latach następnych, w r. 1868 szczególnie w Ameryce Północnej; w Europie maximum przypało około godziny 12-ej w południe, a zatem obserwowane być nie mogło. Narachowano wówczas 30.000 meteorów w przeciągu $1\frac{1}{2}$ godziny.

Dokładne obliczenie kształtu i położenia dróg meteorów w przestrzeni długo przedstawiało wielkie trudności. Zostały one jednakże przewyciężone, i pierwszy Schaparelli obliczył elementy roju sierpniowego czyli Perseidów. Okazało się wówczas, iż elementy te są nadzwyczaj podobne do elementów drogi komety, odkrytej w r. 1862 przez Tuttle'a, i w ten sposób dawno już przewidywany związek pomiędzy gwiazdami spadającymi a kometami został stwierdzony. Na czem ten związek w swej istocie polega, widzieliśmy to już poprzednio.

Następnie w r. 1867 zostały obrachowane elementy roju Leonidów; elementy te wykazały należenie do siebie meteorów listopadowych i komety, odkrytej przez Tempła w r. 1866.

Ponieważ pochodzenie roju jest niezawodnie tem dawniejsze, im bardziej rozproszonym i równomierniej rozmieszczonym jest on na swej drodze, więc z trzech rojów, o których wspominaliśmy, najstarszym jest rój Perseidów, następnie idzie rój Leonidów, najmłodszym zaś jest rój Andromedaidów. Starość roju zależną jest od tego, jak dawno kometa, która go wytworzyła, została składową częścią naszego układu. Co do pierwszego z tych rojów, to nie mamy żadnej podstawy do określenia jego wieku, o Leonidach twierdzi Leverrier, iż otrzymały one swą drogę dzisiejszą około r. 126 po N. Chr. skutkiem działania Urana, którego położenie wówczas było takie, iż pod wpływem jego masy droga komety, przebiegającej w jego sąsiedztwie, musiała otrzymać położenie i kształt drogi Leonidów i komety Tempła. O roju Andromedaidów wiemy, iż rozkład komety Bieli, od której ten rój pochodzi, dokonał się w ostatnich czasach, jest on zatem w istocie ze wszystkich trzech najnowszy.

Pomimo wielowiekowego istnienia rojów, widzimy jednakże, iż oprócz nich w ich drogach krążą jeszcze komety, jako pozostałości komet większych, z których się roje utworzyły. Rozkład zatem tych pierwotnych komet nie jest jeszcze kompletny. Jeżeli zatem ziemia spotyka się z rojami i to za każdym razem z inną ich częścią, to oczywiście, może się spotkać z tą pozostałą kometa. Otóż

według przepowiedni w r. 1899 zagrażało nam spotkanie z kometą Tempła, która krąży pośród ciałek roju Leonidów.

Według prawdopodobnych wniosków astronomicznych powinienby wtedy wybitnie wystąpić rój gwiazd spadających. Niestety, skutkiem zmiany drogi roju zjawisko spodziewane zawiodło i prawdopodobnie już nigdy nie wystąpi i smucić się powinniśmy, że zginęło dla nas zjawisko, które przez 2000 lat było tak wspaniałą ozdobą listopadowych nocy.

K O N I E C.



Prof. D-ra Marcina Ernsta,

wyszły poprzednio z druku następujące dzieła:

Astronomia gwiazd stałych. Treść: I. Wiadomości z optyki. Nowe metody. II. Sklepienie niebieskie. Wpływy atmosferyczne. III. Spółrzedne astronomiczne. Pozorne peryodyczne ruchy gwiazd. IV. Ugrupowanie gwiazd. Katalogi. V. Fotometrya gwiazd. VI. Odległość gwiazd. VII. Ruchy własne gwiazd. VIII. Bieg słońca w przestrzeni. IX. Układy gwiazd podwójnych i wielokrotnych. X. Gromady gwiazd. Mgławice. XI. Badania widmowe gwiazd stałych. XII. Barwa gwiazd. XIII. Gwiazdy zmienne. XIV. Gwiazdy nowe. XV. Temperatura, jasność rzeczywista i rozmiary gwiazd. XVI. Meteory. XVII. Przestrzeń. Inne układy gwiazdowe.

O przyrodzie planet z 2 tablicami. (Wydawnictwo „Wiedza i Życie“). Treść: Merkury. Wenus. Ziemia. Księżyc. Mars. Jowisz. Saturn. Uran.

Neptun. Tabelka elementów.

Kosmografia. Podręcznik dla szkół średnich.

Budowa świata z 58 rysunkami i 3-ma tablicami.

Warszawa 1910. E. Wende i S-ka. Treść:

„O matomanach w astronomii.” „Zaćmienia słońca”. „Nowa gwiazda”. „Budowa świata”. „Kosmogonia”.

Jan Jędrzejewicz. Kosmografia. Wydanie drugie, opracowane przez D-ra M. Ernsta, z 264 figurami w tekście i XI-ma tablicami.



WYCIĄG Z KATALOGU „BIBLIOTEKI DZIEŁ WYBOROWYCH”.

Do nabycia w Administracyi „BIBLIOTEKI DZIEŁ
WYBOROWYCH” (Warszawa, Sienna Nr. 2) i we
wszystkich księgarniach.

WYSZŁY Z DRUKU:

Rok 1908.

Tom.		CENA	
		w opr. brosz.	kop.
517, 518.	Gabriel Sarrazzin. WIELCY POECI ROMANTYCZNI POLSKI. Mickiewicz.—Słowacki.—Krasinski. Przekład z francuskiego Wacławy Kisielskiej, z przedmową Jana Lorentowicza	160	80
519.	Wincenty Kosiakiewicz. ŻYWE OBRAZKI.	55	40
520, 521, 522.	Marion. MIRAŻE. Powieść. Wydanie drugie	1.65	120
523.	RADCA STANU A. KOLB JAKO ROBOTNIK W AMERYCE, przełożone z niemieckiego przez M. G.	55	40
524.	Conan Doyle. CZTEREJ. (The sign of four)		
525.	MAROKKO, w historyi, w życiu i w pieśni, według opowiadań francuskiego podróżnika skreślił Jan Błeszyński	55	40

Tom.		CENA	
		w opr.	broasz.
		kop.	kop.
526.	Stanisław Ostrowski. A GDY SIĘ LAŁA KREW OFIARNA. Nowela z końca XVIII wieku	55	40
527, 528, 533.	Juljusz Falkowski. WSPOMNIENIA Z ROKU 1848 i 1849, z przedmową Tadeusza Gruzewskiego	1.65	120
529.	Artur Schnitzler. ŚMIERC. Nowela z przedmową Adolfa Strzeleckiego	55	40
530,	Alexandra Suszczyńska. INACZEJ. Nowele	55	40
531	Wilia Zyndram-Kościałkowska. SZKICE LITERACKIE. II. Prometeusz	55	40
532, 535, 536, 537, 539, 541, 543, 545.	Teodor Dostojewski. BIESY. Tłomaczył T. K.	4.40	3.20
534, 538.	Maurice Leblanc. WYTWORNY WŁAMYWACZ. Przekład J. P.	110	80
540.	Wiktor Gomulicki. OPOWIADANIE O STAREJ WARSZAWIE. Serya II	55	40
542.	Ryszard Jefferies. HISTORIA MOJEGO SERCA. Autobiografia. Przetłumaczyła z angielskiego A. Z.	55	40
544.	Eliza Orzeszkowa. WIDMA. Powieść z przedmową Stanisława Krzemińskiego	55	40
546.	Tadeusz Jaroszyński. DWIE NOWELE.	55	40
547, 548.	Aleksander L. Kielland. NAPOLEON I JEGO LUDZIE, przekład Maryi Kreczowskiej	110	80
549.	Conan Doyle. Z PRZYGÓD SHERLOCKA HOLMESA. Tłóm. z angielskiego Bronisława Neufeldówna	55	40
550.	Hermann Heijermans. W PRZESTRZENI. (Humoreska z niedalekiej przyszłości). Przetłumaczyła Z. W.	55	40
551, 552, 553.	Teod. Tom. Jeż. ZARNICA. Powieść bułgarska	1.65	120
554.	Gabryel d'Annunzio. MIASTO UMARŁE. Tragedya w pięciu aktach, przetłumaczyła z włoskiego J. Dyżewska	55	40
555, 556.	Eugeniusz Checchi. GARIBALDI. Przetłumaczył z włoskiego D-r Stanisław Kozicki, z przedmową Władysława Jabłonowskiego	110	80
	Powieść. Tłóm. z angielskiego Bronisława Neufeldówna	55	40

Tom.	CENA	
	w opr. brosz.	
	kop.	kop.
557, 558. Józef Conrad. (Korzeniowski). TAJNY AGENT. Przekład z angielskiego M. G.	110	80
559, 560, 566. Jędrzej Śniadecki. PISMA SATYRYCZNE. Do druku przygotował i przedmową opatrzył Dr. Adam Wrzosek	165	120
561. POLSKA jako rycerz wśród narodów, według Louis'a E. Van Normana, z przedmową Heleny Modrzejewskiej-Chłapowskiej. Opracowała Emilia Węśławska	55	40
563, 564. Prevost. LISTY FRANI MEŻATKI	110	80
565. J. Mikulicz. KRÓLEWIENKA	55	40
567, 568. Hejermans. MIASTO DYAMENTÓW	110	80

Rok 1909.

569, 570. A. Gruszecki. ZALOTY BIUROKRATY. Powieść 2 tomy	1.10	80
571. J. Andruszewski. NASTROJE 1 tom	55	40
572. Wł. Jagińtkowski. KARTKI Z PODRÓŻY PO INDÓ-CHINACH 1 tom	55	40
573. M. Raczyńska. MOIZES. Powieść 1 tom	55	40
574. Z. Sokołowska. SYCYLIA I KALABRIA. Podróż 1 tom	55	40
575, 576 Wiktor Gamulicki. ON I ONA. Powieść 2 tomy	1.10	80
577. Papius. WIEDZA MAGÓW 1 tom	55	40
578, 579. Z. Ćwirko. PO SZCZĘŚCIE. Kartka z pamiętnika 2 tomy	1.10	80
580. Emil Reyeh. NIEMCY WSPÓŁCZESNE 1 t.	55	40
581, 582. Abgar-Soltan. POLUBOWNA UGODA. Powieść 2 tomy	1.10	80
583. J. Bourdeau. KIEROWNICY MYŚLI WSPÓŁCZESNEJ 1 tom	55	40
584. Robert-Louis Stevenson. DZIWNA HISTORIA D-ra JEKYLŁ'A i M-ra HYDE'A 1 t.	55	40
585. Gryf. NA PRZEŁOMIE 1 tom	55	40
586. M. Arcybaszew. ŚMIERĆ LAUDEGO 1 tom	55	40
587. NAPOLÉON NA WYSPIE Św. HELENY. Pamiętnik hr. Balmain'a. Przełożył Maciej Wierzbński 1 tom	55	40
588, 589. M. Czerny. ZA CO? Powieść 2 tomy	1.10	80
590. L. Paul-Dubois. IRLANDYA WSPÓŁCZESNA I KWESTYA IRLANDZKA 1 tom	55	40

Tom.	CENA	
	w opr. brosz.	kop. kop.
591. W. Lutosławski. JAK TANIO PODRÓŻO- WAC?—Wędrowki iberyjskie 1 tom	55	40
592. Władysław Renard. ONE 1 tom	55	40
593, 594. Lafcadio Hearn. LOTOS 2 tomy	1.10	80
595. Ignacy Grabowski. PAMIĘTNIKI RUPIECIA 1 tom	55	40
596, 597. Ludwik Włodek. NA ZIEMI WASZYNG- TONA 2 tomy	1.10	80
598, 599, 600. Selma Lagerlöf. DZIWIY ANTY- CHRYSTA. Powieść 3 tomy	1.65	1.20
601. CZĘSTOCHOWA. Opracował Włodzimierz Trąpczyński.	40	25
602, 603. Antonio Fogazzaro. TAJEMNICA PO- ETY. Z 26-go wydania włoskiego przeło- żyła Natalja Nagórna	1.10	80
604, 605. Charlotte Perkins Gilman. KOBIETA A STAN EKONOMICZNY. Studya nad ekonomicznym stosunkiem mężczyzny do kobiety, jako ważnym czynnikiem ewolucyi społecznej. Przełożyła z oryginału angielskiego Marya Podlewska	80	50
606, 607. Linankoski. KRWAWE KWIAŁ. Z fiń- skiego przełożyła Klemensiewiczowa	1.10	80
608. Monty Jacobs. MAETERLINCK. Studium krytyczne. Przekład Maryi Kreczowskiej	55	40
609. Ida Pillecka. Z ZA ŚWIATA	55	40
610, 611. Björnstjerne-Bjornson. MARY. Powieść 2 tomy	1.10	80
612, 613. V. Blasco Ibanez. KATEDRA. Powieść 2 tomy	1.10	80
614, 615. Jagliński. POLAK W LEGII CU- DZOZIEMSKIEJ. 2 tomy	1.10	80
616. Jerome-Jerome. TOMCIO i Sp. Humoreski	55	40
617. Kazimierz Laskowski (El). EKONOM TRA- GIK. Obrazek z życia wiejskiego	55	40
618. Wiktor Gomulicki. OPOWIADANIE O STA- REJ WARSZAWIE. 3 serya	55	40
619. Pamiętnik N. J. Mamajewa. ROSYANIN W POLSCE w latach 1838—1842	55	40

Rok 1910.

620, 621. Kazimierz Przerwa-Tetmajer. ZATRA- CENIE. Romans	1.50	1.20
---	------	------

Tom.		CENA	
		w opr.	brosz.
		kop.	kop.
622, 623.	Ludwik Jenike. ZE WSPOMNIENÍ	1.10	80
624, 625.	Wincenty Kosiakiewicz. JEJ CHŁOP- CY. Powieść	110	80
626, 627, 629. 631	PAMIĘTNIKI JANA DU- KŁANA OCHOCKIEGO	220	160
628.	Juljusz Zeyer. KRÓL MENKERA. Tłóma- czyła z czeskiego Julja Kreczyńska	55	40
630.	M. Jackiw. WIECZORNE PSOTY. Nowele ukraińskie	55	40
632, 633.	W. Tan. OFIARY SMOKA. Romans z życia pierwotnego ludzkości	1.10	80



Dostawcy Dworu



Jego Cesarskiej Mości

SKŁAD WIN J. LIJEWSKI i S-ka

w Warszawie, Krak.-Przedm. Nr. 8.

Firma istnieje od r. 1874.

POLECA:

Stare **wina Węgierskie, Francuskie** oraz wszelkie inne zagraniczne dla Chorych i Rekonwalescentów, nagrodzone **medalem złotym** na wystawie w Paryżu 1900 r. **Wina Mszalne**, których przysięgłym dostawcą firma w r. 1883 mianowaną została w cenach:

Krymskie na szczepach Węg. but.	70 k.
Francuskie Barsac.	. . . „ 1 r. — „
Węgierskie mszalne	. . . „ 1 „ 15 „

Wyższe gatunki win tak w butelkach, jak i w beczkach podług specjalnych cenników, które na żądanie natychmiast wysyłamy.

Przy składzie win

Pierwszorzędna Restauracja,

ciesząca się od lat dawnych wielkiem uznaniem a ostatnio nagrodzona na wystawach w Warszawie w Rosyi medalem złotym oraz dypl. honorowym.

HEMATOGEN KARPIŃSKIEGO

Środek pobudzający apetyt, wzmacniający siły i system nerwowy. Zamiast sztucznych przetworów żelaza, tranu, ekstraktów słodowych itp.

ZNAKOMITY ŚRODEK: w angielskiej chorobie, ogólnem osłabieniu, bezkrwistości, przy osłabieniu serca i nerwów, żołądch i u rekonwalescentów po zapaleniu płuc, influenzy i t. p.

Hematogen Karpińskiego jest wybornym środkiem dyetetycznym odżywczym.

Hematogen Karpińskiego jest doskonale znoszony przez najsłabsze żołądki dzieci i starców.

Hematogen Karpińskiego odznacza się przyjemnym smakiem.

SPOSÓB UŻYCIA: dla dorosłych 1 — 2 łyżek stołowych na pół godziny przed jedzeniem
dla dzieci starszych 1 — 2 łyżek deserowych,
dla dzieci ssących 1—2 łyż. od herbaty z mlekiem.

Flakon Hematogenu Karpińskiego koszt. rb. 1.

Tow. Akc.

„Fr. Karpiński w Warszawie”

ul. Elektoralna 35, Telefon 600.

WARSZAWA

KRAKOWSKIE Przed. 55.

SZWAJCARSKIE
BLUZKI ODPASOWANE,
HAFTOWANE.

PŁÓCIENKA, DRELISZKI, ZEFIRY.
MATERIAŁY NA UBRANIA MĘSKIE I DZIE-
CINNE W NOWYCH WIĄZANIACH.

ARTYKUŁY KĄPIELOWE.
NOWOŚCI NA DERKI
LETNIE DLA KONI

GŁÓWNY SKŁAD
ŻYRARDOWSKI

TELEF. Nr. 404.

Kuchenne naczynia higieniczne
do smażenia ryb, jajecznicy, jako
też innych potraw
poleca skład szkła, porcelany

Pierzchalskiego

Szpitalna 5.

Szklanki mocne „Herkules”, Wa-
zony, Figury, Garnitury umywal-
niane, toaletowe, Serwisy stołowe.

Duży wybór przedmiotów
upominkowych.

SZPITALNA 5.

Puder Venus

Najwytworniejszy i higieniczny
puder dla Pań
oraz Krem Venus
USUWAJĄCY PIEGI I PLAMY,
poleca Laboratorium —
ST. GÓRSKIEGO Leszno 12.

Fabryka Parowa
Perfum, Mydła
toaletowego
i Kosmetyków

-IRIS-

H. Lachs i S^{ka}

w Warszawie

**POLECA ZNANE
ZE SWEJ DOBROCI**

PUDER IRIS * * * *
WODĘ BZOWĄ * * *
MYDŁO LANOLINOWE

WYSTRZEGAĆ SIĘ PODRABIAŃ!

Żądać wszędzie z marką



Zdrowie jest najcenniejszym skarbem dla wszystkich!

SŁYNNA W CAŁYM ŚWIECIE

HERBATA Z GÓR HARCU

Dr. Leuer, s Harzer Gabirgstees). Zalecana przez najsłynniejsze powagi lekarskie za-
twierdzona przez Departament Medyczny przez Ministerium Spraw Wewnętrznych
w Petersburgu, jest jednym z najniezbędniejszych środków do utrzymania zdrowia.
Napój ten, przyjmowany w ilości 2 — 3-ch filiżanek tygodniowo, leczy wyrzuty
liszaje, uderzenia krwi do głowy, hemoroidy, reumatyzm, atretyzm, cierpienia
żołądka i t. p. przywraca apetyt, prawidłowe trawienie. Działa skutecznie w wy-
padkach zapalenia płuc, influenzy, choleryny.

Cena pudełka Rub. 1, pół pudełka 50 kop.

Uwaga. Każde oryginalne pudełko zaopatrzone następującą etykietą:
Reprezentant na Królestwo Polskie i Cesarstwo:

JÓZEF GROSSMAN

Warszawa, Śliska 33a. Kantor i skład w podwórz. Tel. 184-44.

Zamiejscowym wysyłam za zaliczeniem od ręki z doliczeniem kosztów przesyłk
podług taksy pocztowej. Wystrzegać się fałszyfikatów.

