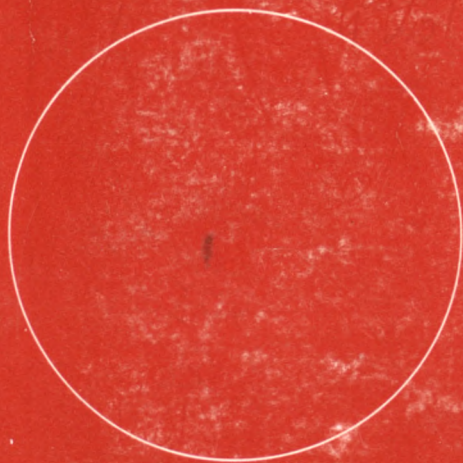


023122/5

MIKOŁAJA  
KOPERNIKA  
*O obrotach*

KSIĘGA PIERWSZA



OSSOLINEUM



MIKOŁAJA  
KOPERNIKA

*O obrotach*

KSIĘGA PIERWSZA



MIKOŁAJA KOPERNIKA  
Towarzystwo Naukowe w Toruniu  
Prace Popularyzacyjne nr 30

*O obrotach*

KSIĘGA PIERWSZA

Tłumaczył z łaciny

MIECZYSLAW BROZEK

Przedmową i posłowiem opatrzył

JERZY DOBRZYCKI

Wrocław · Warszawa  
Kraków · Gdańsk · Łódź

Zakład Narodowy  
imienia Ossolińskich

Wydawnictwo

1987



Towarzystwo Naukowe w Toruniu

Prace Popularnonaukowe nr 50

MIKOŁAJ  
KOPERNIK  
O obrotach

KSIEDZA PIERSZY

**MIKOŁAJA  
KOPERNIKA**

# *O obrotach*

**KSIEGA PIERWSZA**

Tłumaczył z łaciny

**MIECZYSLAW BROZEK**

Przedmową i posłowiem opatrzył

**JERZY DOBRZYCKI**

Wrocław · Warszawa ·  
Kraków · Gdańsk · Łódź  
Zakład Narodowy  
imienia Ossolińskich  
Wydawnictwo  
1987

Redaktor naczelny wydawnictw TNT  
ARTUR HUTNIKIEWICZ

Komitet Redakcyjny Prac Popularnonaukowych

Przewodnicząca  
CECYLIA IWANISZEWSKA

Członkowie

ANDRZEJ BORODO, JERZY DYGDALA, TERESA  
FRIEDELÓWNA, JANUSZ MALLEK, JÓZEF PO-  
KLEWSKI, MARIAN REJEWSKI

*Wydano z dotacji Urzędu Wojewódzkiego w Toruniu*

Okladkę projektował  
EDWARD KOSTKA

Redaktor  
BARBARA BOBER

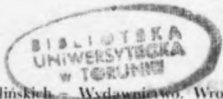
Redaktor techniczny  
LUCJAN PŁĄTY

1019587

© Copyright by Zakład Narodowy im. Ossolińskich - Wydawnictwo  
Wrocław 1987

*Printed in Poland*

ISBN 83-04-02524-8



Zakład Narodowy im. Ossolińskich - Wydawnictwo, Wrocław 1987.

Nakład: 10000 egz.

Objętość: ark. wyd. 4,30; ark. druk. 3,88; ark. A1-5.

Papier offset, kl. III, 80 g, 70 x 100.

Oddano do składania 1986.09.17.

Podpisano do druku 1987.05.27.

Druk ukończono w lipcu 1987.

Wrocławska Drukarnia Naukowa, Zam. 1511/86, C-12. Cena zł 90,-

E. 1577/87

## PRZEDMOWA

Książka niniejsza przynosi tekst polski i księgi *O obrotach (De revolutionibus)* Mikołaja Kopernika w pięknym polskim przekładzie Mieczysława Brodka, opublikowanym po raz pierwszy w roku 1953.

*O obrotach* – książka, która zapoczątkowała nową erę astronomii i, w dalszej konsekwencji, całą nową naukę – miała za przedmiot całokształt nauki astronomicznej, od podstaw teoretycznych aż do obserwacyjnych potrzebnych w praktyce obserwacji nieba.

### Spis treści

PRZEDMOWA 7

MIKOŁAJ KOPERNIK, *O obrotach* 11

Przedmowa 11

Księga pierwsza 19

POSŁOWIE 64

Od narodzin Kopernika do narodzin *O obrotach* 64

Nad kartami pierwszej księgi 88

Rekapitulacja: stara i nowa astronomia 99

INDEKS nazwisk 120

Redakcja naczelny wydawnictw TNT  
ARTUR HUTNIKIEWICZ

Komitet Redakcyjny Prac Popularyzacyjnych

Przewodnicząca

CECYLIA IWANISZEWSKA

Całkowicie

ANDRZEJ BORODC, JERZY DYGDALA, JERZY  
FRIEDELÓWNA, JANUSZ MAŁEK, JOZEF PO-  
KLEWSKI, MARIAN REJEWSKI

Wydano z dotacji Urzędu

Okładkę projektował  
EDWARD KOSTKA

Redaktor  
BARBARA BOBER

Redakcja techniczna  
LUCJAN PIATY

© Copyright by Zakład Narodowy im. Ossolińskich - Wydawnictwo  
Wrocław 1987

Wydanie 1e

ISBN 83-04-02824-8

Zakład Narodowy im. Ossolińskich - Wydawnictwo

Wrocław 1988 r.

Copyright for text, art, design, layout, etc.

Printed in Poland, 11, 111, 111 g, 20-100

Offset by Zakład 1987/11/11

Program in book 1987/11/11

Text obtained in book 1987

Wydawnictwo Zakład Narodowy im. Ossolińskich - Wrocław 1987

E. 1577/87



## PRZEDMOWA

Książka niniejsza przynosi tekst polski I księgi *O obrotach* (*De revolutionibus*) Mikołaja Kopernika w pięknym polskim przekładzie Mieczysława Brożka, opublikowanym po raz pierwszy w roku 1953.

*O obrotach* – książka, która zapoczątkowała nowożytną astronomię i, w dalszej konsekwencji, całą nowożytną naukę – miała za przedmiot całokształt wiedzy astronomicznej, od podstaw teoretycznych aż do tablic liczbowych potrzebnych w praktyce obserwacyjno-rachunkowej astronoma.

Najogólniejsze założenia nauki wraz z przedstawieniem nowej teorii Kopernika zawiera w opisowej formie pierwsza spośród sześciu ksiąg *O obrotach*. Ostatnie rozdziały tej księgi to zwięzły wykład trygonometrii płaskiej i sferycznej, potrzebnej w praktyce obliczeń astronoma. Następne części dzieła operują już niemal wyłącznie aparatem matematycznym – rozwijając szczegółowo geometryczne i liczbowe przedstawienie ruchu (pozornego i rzeczywistego) Słońca, Księżyca, planet i gwiazd, zawsze z punktu widzenia teorii heliocentrycznej. W całości więc książka Kopernika dzieli się jakby na dwie, bardzo różne charakterem, części. Jeśli obecny wybór ogranicza się do księgi pierwszej *O obrotach*, a ściślej – jej pierwszych jedenastu rozdziałów, to znajduje to uzasadnienie właśnie w owej strukturze książki: jest to niewielki rozmiarami wykład podstawowych zasad astronomii Kopernika. Zupełnie innym językiem, bo

8 już nie opisowo, ale językiem geometrii, napisane są pozostałe księgi *O obrotach*. Co ciekawe, również w odbiorze dzieła Kopernika zaznaczyła się odmienność obu tych części. W drugiej połowie XVI wieku zawodowi astronomowie studiowali przede wszystkim część „geometryczną”, ceniąc w niej odrodzenie metody podstawowych badań w astronomii matematycznej. Później, gdy osiągnięcia następców Kopernika, przede wszystkim Keplera, zdezaktualizowały w wielu szczegółach modele orbit kopernikowskich, pamiętano o Koperniku głównie ze względu na podstawy teorii heliocentrycznej sformułowane właśnie w I księdze *O obrotach*.

Wybór księgi I jako syntetycznego przedstawienia doktryny Kopernika ma zresztą pierwowzór w kilku dawniejszych wydawnictwach, od *Wyboru pism* w serii Biblioteki Narodowej z roku 1920 począwszy. Zgodnie z dobrą tradycją polskiej kopernikanistyki, obecne wydanie przedstawia tekst I księgi w postaci najbliższej intencjom autora, a więc bez zmian wprowadzonych przez norymberskich wydawców z roku 1543, tzn. bez dodanej tam przedmowy i z przywróceniem pochwały astronomii poprzedzającej rozdział pierwszy tej księgi.

„Dzieła matematyczne pisane są dla matematyków” – przestrogą taką poprzedził Kopernik sześć ksiąg *O obrotach*. Dzieło wielkiego astronoma nie było więc – i dziś jeszcze nie jest – łatwym w odbiorze popularnonaukowym opowiadaniem o budowie świata. Co więcej, wykład Kopernika jest osadzony w historycz-

nie uwarunkowanym systemie pojęć, rodem z klasycznej jeszcze starożytności. Od dzieła naszego astronoma zacznie się rozwijać nowożytne widzenie świata i nowożytne jego opisywanie. Niejedno więc pojęcie i wywód w *O obrotach* zrozumiałe stają się dopiero w całym kontekście historii myśli naukowej. Ale i bardziej elementarne wywody mogą brzmieć egzotycznie dla dzisiejszego czytelnika. Przy całej powszechności wykształcenia współczesna cywilizacja skutecznie odcina się od bezpośredniego kontaktu ze zjawiskami astronomicznymi: ile gwiazd zobaczyć można na pogodnym nawet niebie w wielkim mieście? To, co jest obecnie w dużym stopniu elementem wiedzy „książkowej”, zjawiska wschodu i zachodu, konfiguracje gwiazd, zmienny ruch planet, było dla pierwszych czytelników dzieła Kopernika częścią naturalnego tła codziennego życia.

Zamieszczone po tekście Kopernika posłowie pragnie ułatwić lekturę przez przypomnienie okoliczności stworzenia *O obrotach* na tle życiorysu astronoma oraz poprzez krótkie komentarze do poszczególnych fragmentów wykładu astronomii Kopernika. W komentarzach nie unikano powtórzeń – obszerny końcowy przypis o starej i nowej astronomii (s. 99) jest próbą rekapitulacji, zestawieniem zasadniczych różnic w opisie budowy świata przez uczonych antyku i średniowiecza oraz przez Kopernika.

Zainteresowanym pogłębionym studium pism Kopernika warto jeszcze zwrócić uwagę na obszerny wnikliwy komentarz do I księgi pióra słynnego koperni-

kanisty, historyka filozofii i historyka nauki, Aleksandra Birkenmajera. Komentarz ten, zawierający krytyczną analizę tekstu, ustalający autorów i dzieła wykorzystane i cytowane przez Kopernika oraz analizujący jego metodę naukową, dostępny jest m. in. w wydawnym przez PAN w roku 1976 II tomie *Dzieł wszystkich Kopernika*.

MIKOŁAJ  
KOPERNIK

## *O obrotach*

Do Jego Świątobliwości Papieża  
Pawła III

MIKOŁAJA KOPERNIKA  
przedmowa do ksiąg *O obrotach*

Dostatecznie jasno, Ojczy Świąty, zdaję sobie sprawę z tego, że znajdują się ludzie, którzy gdy tylko posłyszą, iż w tych moich księgach o obrotach sfer wszechświata przypisuję jakieś ruchy kuli ziemskiej, zaraz podniosą krzyk, że należy mnie wraz z takim przekonaniem potępić. Nie jestem bowiem do tego stopnia zakochany we własnym dziele, żebym nie zważał na to, co o nim będą sądzić inni. I jakkolwiek wiem, że myśli uczonego są niezależne od sądu ogółu — ponieważ dążeniem uczonego, o ile tylko ludzkiemu rozumowi pozwala na to Bóg, jest szukanie we wszystkim prawdy — mimo to jestem zdania, że poglądów zgoła różnych od uznanej prawości należy się wystrzegać. Toteż — rozmyślając nad tym, jak niedorzecznym opowiadaniem wydałoby się ludziom, gdybym wystąpił z twierdzeniem, że Ziemia się po-

rusza, wręcz przeciwnym ich zapatrywaniu utwierdzonemu wyrokami wielu wieków, że Ziemia jest nieruchoma i leży w środku świata jako jego punkt centralny – długo się wahałem, czy wydać te księgi, które napisałem dla udowodnienia ruchu Ziemi, czy też może pójść raczej za przykładem pitagorejczyków i niektórych innych myślicieli, którzy mieli zwyczaj przekazywać tajemnice swej nauki nie pisemnie, lecz ustnie, tylko swoim najbliższym i przyjaciółom, jak o tym świadczy list Lizysa do Hipparcha. A robili to, moim zdaniem, nie przez jakąś zazdrość, by nie udzielić swych nauk innym, jak to niektórzy przypuszczają, lecz dlatego, żeby tych najpiękniejszych rzeczy, będących owocem długich i mozolnych badań wielkich ludzi, nie narażać na poniżenie i wzgardę ze strony takich, którzy albo żalują nakładu uczeiwej pracy na wszelką naukę nie przynoszącą im zysków, albo jeżeli nawet za namową i przykładem innych nabiorą ochoty do szlachetnej nauki filozofii, tępy mają umysł i płaczą się między prawdziwymi uczonymi jak trutnie między pszczołami. Kiedy więc to właśnie dokładnie w sobie rozważałem, lęk przed szyderstwem, którego musiałem się obawiać z powodu trudnej do zrozumienia nowości mojej teorii, skłonił mnie niemal do tego, żeby powziętych co do niniejszego dzieła zamiarów całkowicie zaniechać.

Ale po długim z mej strony zwlekaniu, a nawet oporze, odwiedli mnie od tego moi przyjaciele, wśród nich zaś przede wszystkim Mikołaj Schonberg, kardynał kapuański, szeroko znany ze swej wszechstronnej

uczoności, a obok niego mój serdeczny przyjaciel, biskup chełmiński Tideman Giese, oddany z największym zapalem tak teologicznym, jak i wszystkim innym naukom szlachetnym. Ten mianowicie często mnie zachęcał i nieraz wśród gorzkich wyrzutów usilnie na mnie nalegał, abym to dzieło, które głęboko schowane przeleżało u mnie w ukryciu nie tylko dziewięć lat, lecz już nawet czwarte dziesięciolecie, wydał i pozwolił mu w końcu wyjść na światło dzienne. Tego samego domagał się ode mnie również niejeden wybitny uczyony namawiając mnie, żebym już dłużej przez ten poczęty we mnie lęk nie wzbraniał się oddać swej pracy na wspólny użytek ludzi poświęcających się studiom matematycznym. Twierdzili przy tym, że im bardziej niedorzeczna wydaje się teraz przeważnej części uczonych ta moja nauka o ruchu Ziemi, tym więcej wzbudzi podziwu i uznania wtedy, gdy przez wydanie niniejszego dzieła zobaczą, jak mroki niedorzeczności zostaną rozproszone jasnością oczywistych dowodów. Ulegając więc namowom takich ludzi i taką wiedziony nadzieją, pozwoliłem wreszcie przyjaciółom sporządzić wydanie tego dzieła, o które mnie tak długo prosili.

Lecz Twoja Świątobliwość może nie tylko dziwić się będzie, że wyniki tej żmudnej mojej pracy odważyłem się ogłosić, skoro już w opracowanie ich tak dużo włożyłem trudu, iż tych rozmyślań swoich o ruchu Ziemi nie wahałem się także utrwalić na piśmie, lecz raczej zechce się ode mnie dowiedzieć, skąd mi to przyszło do głowy, że wbrew przyjętemu zdaniu

matematyków i niemal wbrew powszechnemu przekonaniu miałem odwagę wyobrazić sobie jakiś ruch Ziemi. Dlatego to pragnę, by Twoja Świątobliwość dobrze o tym wiedziała, że do powzięcia myśli o innej zasadzie obliczania ruchów sfer świata nie skłoniło mnie nic innego, jak tylko spostrzeżenie, że matematycy w swoich badaniach nad nimi są sami z sobą w sprzeczności. Przede wszystkim bowiem co do ruchu Słońca i Księżyca mają tyle wątpliwości, że nie potrafią nawet oznaczyć i obliczyć stałej wielkości roku zwrotnikowego. Następnie przy ustalaniu ruchów zarówno tych dwu, jak i pozostałych pięciu planet, nie posługują się tymi samymi założeniami i przesłankami ani też tymi samymi dowodami w objaśnieniu dostrzeganych obrotów i ruchów. Jedni mianowicie przyjmują tylko koła współśrodkowe, inni znowu koła mimośrodkowe i epicykle, co jednak nie pozwala im osiągnąć w pełni pożądaných wyników. Bo ci, co się oparli na kołach współśrodkowych, wykazali wprawdzie, że można z nich złożyć pewne nierównomierne ruchy, ale na tej podstawie nie potrafili ustalić nic takiego, co by dostrzeganym zjawiskom odpowiadało z całą pewnością. Ci zaś, którzy wymyślili koła mimośrodkowe, choć za ich pomocą dali, jakby się zdawało, stosowne dane liczbowe dla przeważnej części dostrzeganých ruchów, przyjęli jednak przy tym dużo takich założeń, które stoją w oczywistej sprzeczności z podstawowymi zasadami jednostajności ruchu. Nie zdołali też odkryć albo z nich wyprowadzić rzeczy najważniejszej, mianowicie układu



wszechświata i ustalonego porządku jego części, lecz przytrafiło się im to samo, co komuś, kto by to stąd, to zowąd wziął ręce, nogi, głowę i inne części ciała i namalował je, co prawda, bardzo dobrze, ale tak, że w odniesieniu do jednego i tego samego ciała nie odpowiadałyby sobie nawzajem i powstałby z nich raczej jakiś dziwoląg niż obraz człowieka. Okazuje się więc, że w toku swych dowodów, czyli tzw. metodzie, albo opuścili coś koniecznego, albo też przyjęli coś obcego, co zgoła do rzeczy nie należy. A byłoby się im to z pewnością nie przydarzyło, gdyby się trzymali pewnych zasad zdecydowanie. Bo gdyby przyjęte przez nich założenia nie były zwodnicze, ponad wszelką wątpliwość musiałyby się sprawdzać również wszystkie wypływające z nich wnioski. Niejasne jest może to, co tutaj mówię, w odpowiednim jednak miejscu stanie się to bardziej zrozumiałe.

Wśród długich zatem rozważań nad tą niepewnością tradycyjnych nauk matematycznych o obliczaniu ruchów sfer wszechświata ogarnęło mnie przykre uczucie, że filozofowie, mimo tak wnikliwych kiedy indziej badań nad najdrobniejszymi jego zjawiskami, nie osiągnęli żadnego zadowalającego sposobu na wyjaśnienie ruchów mechanizmu tego świata, który stworzony został dla nas przez najlepszego i ze wszystkich najdoskonalszego Mistrza. Toteż zadałem sobie ten trud, żeby na nowo przeczytać wszystkie dostępne mi dzieła filozofów celem zbadania, czy przypadkiem któryś z nich nie wyraził kiedyś co do ruchów sfer wszechświata zdania odmiennego od założeń przyjmo-

wanych przez wykładowców nauk matematycznych. I rzeczywiście, natrafiłem najpierw u Cycerona na wzmiankę, że Niketas sądził, iż Ziemia się porusza. Następnie znalazłem kilka dalszych nazwisk ludzi tego samego zapatrywania również u Plutarcha, którego słowa postanowiłem tutaj przytoczyć, aby je wszystkim udostępnić: „Według powszechnego mniemania Ziemia stoi w miejscu. Ale pitagorejczyk Filolaos sądzi, że ona krąży dokoła ognia po kole pochyłym, podobnie jak Słońce i Księżyc. A Herakleides z Pontu i pitagorejczyk Ekfantos uznają, że Ziemia odbywa ruch, nie postępowy wprawdzie, ale na sposób obręczy koła na osi, od zachodu ku wschodowi wokół własnego środka”.

Stąd zatem, nabrawszy podniety, zacząłem i ja rozmyślać o ruchu Ziemi. A chociaż taka myśl robiła wrażenie niedorzeczności, jednak – ponieważ wiedziałem, że już innym przede mną przyznawano swobodę wymyślania dowolnych kół dla objaśniania zjawisk gwiazdnych – doszedłem do wniosku, że i ja bez przeszkód mam prawo próbować, czy przez przyjęcie jakiegoś ruchu Ziemi nie dałoby się wynaleźć pewniejszych niż tamte sposobów na objaśnienie obrotów sfer niebieskich.

Otóż w ten sposób ja, przyjąwszy ruchy, które poniżej w dziele tym przypisuję Ziemi, po wielu długoletnich obserwacjach przekonałem się wreszcie, że jeżeli ruchy pozostałych planet odniesie się do krążenia Ziemi i ujmie w liczby w stosunku do obiegu każdej oddzielnej planety, to stąd nie tylko dadzą

się wywieść ich zjawiska, lecz że nadto porządek i rozmiary, odnoszące się do wszystkich planet i ich sfer, a nawet i niebo tak ściśle się ze sobą powiążą, że w żadnej jego części niczego przestawić się nie da bez zamieszania w pozostałych częściach i w całym wszechświecie. A zatem i w układzie tego dzieła taką przyjąłem kolejność, że w pierwszej księdze opisuję położenia wszystkich sfer wraz z ruchami Ziemi, które jej przypisuję, tak że ta księga zawiera jak gdyby ogólny system wszechświata. W pozostałych zaś księgach zestawiam z kolei ruchy innych planet i wszystkich sfer z ruchem Ziemi, tak że stąd można zrozumieć, jak dalece ruchy i zjawiska pozostałych planet i ich sfer da się wyjaśnić, jeżeli się je odniesie do ruchów Ziemi. I nie wątpię, że utalentowani i uczeni matematycy zgodzą się zupełnie ze mną, pod warunkiem, że dopełnią tego, czego przede wszystkim wymaga ta nauka, tj. zechcą nie powierzchownie, ale do głębi poznać i przemyśleć to wszystko, co ja na dowód moich twierdzeń w tym dziele podaję. Aby zaś pokazać zarówno uczonym jak i nieuczonym, że nie uchylam się wcale od niczyjej krytyki, wolalem te owoce mozolnej pracy dedykować raczej Twojej Świątobliwości niż komukolwiek innemu, a to dlatego, że i w tym tak odległym zakątku Ziemi, gdzie ja żyję, uznawany jesteś za najwybitniejszego tak przez swą godność hierarchiczną, jak i przez umiłowanie wszystkich nauk, nie wyłączając matematyki. Łatwo więc swoją powagą i swym sądem będziesz mógł stłumić napaści oszczerczych języków,

jakkolwiek przysłowie powiada, że nie ma lekarstwa na ukąszenie fałszywego oskarżyciela.

Być może znajdują się tacy, co lubią bredzić i mimo zupełnej nieznamości nauk matematycznych, roszcząc sobie przecież prawo do wypowiedania o nich sądu, na podstawie jakiegoś miejsca w *Piśmie św.*, tłumaczonego źle i wykrętnie odpowiednio do ich zamierzeń, ośmiela się potępiać i prześladować tę moją teorię. O tych jednak zupełnie nie dbam do tego stopnia, że sąd ich mam nawet w pogardzie jako lekkomyślny. Nie jest przecież tajemnicą, że Laktancjusz, sławny zresztą pisarz, ale słaby matematyk, mówi o kształcie Ziemi zupełnie jak dziecko, szycząc z tych, którzy podali, że Ziemia ma kształt kuli. Nie powinno więc dziwić ludzi nauki, jeżeli tacy jacyś i mnie będą wysmiewać. Dzieła matematyczne pisane są dla matematyków, którzy – o ile się nie mylę – dostrzegą, że te moje trudy przyniosą pewną korzyść również Kościołowi powszechnemu, nad którym władzę sprawuje teraz Twoja Świątobliwość. Bo nie tak dawno, za Leona X, gdy na Soborze Laterańskim roztrąsano zagadnienie poprawy kalendarza kościelnego, pozostawiono je bez rozstrzygnięcia jedynie z tego powodu, że nie rozporządzano jeszcze dostatecznie dokładnymi pomiarami lat i miesięcy ani też ruchów Słońca i Księżycy. Od tego czasu, zachęcony przez znakomitego męża, ks. Pawła, biskupa Fossombrone, który wówczas sprawą tą kierował, zacząłem wyteżać umysł, by te rzeczy dokładniej zbadać. Czego zaś w tej materii zdołałem dokazać, to pozostawiam przede

wszystkim ocenie Twojej Świątobliwości, jak i wszystkim innych uczonych matematyków. Ale żeby się nie wydawało, że więcej pożytku z tego dzieła obiecuje Twojej Świątobliwości niż rzeczywiście dać mogę, przechodzę już do samego wykładu.

19

## MIKOŁAJA KOPERNIKA

### *O obrotach*

#### KSIĘGA PIERWSZA

Spośród licznych i różnorodnych sztuk i nauk, budzących w nas zamięrowanie i będących dla umysłów ludzkich pokarmem, tym – według mego zdania – przede wszystkim poświęcać się należy i te z największym uprawiać zapalem, które obracają się w kręgu rzeczy najpiękniejszych i najbardziej godnych poznania. Takimi zaś są nauki, które zajmują się cudownymi obrotami we wszechświecie i biegami gwiazd, ich rozmiarami i odległościami, ich wschodem i zachodem oraz przyczynami wszystkich innych zjawisk na niebie, a w końcu wyjaśniają cały układ świata. A cóż piękniejszego nad niebo, które przecież ogarnia wszystko, co piękne? Świadczą o tym już same nazwy, takie jak caelum i mundus, z których ta oznacza czystość i ozdobę, tamta – dzieło rzeźbiarza. I wielu filozofów właśnie dla tej nadzwyczajnej piękności nieba wprost je nazwało widzialnym bóstwem. A zatem, jeżeli godność nauk mamy oceniać

według ich przedmiotu, to bez porównania najprzedniejszą z nich będzie ta, którą jedni nazywają astronomią, inni astrologią, a wielu z dawniejszych szczytem matematyki. I nic dziwnego, skoro ta właśnie nauka, będąca głową sztuk wyzwolonych i najbardziej godna człowieka wolnego, opiera się na wszystkich niemal działach matematyki; arytmetyka, geometria, optyka, geodezja, mechanika i jeśli są jeszcze jakieś inne – wszystkie się na nią składają.

A skoro zadaniem wszystkich nauk szlachetnych jest odciągać człowieka od zła i kierować jego umysłu ku większej doskonałości, to ta nauka, oprócz niepojętej rozkoszy umysłu, sprawić to może w pełniejszej mierze niż inne. Któż bowiem zgłębiając te rzeczy i widząc, jak wszystko w nich ustanowione jest w najlepszym ładzie i boską kierowane wolą, nie wzniesie się na wyżyny cnoty przez pilne ich rozważanie i stałą jakby zażyłość z nimi i nie będzie podziwiał Stwórcy wszechrzeczy, w którym się mieści całe szczęście i wszelkie dobro? Bo też ów boski psalmista nie głosiłby bez przyczyny, że raduje się w stworzeniu boskim i będzie się weselił w dziełach rąk Jego, gdyby nie to, że za pośrednictwem tych rzeczy jakby na jakimś rydwanie przenosimy się do rozważania najwyższego dobra. Ile zaś pożytku i ozdoby przynieść może ta nauka sprawie publicznej – by pominąć milczeniem niezliczone korzyści prywatnych ludzi – bardzo trafnie zauważył Platon, który w VII księdze *Praw* wypowiada zdanie, że z tego przede wszystkim powodu należy do niej dążyć, aby czas, rozłożony

z jej pomocą według dni na miesiące i lata, utrzymywał społeczeństwo w żywej czujności również co do uroczystych świąt i składania ofiar: a jeżeli ktoś – mówi on – będzie twierdził, że człowiekowi mającemu przyswoić sobie którąkolwiek z nauk szlachetnych ta nauka jest niepotrzebna, to taki pogląd będzie największą głupotą. A także sądzi, że daleko do tego, by ktokolwiek mógł zostać doskonałym i zasługiwać na tę nazwę, jeżeli nie posiada koniecznej wiedzy o Słońcu, Księżycu i wszystkich innych planetach.

Ale ta boska raczej niż ludzka nauka, zagłębiająca się w rzeczy najwznioślejsze, nie jest pozbawiona trudności, zwłaszcza że stwierdzamy, iż ludzie, którzy zabierali się do jej uprawiania, po największej części nie zgadzali się między sobą co do jej podstawowych założeń, zwanych po grecku hipotezami, i dlatego też nie na tych samych opierali się zasadach. Dalsza trudność leży w tym, że biegu planet i obrotu gwiazd oznaczyć dokładnymi liczbami i doprowadzić do stanu wiedzy doskonalej nie można było inaczej, jak tylko z upływem czasu i po uprzednim dokonaniu licznych obserwacji, przez które przekazywano ją – że się tak wyrażę – z rąk do rąk następnym pokoleniom. Bo chociaż Klaudiusz Ptolemeusz z Aleksandrii, znacznie przewyższający wszystkich innych zarówno godną podziwu bystrością swoją, jak i pracowitością, doprowadził całą tę naukę na podstawie przeszło czterechsetletnich obserwacji do wykończonej niemal całości, tak że się zdawało, iż nie pozostaje już nic takiego, czego by on nie dotknął, mimo to widzimy,

że bardzo wiele rzeczy nie zgadza się z tym, co powinno wynikać z jego nauki, a także odkryto niektóre inne ruchy, które jemu były jeszcze nie znane. Dlatego to i Plutarch w tym miejscu, gdzie pisze o długości słonecznego roku zwrotnikowego, powiada: „Do dzisiaj ruch gwiazd przekracza wiedzę matematyków”. Bo, żeby dla przykładu wziąć ten właśnie rok, sądzę, że wiadomą jest rzeczą, jak różnorodne co do niego były zawsze zdania, do tego stopnia, że wielu całkiem zwątpiło, by można było dokładnie go obliczyć. Żeby się jednak nie wydawało, jakobym pod osłoną tej trudności chciał ukryć własną nieudolność, spróbuję z pomocą Boga, bez którego niczego zdziałać nie możemy, szerzej te rzeczy zbadać, zwłaszcza że o tyle więcej mam materiału, na którym mogę się oprzeć w tym wykładzie, o ile dłuższy czas dzieli mnie od poprzedników i twórców tej nauki, z których odkryciami będę mógł porównywać i moje świeżo poczynione odkrycia. Zresztą wyznaję otwarcie, że wiele rzeczy podam tu inaczej aniżeli moi poprzednicy, jakkolwiek na podstawie ich dorobku, jako że oni pierwsi utorowali drogę do badań nad tymi zagadnieniami.

## ROZDZIAŁ PIERWSZY

### Świat jest kulisty

Przede wszystkim musimy zwrócić uwagę na to, że świat jest kulisty, czy to dlatego, że ten kształt jest ze wszystkich najdoskonalszy i nie potrzebuje



żadnego spojenia, tworząc zamkniętą w sobie całość, której niczego ani dodać nie można, ani też odjąć, czy też dlatego, że ta postać jest najpojemniejsza, a taka właśnie najbardziej przystoi temu, co ma wszystko objąć i wszystko zachować, czy również dlatego, że wszystkie zamknięte w sobie części świata, takie jak Słońce, Księżyc i planety, w tym kształcie przedstawiają się naszym oczom, czy wreszcie dlatego, że wszystko dąży do zamknięcia się w takim właśnie kształcie, co można dostrzec na kroplach wody i na innych ciałach ciekłych, gdy same z siebie usiłują zamknąć się w odrębną całość. Tym bardziej więc nikt nie będzie wątpił, że taki właśnie kształt nadany został ciałom niebieskim.

## ROZDZIAŁ DRUGI

### Ziemia jest również kulista

Ziemia – bez wątpienia – jest także kulista, ponieważ ze wszystkich stron zdąża ku swemu środkowi. Co prawda, przy takiej wyniosłości gór i zapadłości dolin nie od razu rzuca się w oczy jej pełna okrągłość, ale to bynajmniej nie zmienia kulistości całej Ziemi. Oto dowód na nią:

Jeżeli skądkolwiek posuwamy się ku północy, biegun ów dobowego obrotu wznosi się z wolna do góry, podczas gdy drugi, naprzeciwległy, o tyle samo opada w dół. Widać mianowicie, że wtedy coraz więcej gwiazd po północnej stronie nie zachodzi, natomiast na południu niektóre przestają się ukazywać. Stąd

gwiazda Kanopus, dobrze widoczna w Egipcie, w Italii jest niewidoczna; stąd Italia ogląda końcową gwiazdę Rzeki, która w naszym kraju, leżącym w zimniejszej strefie, jest nie znana. I odwrotnie, gdy się przenosimy ku południowi, wznoszą się w górę tamte, a zniżają się ku dołowi te gwiazdy, które u nas stoją wysoko w górze. Równocześnie także same nachylenia biegunów pozostają wszędzie w tym samym stosunku do przemierzanych na Ziemi przestrzeni, a to nie zachodzi w żadnej innej figurze poza kulistą. Stąd wynika oczywiście, że Ziemia tak samo zamknięta jest biegunami i dlatego jest kulista. Dodajmy jeszcze, że wieczorne zaćmienia Słońca i Księżyca nie są widzialne dla mieszkańców Wschodu ani też ranne dla mieszkańców Zachodu; pośrednie zaś tamci oglądają później, ci znowu wcześniej.

Że zaś do takiego samego kształtu dążą również wody, stwierdzają to żeglarze: bo łąd, którego nie widać z pokładu okrętu, jest często widoczny ze szczytu masztu. I odwrotnie: jeżeli na szczycie masztu umieści się coś błyszczącego, to widać, że w miarę jak okręt od brzegu się oddala, przedmiot ów dla widzów pozostających na wybrzeżu obniża się z wolna ku dołowi, aż wreszcie kryje się całkowicie, jakby zachodził. Wiadomo również, że wody, z natury swojej płynne, kierują się zawsze ku dołowi tak samo jak ziemia i że od wybrzeża nie wdzierają się w głąb ładu dalej, niż im na to pozwala jego wypukłość. Dlatego też jasną jest rzeczą, że łąd, gdziekolwiek wystaje z oceanu, o tyle właśnie wznosi się wyżej od powierzchni kuli.

## Jak Ziemia wraz z wodą tworzy jedną kulę

Ocean zatem, który oblewa ląd stały, wlewa się tu i ówdzie w jego głąb w postaci mórz i wypełnia jego bardziej zapadłe wgłębienia. Wypadalo tedy, aby mniej było wód niż lądu, by woda nie pochłonęła całej ziemi, skoro oba te elementy na skutek swej ciężkości ciążą do tego samego środka, lecz żeby pewne części lądu pozostały na wierzchu dla utrzymania bytu istot lądowych, a także liczne tu i ówdzie rozciągające się wyspy. Bo i sam kontynent wszystkich ziem czymże jest innym, jeżeli nie wyspą, większą tylko od innych?

Nie trzeba więc słuchać niektórych perypatetyków, którzy uczą, że cała ilość wody jest dziesięć razy większa od całości Ziemi rzekomo dlatego, że przy przemianie elementów z danej części Ziemi powstaje w postaci płynnej dziesięć części wody. Twierdzą oni, że Ziemia dlatego wznosi się do pewnych wysokości ponad poziom wód, ponieważ jej wnętrze pełne jest jaskiń, a zatem jej ciężar nie rozkłada się jednako we wszystkich kierunkach, wskutek czego inny jest środek jej ciężkości, a inny środek objętości. Ale mylą się w tym z powodu nieznamomości geometrii, nie wiedząc, że na to, aby jakaś część Ziemi mogła pozostać sucha, nie może być wody ani nawet siedem razy więcej, chyba żeby ziemia całkowicie usunęła się ze środka ciężkości i ustąpiła miejsca wodom, jakby od niej cięższym. Bo przecież kule mają się

do siebie jak sześciany ich średnic. Gdyby zatem przy siedmiu częściach wody ziemia była częścią ósmą, średnica jej nie mogłaby być większa niż odcinek od środka wód do ich powierzchni. Tym bardziej więc niemożliwą jest rzeczą, by wody było dziesięciokrotnie więcej.

A że nie ma też żadnej różnicy między środkiem ciężkości Ziemi a środkiem jej objętości, można przyjąć na tej podstawie, że wypukłość Ziemi, wynurzywszy się z oceanu, nie wzrasta nieprzerwanie i stale w miarę oddalania się od niego; w przeciwnym razie musiałaby stanowić jak największą zaporę dla wód morskich i w żaden sposób nie pozwolić na to, by wdzierały się w jej głąb morza śródziemne i tak rozległe zatoki. Z drugiej zaś strony głębokość przepaści oceanu nie przestawałaby wzrastać stale, począwszy od jego wybrzeża, tak że żeglarze zapuszczając się dalej nie mogliby już natknąć się na żadną wyspę, żadną skałę podwodną czy cokolwiek innego w rodzaju ładu. A przecież wiadomo, że pomiędzy Morzem Egipskim a Zatoką Arabską wystaje pas szeroki zaledwie na piętnaście stadiów, i to niemal w samym środku kręgu ziemskiego. I odwrotnie: Ptolemeusz w swej *Kosmografii* rozciąga zamieszkaną część Ziemi aż do połowy jej obwodu, pozostawiając jeszcze dalej kraj nieznan, tam gdzie nowsi dołączyli Chiny i bardzo rozległe krainy aż do 60 stopnia długości geograficznej, z czego już wynika, że Ziemia jest zamieszкана na większej długości od tej, jaka pozostała dla oceanu. A gdy do tego dodamy teraz jeszcze wyspy, odkryte

w naszych czasach za sprawą władców hiszpańskich i portugalskich, przede wszystkim zaś Amerykę, nazwaną tak od admirała, który ją odkrył, i uważaną przy nie znanych jeszcze jej rozmiarach za drugi kontynent, oraz wiele innych wysp, dawniej nie znanych, nie dziwimy się już nawet, że istnieją antypody czy antychtony! Bo ta właśnie Ameryka, według obliczeń geometrycznych, musi być w wyniku swego położenia uważana za leżącą po stronie diametralnie przeciwnej w stosunku do Indii Nadgangesowych.

Ostatecznie więc na podstawie tego wszystkiego uważam za rzecz oczywistą, że tak ziemia, jak i woda dążą do jednego i tego samego środka ciężkości, nie różnego od środka objętości Ziemi, która – ponieważ jest cięższa – wodą wypełnia się w swych rozpadlinach. I dlatego niewielka jest ilość wód w porównaniu z ilością łądu, jakkolwiek na samej powierzchni widać może więcej wody. Taki w każdym razie kształt musi mieć Ziemia wraz z oblewającymi ją wodami, jaki pokazuje jej własny cień, a ten przesłania Księżyc odcinkami regularnego koła. Ziemia nie jest więc płaska, jak sądzili Empedokles i Anaksymenes; nie ma też kształtu bębna, jak sądził Leukippos, ani niecki, jak myślał Heraklit, ani innej formy wydrążonej, przyjmowanej przez Demokryta, ani podobnej do walca – według Anaksymandra – ani wreszcie nie ciągnie się w dół nieograniczenie, zmniejszając swą grubość na kształt korzenia, jak przypuszczał Ksenofanes, lecz ma kształt regularnej kuli, jak to twierdzą filozofowie.

Ruch ciał niebieskich jest jednostajny  
i kolisty nieustanny  
lub z ruchów kolistych złożony

Z kolei wspomniny o tym, że ruch ciał niebieskich jest kolisty. Ruch kuli polega bowiem na obracaniu się w koło, przy czym odtwarza ona przez tę czynność swoją własną postać w najprostszej bryle geometrycznej, gdzie nie można odnaleźć początku i końca ani też jednego i drugiego odróżnić, kiedy poprzez te same punkty porusza się w kształt samej siebie. Ale u wielości kręgów niebieskich występuje więcej ruchów. Z nich wszystkich najbardziej wpada w oczy codzienny obrót, zwany przez Greków nocodniem, czyli przeciżgiem czasu złożonym z dnia i nocy. Przez ten obrót – według panującego mniemania – cały świat, z wyjątkiem Ziemi, porusza się od wschodu ku zachodowi. Uważany jest za wspólną miarę wszystkich ruchów, skoro nawet sam czas mierzymy przede wszystkim liczbą dni.

Następnie dostrzegamy inne obroty, jak gdyby sprzeciwiające się tamtemu, to jest odbywające się od zachodu ku wschodowi, mianowicie Słońca, Księżycy i pięciu planet. W ten sposób Słońce odmierza nam rok, Księżyc miesiące, najpowszechniej znane okresy czasu. W ten też sposób każda z pozostałych pięciu planet odbywa swój obieg. Zachodzą tu jednak wielorakie różnice. Przede wszystkim nie obracają się one dokoła tych samych biegunów, co pierwszy ów

ruch, gdyż biegną po pochyłości zodiaku, a następnie nie wydaje się, żeby w tym swoim obiegu posuwały się naprzód jednostajnie; bo u Słońca i Księżyca obserwujemy raz bieg powolny, to znowu szybszy, a u pozostałych pięciu planet widzimy, że niekiedy cofają się nawet, robiąc to tu, to tam przystanki. I podczas gdy Słońce posuwa się stale po swej drodze, i to w prostym kierunku, one w wieloraki sposób błakają się, zbaczając już to na południe, już to na północ, i stąd otrzymały nazwę planet, to jest gwiazd błędzących. Poza tym raz zbliżają się bardziej do Ziemi i wtedy mówimy, że przechodzą przez perigeum, to znowu oddalają się od niej i mówimy, że przechodzą przez apogeum. Niemniej jedno musi się przyznać, że te ruchy odbywają się po kołach albo są złożone z większej ilości kół, mianowicie dlatego, że w tego rodzaju nieregularnościach zachowują określoną prawidłowość i stałe okresy powrotu, co nie miałyby miejsca, gdyby nie były koliste. Jedynie bowiem koło ma tę właściwość, że może na nowo przywracać przebyty stan rzeczy, jak na przykład Słońce złożonym ruchem kół przywraca nam nierówności dni i nocy oraz cztery pory roku, w czym upatrujemy większą ilość ruchów, ponieważ niemożliwą jest rzeczą, żeby jednolite ciało niebieskie poruszało się po jednej orbicie ruchem niejednostajnym. Musiałoby to bowiem zachodzić albo na skutek niestałości przyczyny poruszającej (już to działającej z zewnątrz, już też wewnętrznej, przyrodzonej), albo z powodu zmienności krążącego ciała. Ponieważ tak

przed jednym, jak i przed drugim wzdraga się rozum — i istotnie nie byłoby rzeczą godziwą przypuszczać coś takiego u tych tworów, których ustrój cechuje najlepszy porządek — musimy się zgodzić na to, że jednostajne ich ruchy przedstawiają się nam jako niejednostajne bądź z powodu różnego położenia biegunów owych kół, bądź też dlatego, że Ziemia nie leży w środku kół, po których tamte ciała krążą, a nam, obserwującym z Ziemi przebiegi tych planet, wydają się one przypadkowo, to jest z powodu niejednakowych odległości, większe wówczas, gdy są bliższe, niż wówczas, gdy są dalsze — zgodnie z tym, co udowodniono w *Optyce*. W ten sposób ruchy wykonywane w równych czasach po równych sobie łukach koła będą się wydawać — z powodu różnej odległości od oka — nierówne. Dlatego sądzę, że musimy przede wszystkim zbadać dokładnie, jakie jest położenie Ziemi względem nieba, byśmy — chcąc śledzić to, co najwyższe — nie pozostawiali nieświadomi rzeczy nam najbliższych i wskutek tego samego błędu nie przypisywali ciałom niebieskim właściwości Ziemi.

## ROZDZIAŁ PIĄTY

### Czy Ziemi przysługuje ruch kolisty i gdzie jest jej miejsce?

Wykazaliśmy już, że Ziemia także posiada kształt kuli. Sądzę, że trzeba się zastanowić, czy z jej kształtu wynika również jej ruch oraz jakie miejsce zajmuje ona we wszechświecie, bez czego nie można odnaleźć



niezawodnego wytłumaczenia zjawisk niebieskich. Otóż choć co do tego, że Ziemia spoczywa bez ruchu w środku świata, panuje wśród autorów po największej części zgoda, tak że przeciwne twierdzenie jest według nich rzeczą nie do pomyślenia, a nawet wręcz godną pośmiewiska, to jednak, kiedy zastanowimy się nad tym uważniej, okaże się, że to zagadnienie nie jest jeszcze przesądzone i dlatego bynajmniej nie należy go lekceważyć. Wszelka bowiem zmiana co do miejsca, jaką dostrzegamy, powstaje albo na skutek ruchu obserwowanego przedmiotu, albo na skutek ruchu obserwatora, albo też na skutek niejednakowej zmiany jednego i drugiego z nich: bo gdy chodzi o ruch przedmiotów poruszających się jednakowo w tym samym kierunku, tutaj więc przedmiotu obserwowanego i obserwatora, to jest on niedostrzegalny. Ziemia zaś jest tym czymś, skąd niebieski ów obieg jest obserwowany i na której odtwarza się on w naszym oku. Jeżeli więc Ziemi przypisze się jakiś ruch, to uwidoczni się on również we wszystkim, co się znajduje poza nią, ale w kierunku przeciwnym, mianowicie jako coś, co ją mija. A tak właśnie ma się rzecz przede wszystkim z codziennym obrotem. Ten bowiem robi wrażenie, jakby porywał za sobą cały świat oprócz jednej Ziemi i tego, co ją otacza. Jeżeli jednak zgodzimy się na to, że niebo nic z tego ruchu nie posiada, a natomiast Ziemia obraca się z zachodu na wschód, to po głębszej rozprawce dojdziemy do wniosku, że tak właśnie ma się rzecz z pozornym wschodem i zachodem Słońca, Księżycy

i gwiazd. Skoro zaś niebo, to jest caelum, jest tym, co wszystko ogarnia i okrywa, to jest caelat, a więc wspólnym pomieszczeniem wszystkich rzeczy, to nie tak łatwo zrozumieć, dlaczego nie mamy przypisywać ruchu raczej temu, co jest ogarnięte, niż temu, co ogarnia, i raczej temu, co otrzymało miejsce, niż temu, co tego miejsca udziela. Takiego zdania istotnie byli pitagorejczycy Heraklejdes i Ekfantos, a według Cycerona także Niketas z Syrakuz, każąc Ziemi obracać się w środku świata. Sądziли mianowicie, że gwiazdy zachodzą na skutek zasłaniania ich przez Ziemię i znowu wschodzą, gdy Ziemia je odsłania.

Przyjęcie tego faktu nasuwa z kolei inną, bynajmniej nie mniejszą wątpliwość, mianowicie co do miejsca Ziemi – mimo że panuje prawie powszechnie przyjęte przekonanie, iż jest ona środkiem wszechświata. Bo jeśli ktoś założy, że Ziemia nie zajmuje środka, czyli centralnego punktu we wszechświecie, a równocześnie przyzna, że oddalenie jej od niego nie jest aż tak wielkie, by je można było porównać z wielkością sfery gwiazd stałych, że natomiast jest wyraźne i znaczne w stosunku do sfer Słońca i innych planet, i jeśli będzie sądził, że ruch tychże dlatego wydaje się niejednostajny, ponieważ nimi niejako steruje inny środek, a nie środek Ziemi, ten zapewne wcale nie bezrozumne będzie mógł dać wytłumaczenie nieregularności ruchu takiego, jakim on się przedstawia naszym oczom. Bo fakt, że te same planety oglądamy to z mniejszej, to z większej odległości

od Ziemi, z konieczności dowodzi, że środek Ziemi nie jest środkiem tych kręgów. Tym mniej dowiedziona jest rzeczą, czy to Ziemia przybliży się do nich i od nich oddala, czy też one do Ziemi i od Ziemi. I nie będziemy się tak bardzo dziwić, jeżeli ktoś oprócz już wspomnianego codziennego obrotu wyobrażał sobie jakiś inny ruch Ziemi. Jakoż pitagorejczyk Filolaos twierdził podobno, że Ziemia się obraca, a ponadto, że wędruje w przestworzach na skutek kilku ruchów jako jedna z planet. Był to zaś nieprzeciętny matematyk, skoro Platon, by go poznać, nie cofnął się przed podróżą do Italii, jak o tym piszą biografowie Platona.

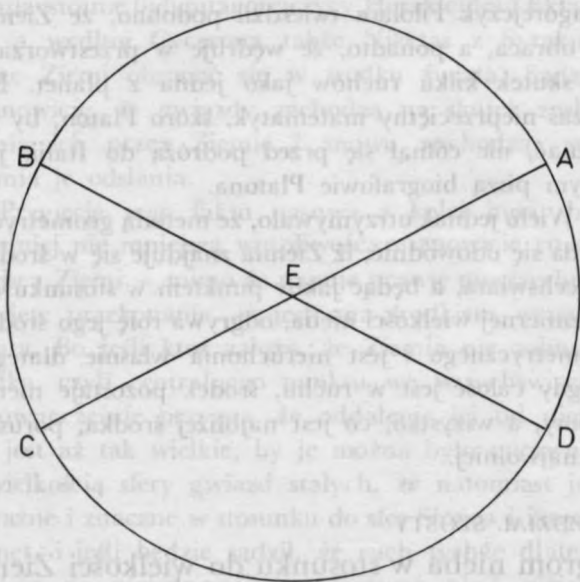
Wielu jednak utrzymywało, że metodą geometryczną da się udowodnić, iż Ziemia znajduje się w środku wszechświata, a będąc jakby punktem w stosunku do niezmiernej wielkości nieba, odgrywa rolę jego środka geometrycznego i jest nieruchoma właśnie dlatego, że gdy całość jest w ruchu, środek pozostaje nieruchomy, a wszystko, co jest najbliżej środka, porusza się najwolniej.

## ROZDZIAŁ SZÓSTY

### Ogrom nieba w stosunku do wielkości Ziemi

Otóż istotnie to, że Ziemia, choć jest tak olbrzymią bryłą, nie wytrzymuje żadnego porównania z ogromem nieba, można poznać na tej podstawie, że koła graniczące – tak bowiem tłumaczą grecki termin „horyzonty” – dzielą całą sferę niebieską na połowy,

co by nie mogło mieć miejsca, gdyby wielkość Ziemi lub jej odległość od środka wszechświata była czymś znacznym w porównaniu z niebem. Koło bowiem, które przecina kulę na połowy, przechodzi przez środek tejże kuli i jest największym z kół, jakie na niej mogą być opisane. Niech mianowicie koło ABCD



będzie horyzontem, a punkt E niech będzie Ziemią, z której patrzymy, i równocześnie środkiem horyzontu, gdzie się rozgraniczają zjawiska widoczne od niewidocznych. Spójrzmy teraz przez ustawiony w punkcie E przeziernik (czy też horoskop albo chorobates)

na początek Raka wschodzący w punkcie C, a zobaczymy, że w tej samej chwili zachodzi w punkcie A początek Koziorożca. Skoro więc punkty A, E i C leżą na linii prostej przechodzącej przez przeziernik, jasną jest rzeczą, że ta linia jest średnicą zodiaku, a to dlatego, że na sześciu znakach zwierzyńcowych, jakie wtedy są widoczne, kończy się półkole, a jego środek E jest równocześnie środkiem horyzontu. I znowu, gdy obrót tak się zmieni, że początek Koziorożca będzie wschodził w punkcie B, zobaczymy, że wtedy początek Raka zachodzi w punkcie D, a linia BED będzie linią prostą, i to średnicą zodiaku. A stwierdziliśmy już, że i prosta AEC jest średnicą tego samego koła. Wobec tego jest rzeczą oczywistą, że w punkcie ich wspólnego przecięcia się leży jego środek. W ten więc sposób koło horyzontu dzieli zodiak, będący największym kołem kuli niebieskiej, zawsze na dwie równe części. A przecież na kuli, jeżeli jakieś koło połowi którekolwiek z jej największych kół, to i to połowiące koło jest największym kołem. Jest więc i horyzont jednym z największych kół, a jego środek jest na pozór identyczny ze środkiem zodiaku, choć przecież z konieczności inna musi być linia wyprowadzona z powierzchni Ziemi, a inna wyprowadzona z jej środka; lecz z powodu niezmiernej ich długości w stosunku do Ziemi stają się one podobne do równoległych, które znowu na skutek niezmiernej odległości ich zakończeń wydają się nam jedną linią, skoro zawarta między nimi przestrzeń, w porównaniu z ich długością, staje się dla

wzroku czymś, co nie może wchodzić w rachubę, tak jak się tego dowodzi w *Optyce*.

I istotnie na podstawie tego dowodzenia wystarczająco jasno stwierdzamy, że niebo jest niezmierzone w porównaniu z Ziemią i przedstawia się jako coś nieskończenie wielkiego, ale Ziemia, według oceny naszych zmysłów, ma się tak do wielkości nieba, jak punkt do bryły i jak skończoność do nieskończoności. I niczego więcej to nie dowodzi. Nie wynika stąd mianowicie, że Ziemia musi spoczywać bez ruchu w środku wszechświata. Przeciwnie nawet, dziwilibyśmy się tym bardziej, gdyby w ciągu 24 godzin miał dokonywać swego obrotu raczej taki ogrom wszechświata niż znikoma część jego, jaką jest Ziemia.

To bowiem, co mówią, że środek jest nieruchomy i że punkty najbliższe środka poruszają się wolniej, nie dowodzi wcale, że Ziemia w środku świata leży bez ruchu. Bo nie inaczej by to było, niż jeśliby ktoś powiedział, że niebo się obraca, ale bieguny są w stanie spoczynku, a punkty najbliższe biegunów wykonują najmniej ruchu. Tak właśnie Mała Niedźwiedzica wyraźnie porusza się o wiele wolniej niż Orzeł czy Mały Pies, ponieważ jako leżąca najbliżej bieguna opisuje koło mniejsze, choć wszystkie one należą do jednej kuli niebieskiej, której ruch, zanikający w kierunku jej osi, nie pozwala na to, by ruch wszystkich jej części był sobie wzajemnie równy; wszakże obrót całości przywraca je do pierwotnego położenia w równym czasie, a nie po przebyciu równej drogi.

A więc sens rozumowania, zakładającego jakoby

Ziemia była częścią kuli niebieskiej i nie różniła się od niej co do istoty i ruchu, prowadzi do tego, że jako najbliższa środka porusza się mało: będzie się więc poruszać i ona, skoro stanowi bryłę, a nie punkt środkowy, i będzie opisywać łuki odpowiadające opisywanym w tym samym czasie łukom koła niebieskiego, choć mniejsze. Lecz fałszywość tego jaśniejsza jest niż słońce; w takim bowiem razie musiałoby w jednym miejscu przypadać stale południe, w innym znowu stale północ, tak że nie miałyby miejsca ani codzienne wschody, ani zachody, skoro jeden i nieodłączny ruch miałaby całość i jej część.

Tymczasem zgoła odmienny stosunek zachodzi w zjawiskach wynikających z różnicy w rzeczywistym stanie rzeczy; a mianowicie ciała opisujące krótsze okrążenie dokonują obiegu szybciej niż te, które zakreślają koło większe. Na przykład najdalsza z planet, Saturn, dokonuje swego obiegu w ciągu trzydziestu lat, a Księżyc, który ponad wszelką wątpliwość jest najbliższy Ziemi, dopełnia swego okrążenia w ciągu miesiąca. I wreszcie nasunie się myśl, że Ziemia wykonuje swój obrót w ciągu dnia i nocy. Znowu zatem odżywa to samo zagadnienie codziennego obrotu.

Ale oprócz tego wciąż jeszcze pozostaje problem również miejsca Ziemi, które na podstawie dotychczasowych wywodów nie jest jeszcze określone. Bo tamten dowód nie stwierdza nic więcej, jak tylko niezmierną wielkość nieba w porównaniu z wielkością Ziemi; lecz wcale nie wiemy, jak daleko sięga ta niewspółmierność. A jak z przeciwnej strony najmniej-

sze i niepodzielne cząsteczki, zwane atomami, wzięte podwójnie czy kilkakrotnie, z powodu swej niedostrzegalności nie od razu tworzą ciała widzialne, a przecież ilość ich może się powielić do tego stopnia, że wreszcie będzie ich dosyć na to, by zrosły się w wielkość widzialną – tak też, gdy chodzi o położenie Ziemi, to choćby nawet nie była w środku wszechświata, odległość jej od niego mogłaby przecież być jeszcze znikomo mała, zwłaszcza w porównaniu ze sferą gwiazd stałych.

#### ROZDZIAŁ SIÓDMY

Dlaczego starożytni sądzili, że Ziemia spoczywa bez ruchu w środku wszechświata jakby jego punkt centralny?

Dlatego to starożytni filozofowie usiłowali z pomocą jakichś innych wywodów uzasadnić twierdzenie, że Ziemia stoi w środku świata, a jako najważniejszą przyczynę tego przytaczają wpływ ciężkości i lekkości. Najcięższy mianowicie jest element ziemi, a wszystko, co ma wielką wagę, spada na Ziemię kierując się ku jej najgłębszemu środkowi. Skoro bowiem Ziemia jest kulista, a ciężary zgodnie ze swym przyrodzeniem spadają na nią ze wszystkich stron prostopadłe do jej powierzchni, to zwałyby się one do jej środka, gdyby nie zatrzymywały się na owej powierzchni. Istotnie bowiem linia prosta, tworząca kąty proste z powierzchnią horyzontu w punkcie jej styczności z kulą, biegnie do środka kuli. Z tego zaś, że owe



ciała dążą do środka, zdaje się wynikać, że tam zatrzymują się bez ruchu. Tym bardziej więc cała Ziemia będzie spoczywać w środku i, skoro przyjmuje do siebie wszystkie spadające ciała, sama na skutek swego ciężaru pozostanie na zawsze nieruchoma.

Podobnie usiłują dowodzić na podstawie ruchu i jego natury. Arystoteles rzeczywiście powiada, że ruch pojedynczego i niezłożonego ciała jest niezłożony; z niezłożonych zaś ruchów jeden jest prosty, drugi kolisty, a z prostych jeden w górę, a drugi w dół. Wobec tego każdy ruch niezłożony jest albo dośrodkowy, mianowicie skierowany w dół, albo odśrodkowy – skierowany w górę, albo biegnący dokoła środka, a ten właśnie jest kolisty. Ale ziemi i wodzie, jako elementom uważanym za ciężkie, wypada dążyć w dół, tzn. kierować się ku środkowi, natomiast powietrzu i ogniewi, jako obdarzonym lekkością, wypada dążyć w górę i od środka się oddalać. I prawdopodobnie trzeba się zgodzić na to, żeby tym czterem elementom przyznać ruch prosty, a ciałom niebieskim ruch kolisty dokoła środka. Tyle Arystoteles.

A zatem – mówi Ptolemeusz z Aleksandrii – gdyby Ziemia obracała się i choćby to był tylko dzienny obrót, musiałyby nastąpić zjawiska zgoła przeciwne opisanym wyżej. Bo rzeczywiście musiałyby to być ruch niezwykle szybki, a prędkość jego nie-dościgniona, skoro cały obwód Ziemi musiałby dokonywać pełnego obrotu w ciągu dwudziestu czterech godzin. Widzimy zaś, że to, co zostaje wprawione

40 w gwałtowny ruch wirujący, zupełnie niezdolne jest do skupienia się, a rzeczy bardziej zwarte rozpraszają się, chyba że je trzyma razem coś mocno spajającego. Dawno więc już – powiada on – Ziemia by się rozproszyła i wypadła poza granice samego nieba (co jest wprost śmieszne), a tym bardziej istoty żywe i wszystkie inne luźne ciężary bynajmniej nie utrzymywałyby się bez wstrząsu na miejscu. A także ciała spadające w prostym kierunku nie docierałyby wzdłuż pionu do przeznaczonego im miejsca, ponieważ przy tak ogromnej szybkości musiałyby się ono tymczasem przesunąć w bok. Tak samo chmury i wszystko, cokolwiek unosi się w powietrzu, pędziłoby przed naszymi oczyma bez przerwy na zachód.

## ROZDZIAŁ ÓSMY

### Odparcie przytoczonych dowodów i ich niewystarczalność

Z tych to i tym podobnych przyczyn twierdzą, że Ziemia leży w środku świata nieruchoma i że co do tego nie ma żadnych wątpliwości. Jednakże jeśli ktoś sądził, że Ziemia się obraca, ten na pewno powie, że jest to ruch naturalny, a nie wymuszony. Co zaś jest zgodne z naturą, wywołuje skutki przeciwne tym, które pochodzą z przemocy. Wszystko bowiem, co doznaje stałej czy nagłej siły z zewnątrz, musi się rozpaść i długo ostać się nie może; co zaś odbywa się z natury, pozostaje w dobrym stanie i zachowuje swój najlepszy układ. Bezpodstawne

zatem są obawy Ptolemeusza, że Ziemia i wszystkie ziemskie przedmioty mogłyby się rozsypać w obrotach wywołanych przez działanie natury, które jest zupełnie różne od siły sztucznej czy też takiej, którą można osiągnąć ludzkim przemyśleniem.

Czemuż jednak nie ma się tych samych przypuszczeń raczej w odniesieniu do wszechświata, którego ruch musi być przecież tyle razy szybszy, ile razy niebo jest większe od Ziemi? Czy może niebo dlatego właśnie doszło do niezmiernej wielkości, że wskutek niewypowiedzianej gwałtowności swego ruchu oddala się od środka, w przeciwnym zaś razie, gdyby stało w miejscu, musiałoby się zawalić?

Zaiste, gdyby takie rozumowanie mogło się ostać, także wielkość nieba musiałaby się rozszerzać do nieskończoności. Bo im bardziej porywałby je w górę sam pęd ruchu, tym szybszy byłby ten ruch ze względu na stale wzrastający okrąg, który należałoby przebyć w ciągu dwudziestu czterech godzin! I nawzajem, ze wzrostem ruchu wzrastałby ogrom nieba. W ten sposób szybkość i wielkość będą się wzajemnie podpędzają aż do nieskończoności. Lecz zgodnie ze znanym w fizyce twierdzeniem, że nieskończoność nie może być przebyta ani też w żaden sposób nie może się poruszać, niebo z konieczności stać będzie w miejscu.

Ale mówią, że poza niebem nie ma żadnego ciała, nie ma przestrzeni ani próżni, a więc w ogóle niczego, i że dlatego niebo nie ma dokąd uciec. W takim razie dopiero dziwną jest rzeczą, że coś

może doznawać przeszkody w niczym! Natomiast jeśli niebo będzie nieskończone i tylko od wewnątrz ograniczone wklęsłą powierzchnią, raczej może sprawdzi się twierdzenie, że poza niebem nie ma niczego, ponieważ wtedy wszystko znajdzie się w nim bez względu na zajmowaną przez się wielkość; niebo jednak pozostanie nadal nieruchome. Istotnie bowiem najważniejszą rzeczą, dla której usiłują twierdzić, że niebo ma granice, jest ruch.

Tak więc pytanie, czy świat jest skończony, czy nieskończony, zostawmy do dyskusji filozofom przyrody. Nam wystarczy pewnik, że Ziemia zamknięta jest biegunami i kulistą powierzchnią. Dlaczegoż wobec tego jeszcze się wahamy raczej jej przyznać ruch odpowiadający z natury jej kształtowi aniżeli przyjmować ruch całego świata, którego granic nie znamy i znać nie możemy? Dlaczego nie mamy powiedzieć jasno, że to zjawisko codziennego obrotu jest na niebie czymś pozornym, a na Ziemi rzeczywistością i że rzecz ma się tutaj tak właśnie, jakby to wyraził Eneasz, gdy mówi u Wergiliusza:

„My odbijamy od portu, a łód się cofa i miasta”? Bo gdy okręt płynie po spokojnym morzu, wszystko, co jest na zewnątrz, widzą płynący na nim ludzie tak, jakby się właśnie to poruszało na podobieństwo ruchów okręgu, a – na odwrót – zdaje im się, że sami wraz ze wszystkim, co jest z nimi, stoją w miejscu. Tak samo bez wątplenia może się mieć rzecz w wypadku ruchu Ziemi i sprawiać wrażenie, że to cały obraca się świat.

Coż w takim razie mielibyśmy do powiedzenia o chmurach i wszystkich innych ciałach, które w jakimkolwiek sposób utrzymują się w powietrzu albo opadają i znowu wznoszą się w górę? Czyż nie jedynie to, że ów ruch odbywa nie sama tylko Ziemia wraz ze złączonym z nią żywiołem wód, ale także niemała część powietrza i wszystko, cokolwiek posiada podobne jak ono pokrewieństwo z Ziemią? Albo więc bliska Ziemi warstwa powietrza, zmieszana z materią ziemną lub wodną, idzie za tą samą naturą co Ziemia, albo też ruch powietrza jest nabyty, pochodzi zaś od Ziemi przez to, że powietrze przylega do niej przy jej wiecznym obrocie, a przy braku oporu ze swej strony. Przecież i odwrotnie, co nie mniejsze budzi zdziwienie: powiadają, że najwyższe rejony powietrza idą za ruchem nieba, czego mają dowodzić owe nagle ukazujące się gwiazdy, mianowicie komety i gwiazdy „brodate” (jak je nazywają Grecy), których powstawanie umiejscawiają w tych właśnie rejonach, a które tak samo jak inne gwiazdy wschodzą i zachodzą. My możemy powiedzieć, że tamte warstwy powietrza, z powodu wielkiej odległości od Ziemi, nie biorą udziału w ruchu ziemskim. A zatem spokojne będzie się wydawało powietrze najbliższe Ziemi i wszystko, co się w nim unosi, o ile pod wpływem wiatru albo na skutek jakiegoś innego bodźca nie będzie się poruszać – jak to bywa – to w tę, to w tamtą stronę. Czymże bowiem innym jest wiatr w powietrzu, jeśli nie tym, czym prądy w morzu?

Kiedy zaś chodzi o ciała spadające w dół i wzno-

szące się w górę musimy przyznać, że w stosunku do wszechświata ruch ich jest podwójny, a mianowicie stale złożony z ruchu prostoliniijnego i kolistego. Bo przecież nie ma wątpliwości, że przedmioty spadające na skutek swego ciężaru, będąc przede wszystkim natury ziemskiej, zachowują jako części tę samą naturę, jaką ma ich macierzysta całość. A nie inaczej ma się rzecz także z ciałami porywanymi w górę przez siłę ognistą. Bo i ten ziemski ogień podsyca się przede wszystkim materiałem ziemskim, a płomień, jak definiują, jest niczym innym jak tylko rozżarzoną dymem. Jest zaś właściwością ognia rozsadzać ciała, które ogarnie. A dokonuje tego z taką siłą, że żadnym sposobem, żadnymi środkami nie można go powstrzymać, by nie rozerwał zamknięcia i dzieła swego nie wypełnił do końca. Ruch zaś rozszerzający dąży od środka ku obwodowi; a więc, jeżeli coś z części ziemskich zapali się, ulata od środka w górę.

Twierdzenie zatem, że ruch ciała niezłożonego jest niezłożony, sprawdza się przede wszystkim w odniesieniu do ruchu kolistego, jak długo ciało niezłożone pozostaje w swoim miejscu naturalnym i trwa w swojej jedności. W miejscu bowiem nie inny jest ruch jak tylko kolisty, który trwa cały w sobie podobny do bezruchu. Prostoliniijny zaś ruch przyłącza się nadto u takich ciał, które się oddalają od swego miejsca naturalnego lub zostają z niego wytracone albo w jakikolwiek inny sposób znajdują się poza nim. Nic zaś nie sprzeciwia się tak bardzo porządkowi całości i kształtowi wszechświata jak to, że coś nie

jest na swoim miejscu. Prostoliniorny zatem ruch jest przypadłością takich jedynie ciał, które się znajdują w niewłaściwym stanie i są niedoskonale co do swej natury, gdy się odłączą od swojej całości i zrywają z nią jedność. Ponadto ciała, które wznoszą się w górę lub spadają w dół, nawet bez względu na ruch kolisty, nie wykonują ruchu niezłożonego, jednostajnego i równomiernego. Przez lekkość swą bowiem czy też rozpęd swego ciężaru nie mogą się ustatkować. Tak to wszystko, co spada, z początku odbywa ruch powolny, lecz w miarę spadania szybkość swą zwiększa. I na odwrót, widzimy, że ten ziemski ogień (bo innego obserwować nie możemy), porwany w górę zaraz słabnie, przyznając niejako, że przyczyną tego jest gwałt zadany mu przez materię ziemską. Kolisty zaś ruch odbywa się zawsze jednostajnie, ponieważ posiada niesłabnącą przyczynę, a przyczyna tamtego zdąża szybko do zaniku; ciała, które takim ruchem osiągają swoje miejsce, przestają być ciężkie czy lekkie i sam ów ruch ustaje. Skoro zatem ruch kolisty jest właściwością całości, a częściom przypada w udziale również ruch prostoliniorny, możemy powiedzieć, że ruch kolisty współlistnieje z prostoliniornym tak jak pojęcie „żywy” z pojęciem „chory”. Oczywiście i to, że Arystoteles ruch niezłożony dzieli na trzy rodzaje, mianowicie na odśrodkowy, dośrodkowy i biegnący dokoła środka, będziemy uważali jedynie za wytwór naszego rozumu, tak jak rozróżniamy linię, punkt i płaszczyznę, choć przecież jedno bez drugiego istnieć nie może, a żadne z nich nie może istnieć bez ciała.

Do tego dochodzi jeszcze i to, że stan bezruchu uważa się za szlachetniejszy i bardziej boski niż stan zmienności i niestałości, który z tego powodu bardziej przystoi Ziemi niż wszechświatowi. Dodam także, że wydawałoby się czymś dosyć niedorzecznym przypisywać ruch raczej temu, co ogarnia i udziela miejsca, niż temu, co jest ogarnięte i umiejscowione, czym właśnie jest Ziemia. I wreszcie, skoro jest rzeczą oczywistą, że planety raz się znajdują bliżej Ziemi, raz znowu dalej, wyniknie stąd również, że jedno i to samo ciało porusza się zarówno dokoła środka (którym rzekomo jest środek Ziemi), jak też od środka i ku środkowi. Musi się więc ruch dokoła środka brać ogólniej i zadowolić się tym, że każdy poszczególny ruch będzie się trzymał swojego własnego środka. Widzimy zatem, że na podstawie tego wszystkiego prawdopodobniejszy dla Ziemi jest ruch niż stan spoczynku, zwłaszcza w obrocie dziennym, jako że ten najbardziej Ziemi odpowiada. I to – jak sądzę – co do pierwszej części zagadnienia wystarczy.

## ROZDZIAŁ DZIEWIĄTY

Czy można Ziemi przypisać większą ilość ruchów i o środku wszechświata

Skoro zatem nic nie stoi na przeszkodzie, by przyjąć ruchomość Ziemi, sądzę, że teraz trzeba się zastanowić, czy przystoi jej również wielość ruchów, tak by ją można było uważać za jedną z planet. Bo tego, że nie jest ona środkiem wszystkich obrotów,



dowodzi ruch planet wyraźnie nierównomierny i zmienne ich odległości od Ziemi, których nie można wytłumaczyć za pomocą koła współśrodkowego z Ziemią. Skoro więc istnieje większa ilość środków, nie bez przyczyny może ktoś mieć wątpliwości również co do środka wszechświata, czy mianowicie jest nim środek ciężkości ziemskiej, czy jakiś inny. Ja w każdym razie mniemam, że ciężkość nie jest niczym innym jak tylko jakąś naturalną dążnością, którą boska opatrność Stwórcy wszechświata nadała częściom po to, żeby łączyły się w jedność i całość, skupiając się razem w kształt kuli. A jest rzeczą godną wiary, że taka dążność istnieje również w Słońcu, Księżycu i innych świecących planetach po to, by na skutek jej działania trwały w tej okrągłości, w jakiej się nam przedstawiają; a niezależnie od tego w wieloraki sposób wykonują one swe ruchy krążące.

Jeśli więc i Ziemia wykonywała inne ruchy, np. względem jakiegoś środka, musiałyby to być te właśnie ruchy, które w podobny sposób ujawniają się na zewnątrz w wielu zjawiskach, z których wnioskuje o rocznym obiegu. Bo jeżeli ten obieg zmienimy ze słonecznego na ziemski i przyznamy nieruchomość Słońcu, to nic się nie zmieni w zjawiskach wschodu i zachodu znaków zwierzyńcowych i gwiazd stałych, dzięki którym stają się one gwiazdami rannymi i wieczornymi; równocześnie postoje planet, ich cofania się i posuwania okażą się nie ich ruchem, lecz wynikiem ruchu Ziemi, który one zapożyczają dla swych zjawisk. W końcu dojdzie się do zdania, że środek świata

zajmuje właśnie Słońce. O tym wszystkim poucza nas prawo porządku, w jakim te ciała wzajemnie po sobie następują, i harmonia całego świata, jeżeli tylko na rzeczywistość zechcemy spojrzeć – jak to się mówi – obu oczyma.

## ROZDZIAŁ DZIESIĄTY

### Porządek sfer niebieskich

Najwyżej ze wszystkich rzeczy widzialnych znajduje się sfera gwiazd stałych; co do tego, jak widzę, nikt nie ma wątpliwości. Kolejność zaś planet chcieli dawni filozofowie ustalić na podstawie długości ich obiegów, przyjmując zasadę, że przy równej szybkości poruszających się przedmiotów te, które są dalej, sprawiają wrażenie, jakby się posuwały wolniej, jak to jest udowodnione w *Optyce* Euklidesa. Sądzą więc, iż Księżyc dlatego właśnie w najkrótszym czasie przebywa krąg swej drogi, ponieważ jako najbliższy Ziemi krąży po najmniejszym kole. Najwyżej zaś jest Saturn, który ma najdłuższy okrąg i najwięcej czasu zużywa na jego przebycie. Poniżej niego Jowisz, dalej Mars. Natomiast co do Wenus i Merkurego różne znajduje się zdania, a to dlatego, że ich elon-gacja od Słońca nie przybiera wszelkich możliwych wartości, jak to ma miejsce u tamtych. Z tego to powodu jedni umieszczają je nad Słońcem, jak np. Timajos u Platona, inni pod nim, jak Ptolemeusz i znaczna część nowszych. Alpetragius umieszcza Wenus powyżej Słońca, a Merkurego poniżej.

Ci zatem, co idą za Platonem i sądzą, że wszystkie planety, będące zresztą ciałami ciemnymi, odbijają światło nabyte od Słońca, powiadają, że gdyby były pod nim, to przy niewielkim od niego odchyleniu byłyby widoczne jako półkole, a w każdym razie jako figury niezupełnie okrągłe; bo wtedy światło nabyte odbijałyby prawie w górę, tj. w stronę Słońca, jak to widzimy przy pojawianiu się nowego Księżyca lub przy jego zanikaniu. Twierdzą poza tym, że niekiedy musiałyby one znaleźć się między nami a Słońcem i stanowić przeszkodę dla jego światła, które musiałoby ulegać zaćmieniom stosownie do ich rozmiarów. A ponieważ tego nigdy nie widzimy mniemają, że poniżej Słońca w żadnym wypadku one nie schodzą.

Inaczej zaś ci, którzy Wenus i Merkurego umieszczają poniżej Słońca; bronią oni swego poglądu na podstawie rozległości odstępu, jaki znajdują między Słońcem i Księżycem. Wyliczyli bowiem, że największa odległość Księżyca od Ziemi, wynosząca 64 i 1/6 takich części, jakich jedną stanowi promień ziemski, mieści się około 18 razy w najmniejszej odległości Ziemi od Słońca, wynoszącej 1160 owych części, a więc między Słońce i Księżyc przypada ich 1096. Ażeby tedy ta obszerna przestrzeń nie pozostała pusta, na podstawie różnic największego i najmniejszego oddalenia planet od Ziemi, z których obliczają grubość ich sfery, znajdują, że wspomniane wymiary w przybliżeniu wypełniają się przez to, iż za najwyższą odległością Księżyca od Ziemi następuje najniższa

Merkurego, za jego zaś najwyższą idzie najbliższa odległość Wenus, a dopiero ta planeta swą najwyższą odległością od Ziemi niejako styka się z najniższą odległością Słońca. Mianowicie między najbliższą i najdalszą odległością Merkurego od Ziemi liczą prawie 177 i 1/2 wymienionych części, a dalej obliczają, że pozostałą przestrzeń prawie w zupełności wypełnia różnica między najbliższą i najdalszą odległością planety Wenus od Ziemi, wynosząca 910 tych części. Zgodnie z tym twierdzą, że planety nie są ciemne i podobne w tym do Księżyca, lecz świecą albo własnym światłem, albo też słonecznym, które przenika całe ich ciała; a Słońca nie zasłaniają dlatego, że niezmiernie rzadko się zdarza, by stanęły między naszym wzrokiem a Słońcem, gdyż najczęściej schodzą z jego drogi co do szerokości. Poza tym również dlatego, że w porównaniu ze Słońcem są ciałami małymi, skoro Wenus, będąc nawet większa od Merkurego, może zakryć zaledwie setną część tarczy słonecznej, jak chce Albatęgnius Arateński, który przyjmuje, że średnica Słońca jest dziesięć razy większa, i z tego powodu tak mała plamka na tle najwspanialszego światła niełatwo da się zauważyć. Jakkolwiek Awerroes w *Parafrazie* Ptolemeusza wspomina przecież, że dostrzegł na Słońcu coś ciemnego, gdy mu rachunek wykazywał zupełną koniunkcję Słońca i Merkurego. Otóż w ten sposób dochodzą do przekonania, że dwie owe planety krążą poniżej orbity Słońca.

Ale jak słabe i niepewne jest również i to rozumowanie widać najlepiej stąd, że choć najmniejsza

odległość Księżyca od Ziemi wynosi – według Ptolemeusza – 38 promieni kuli ziemskiej (wszakże według bardziej do prawdy zbliżonych obliczeń, jak się okaże poniżej, ponad 49), nic nam jednak nie wiadomo, by w tak wielkiej przestrzeni znajdowało się cokolwiek innego poza powietrzem i ewentualnie eterem, czyli tzw. elementem ognistym. A nadto widać to także stąd, że średnica koła, dzięki któremu Wenus odchyła się od Słońca to w jedną, to w drugą stronę mniej więcej na  $45^\circ$ , musi być sześć razy większa niż odległość od środka Ziemi do dolnej absydy tej planety, jak to udowodnimy na swoim miejscu. Cóż więc ich zdaniem będzie się znajdować w całej tej przestrzeni, która jest tylekroć większa niż to, co by wystarczyło na pomieszczenie Ziemi, powietrza, eteru, Księżyca i Merkurego, a którą poza tym musiałby zajmować olbrzymi ów epicykl Wenus, gdyby miał krążyć dokoła Ziemi nieruchomej?

Nie trafia również do przekonania owa argumentacja Ptolemeusza, jakoby Słońce miało krążyć pośrodku między planetami o dowolnej od niego elongacji a planetami o elongacji ograniczonej; jak dalece nie jest to prawdą ujawnia naocznie Księżyc, którego elongacja również przybiera wszelkie możliwe wartości.

Ci zaś, którzy poniżej Słońca umieszczają Wenus, potem Merkurego, albo rozdzielają je według innego porządku, jakąż przyczynę przytoczą dla faktu, że te planety – w przeciwieństwie do reszty – nie wykonują samodzielnych i niezależnych od Słońca obiegów,

52 jeżeli o kolejności planet ma decydować jedynie  
względ na ich szybkość lub powolność?

Trzeba więc będzie przyjąć, że albo Ziemia nie jest tym środkiem, do którego należy odnosić porządek planet i ich sfer, albo przynajmniej, że brak uzasadnienia na ich kolejność i że nie jest rzeczą jasną, dlaczego by się raczej Saturnowi niż Jowiszowi czy którejkolwiek innej planecie należało wyższe miejsce. Dlatego też, jak sądzę, bynajmniej nie należy lekceważyć tego, co tak dobrze rozumiał Martianus Capella, autor *Encyklopedii*, i niektórzy inni autorzy łacińscy. Utrzymują oni mianowicie, że Wenus i Merkury biegną dokoła Słońca, położone pośrodku, i z tego właśnie powodu – ich zdaniem – nie odchylają się od niego dalej, niż im na to pozwala wypukłość ich sfer, gdyż te sfery nie otaczają Ziemi zewsząd, na podobieństwo innych planet, lecz mają krzywizny inaczej zwrócone. Cóż więc innego chcą przez to powiedzieć jak nie to, że środek owych sfer leży gdzieś przy Słońcu? I rzeczywiście, w ten sposób sfera Merkurego zamknie się we wnętrzu sfery Wenus, która to sfera – według zgodnej wszystkich opinii – jest przeszło dwa razy większa, i w tym obszernym wnętrzu znajdzie dla siebie miejsce zupełnie wystarczające.

Jeśliby ktoś teraz, biorąc to za punkt wyjścia, odniósł do tegoż środka także Saturna, Jowisza i Marsa, rozumiejąc jednak, że rozpiętość ich sfer jest tak wielka, iż obejmuje i otacza także leżącą w ich obrębie Ziemię wraz z tamtymi dwiema sferami, ten by się wcale nie pomylił. Dowodzą tego tablice

ruchów tych planet. Pewną bowiem jest rzeczą, że te planety są bliżej Ziemi zawsze w czasie swego wieczornego wschodu, to jest wtedy, gdy znajdują się w opozycji do Słońca, a Ziemia leży między nimi a Słońcem; najdalej zaś od Ziemi w czasie swego wieczornego zachodu, gdy się kryją w kolicy Słońca, a więc wtedy, gdy między nimi a Ziemią mamy Słońce. I to dostatecznie wskazuje na fakt, że środek ich dróg należy raczej do Słońca i jest tym samym środkiem, do którego także Wenus i Merkury odnoszą swoje obiegi.

Lecz oczywiście, skoro to wszystko znajduje oparcie w jednym środku, jest rzeczą konieczną, żeby przestrzeń, która pozostaje między wypukłością sfery Wenus a wklęsłością sfery Marsa, wyodrębniła się także jako sfera, czyli kula współśrodkowa z tamtymi co do obu powierzchni i mogąca pomieścić Ziemię wraz z jej towarzyszem, Księżycem, i tym wszystkim, co się znajduje poniżej kuli Księżyca. Żadną bowiem miarą nie możemy odłączać od Ziemi Księżyca, który bezsprzecznie jest jej najbliższy, zwłaszcza że w owej przestrzeni znajdujemy dość odpowiednie i aż nadto wystarczające dla niego miejsce. Dlatego też nie wahamy się twierdzić, że całość opasana przez Księżyc obiega wraz ze środkiem Ziemi dokoła Słońca rocznym obrotem po wielkim owym kręgu między resztą planet i że środek świata leży w pobliżu Słońca; a także, że skoro Słońce trwa w bezruchu, całe zjawisko ruchu Słońca znajduje wytłumaczenie raczej w rzeczywistym ruchu Ziemi. Taki zaś

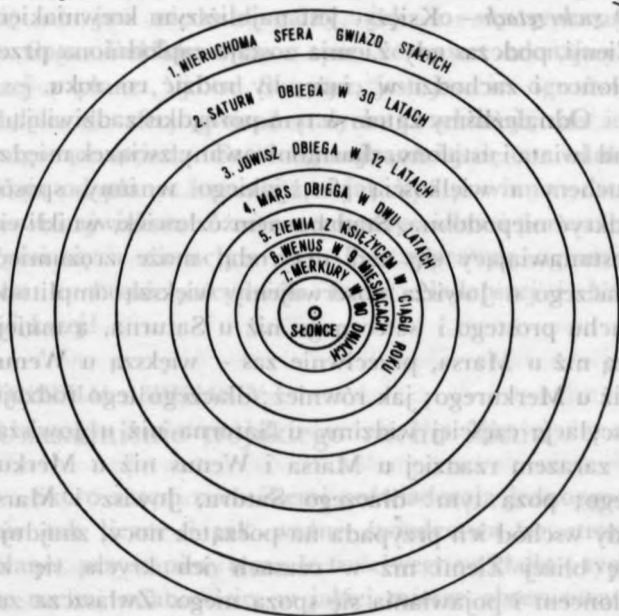
jest ogrom świata, że chociaż odległość Ziemi od Słońca w porównaniu z którąkolwiek inną sferą planetarną posiada wielkość, jak na owe potężne rozmiary, dosyć okazałą, to jednak w zestawieniu ze sferą gwiazd stałych jest niedostrzegalna. I mam wrażenie, że łatwiej się zgodzić na to, niż łamać sobie rozum na nieskończonej prawie ilości kół, jak to muszą robić ci, którzy w środku świata zatrzymali Ziemię. Tu trzeba iść raczej za mądrością natury, która podobnie jak się pilnie ustrzegła tego, by nie stworzyć czegoś zbędnego i nieużytecznego, tak też niejednokrotnie raczej wyposażała jedną rzecz w zdolność wywoływania wielorakich skutków.

Wszystko to, choć jest trudne i prawie nie do wiary, jako że się sprzeciwia powszechnie przyjętym poglądom, w dalszym ciągu jednak uczynimy, z pomocą Bożą, jaśniejszym od Słońca przynajmniej dla tych, co dobrze znają matematykę. Skoro tedy pozostaje w mocy kryterium wyrażone na początku rozdziału – nikt bowiem nie przytoczy odpowiedniejszego od tego, żeby wielkość orbit mierzyć długością periodów – porządek sfer, poczynając od góry, układa się w ten sposób:

Pierwszą i najwyższą ze wszystkich jest sfera gwiazd stałych, obejmująca samą siebie oraz cały świat i dlatego nieruchoma, mianowicie jako takie miejsce całości, żeby doń można było odnieść ruch i położenie wszystkich pozostałych ciał niebieskich. Niektórzy sądzą, co prawda, że i ta sfera w jakiś sposób podlega zmienności, ale ja, wyluszczywszy ruch Ziemi,



inną tego pozornego zjawiska wskażę przyczynę. Z kolei idzie pierwsza z planet, Saturn, który obiegu swego dopełnia w ciągu trzydziestu lat. Za nim Jowisz, dokonujący obiegu w dwunastu latach. Następnie Mars, który odbywa obieg w ciągu dwu lat. Czwarte miejsce w tym szeregu zajmuje sfera o rocznym obiegu, w której, jak powiedzieliśmy, mieści się Ziemia ze sferą Księżyca jakby małym epicyklem. Na piątym miejscu Wenus powraca do pierwotnego położenia co dziewięć miesięcy. Szóste wreszcie miejsce zajmuje Merkury, odbywający obieg w ciągu osiemdziesięciu dni.



A w środku wszystkich ma swą siedzibę Słońce. Czyż bowiem w tej najpiękniejszej świątyni mogliśmy umieścić ten znicz w innym albo lepszym miejscu niż w tym, z którego on może wszystko równocześnie oświetlać? Wszakże nie bez słuszności nazywają go niektórzy latarnią świata, inni rozumem jego, jeszcze inni władcą. Trismegistos zwię je widzialnym bogiem, Sofoklesowa Elektra – wszystko widzącym. Tak więc zaprawdę Słońce, jakby na tronie królewskim zasiadając, kieruje rodziną planet krążącą się dokoła. I Ziemia także nie jest pozbawiona usług Księżyca, lecz – jak to Arystoteles mówi w dziele *O zwierzętach* – Księżyc jest najbliższym krewniakiem Ziemi, podczas gdy Ziemia zostaje zapłodniona przez Słońce i zachodzi w ciążę, by rodzić co roku.

Odnależliśmy zatem w tym porządku zadziwiający ład świata i ustalony, zharmonizowany związek między ruchem a wielkością sfer, jakiego w inny sposób odkryć niepodobna. Stąd bowiem człowiek, wnikliwie zastanawiający się nad przyrodą, może zrozumieć, dlaczego u Jowisza obserwujemy większą amplitudę ruchu prostego i wstecznego niż u Saturna, a mniejszą niż u Marsa, przeciwnie zaś – większą u Wenus niż u Merkurego; jak również: dlaczego tego rodzaju oscylacje częściej widzimy u Saturna niż u Jowisza, a zarazem rzadziej u Marsa i Wenus niż u Merkurego; poza tym: dlaczego Saturn, Jowisz i Mars, gdy wschód ich przypada na początek nocy, znajdują się bliżej Ziemi niż w czasach ich krycia się za Słońcem i pojawiania się spoza niego. Zwłaszcza zaś Mars, gdy świeci noc całą, pozorną swoją wielkością

dorównuje Jowiszowi, różniąc się od niego tylko czerwonawą barwą, podczas gdy w tamtych położeniach ledwie da się odnaleźć wśród gwiazd drugiej wielkości i rozpoznać jedynie przez wytrwałą i systematyczną obserwację. Wszystko to wynika z jednej i tej samej przyczyny, która tkwi w ruchu Ziemi.

Jeżeli zaś nic podobnego nie dostrzegamy u gwiazd stałych dowodzi to, że się znajdują niezmiernie wysoko nad nami, co sprawia, że nawet orbita rocznego ruchu albo raczej jej obraz zanika dla naszego wzroku. Jakoż dla każdego widzialnego przedmiotu istnieje taka wielkość odległości, przy której nastaniu staje się on już niedostrzegalny, jak to się wykazuje w *Optyce* Euklidesa. Bo o tym, że nawet od najwyższej z planet, tj. od Saturna, jest jeszcze ogromnie daleko do sfery gwiazd stałych, przekonują nas ich migocące światła. Tą cechą najbardziej się one odróżniają od planet i ona też — jak być powinno — stanowi największą różnicę pomiędzy ciałami poruszającymi się a nieruchomymi. Tak zaprawdę ogromne jest to boskie arcydzieło Istoty Najlepszej i Największej!

## ROZDZIAŁ JEDENASTY

### Uzasadnienie trojakiemu ruchowi Ziemi

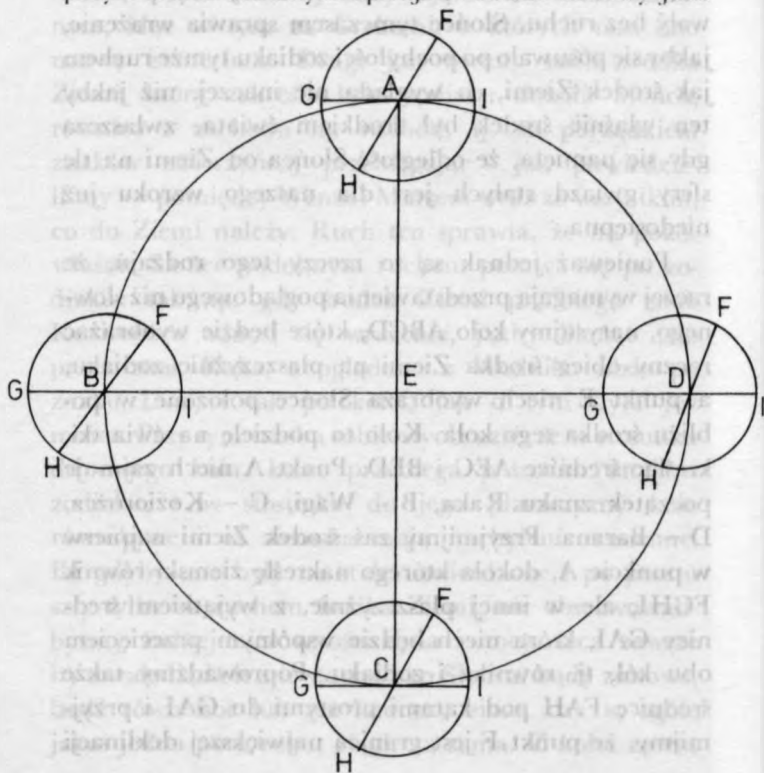
Skoro zatem ruch Ziemi poświadczają jednoznacznie tak liczne i tak ważne świadectwa ze strony planet, przystąpimy teraz do treściwego wykładu o tymże ruchu, mianowicie, w jakiej mierze obserwowane zjawiska dadzą się wytłumaczyć, gdy założymy jego

istnienie. W ogóle trzeba przyjąć, że jest on trojaki. Pierwszy, który Grecy – jak powiedzieliśmy – nazywają nychthemerinos, tj. ruchem nocodziennym, jest obrotem swoistym i bezpośrednim dla dnia i nocy, dokonującym się dokoła osi ziemskiej z zachodu na wschód, wobec czego ma się wrażenie, że świat obraca się w przeciwnym kierunku; opisuje on koło równonocne, które niektórzy nazywają kołem równodziennym, idąc w tym za Grekami, u których nosi ono nazwę isemerinos. Drugi jest roczny ruch środka Ziemi, który zakreśla koło zodiaku dokoła Słońca, również z zachodu na wschód, tj. za porządkiem znaków zwierzyńca, przebiegając – jak powiedzieliśmy – pomiędzy Wenus i Marsem wraz ze wszystkim, co do Ziemi należy. Ruch ten sprawia, że na pozór właśnie Słońce podobnym ruchem posuwa się po zodiaku: tak np. gdy środek Ziemi przebiega znak Koziorożca odnosi się wrażenie, jakby Słońce szło przez znak Raka, a oglądane z Wodnika idzie po znaku Lwa, i tak po kolei, jak o tym była już mowa. Przy tym trzeba sobie wyobrazić, że w stosunku do owego koła, które przebiega pośrodku znaków zodiaku, i w stosunku do jego płaszczyzny koło równikowe i oś ziemska mają nachylenie zmienne. Bo gdyby one były na stałe utwierdzone i po prostu szły tylko za ruchem środka Ziemi, nie obserwowalibyśmy żadnej nierówności dnia i nocy, lecz zawsze by trwało bądź letnie stanowisko Słońca, bądź zimowe, bądź równonoc lub też lato czy zima, czy w ogóle jakaś jedna pora roku, ciągle ta sama. Z kolei zatem

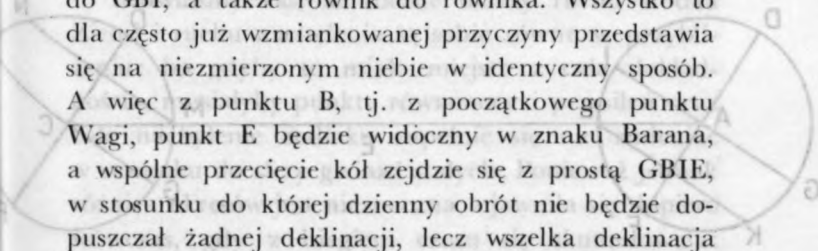
idzie ruch nachylenia jako trzeci ruch Ziemi, również o rocznym okresie, lecz przeciwny porządkowi znaków zodiaku, tj. idący w kierunku odwrotnym niż ruch środka Ziemi. W ten sposób, dzięki temu, że oba te ruchy są wzajemnie prawie równe, a zarazem sobie przeciwne, oś Ziemi i największy na niej równoleżnik, czyli równik, zwrócone są prawie stale w jedną i tę samą stronę świata, zupełnie tak jakby pozostawały bez ruchu. Słońce tymczasem sprawia wrażenie, jakby się posuwało po pochyłości zodiaku tymże ruchem jak środek Ziemi, co wygląda nie inaczej, niż jakby ten właśnie środek był środkiem świata, zwłaszcza gdy się pamięta, że odległość Słońca od Ziemi na tle sfery gwiazd stałych jest dla naszego wzroku już niedostępna.

Ponieważ jednak są to rzeczy tego rodzaju, że raczej wymagają przedstawienia poglądowego niż słownego, narysujmy koło ABCD, które będzie wyobrażał roczny obieg środka Ziemi na płaszczyźnie zodiaku, a punkt E niech wyobraża Słońce położone w pobliżu środka tego koła. Koło to podzielę na ćwiartki, kreśląc średnice AEC i BED. Punkt A niech zajmuje początek znaku Raka, B – Wagi, C – Koziorożca, D – Barana. Przyjmijmy zaś środek Ziemi najpierw w punkcie A, dokoła którego nakreślę ziemski równik FGHI, ale w innej płaszczyźnie, z wyjątkiem średnicy GAI, która niech będzie wspólnym przecięciem obu kół, tj. równika i zodiaku. Poprowadźmy także średnicę FAH pod kątami prostymi do GAI i przyjmijmy, że punkt F jest granicą największej deklinacji

południowej, a punkt H północnej. W tych oczywiście warunkach mieszkańcy Ziemi będą widzieć Słońce — leżące mniej więcej w środku E — w momencie, gdy w znaku Koziorożca dokonuje zimowego przesilenia dnia z nocą spowodowanego tym, że największa deklinacja północna H jest zwrócona ku Słońcu. Wtedy mianowicie nachylenie równika do linii AE przy obrocie dziennym opisuje zwrotnik zimowy jako

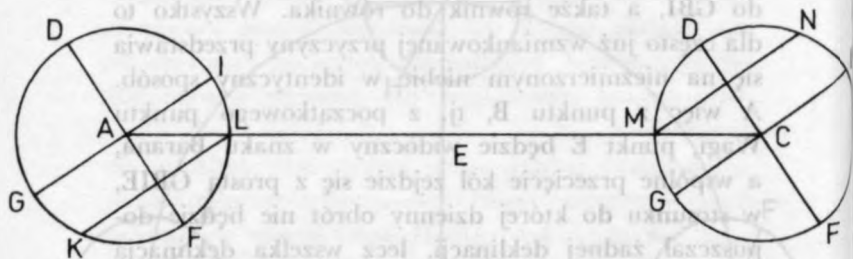


równoleżnik oddalony od równika na rozwartość, jaką obejmuje kąt nachylenia EAH. Teraz niech środek Ziemi posuwa się dalej za porządkiem znaków zwierzyńcowych, punkt zaś F, będący granicą największej deklinacji, niech z tą samą szybkością odbywa ruch wsteczny, aż obydwie te punkty przebędą ćwiartki kół, co nastąpi w położeniu B. W czasie tego kąt EAI pozostaje zawsze równy kątowi AEB, dzięki równości obrotów i stale równolegle pozostaną odpowiadające sobie średnice: FAH do FBH oraz GAI do GBI, a także równik do równika. Wszystko to dla często już wzmiankowanej przyczyny przedstawia się na niezmiernym niebie w identyczny sposób. A więc z punktu B, tj. z początkowego punktu Wagi, punkt E będzie widoczny w znaku Barana, a wspólne przecięcie kół zejdzie się z prostą GBIE, w stosunku do której dzienny obrót nie będzie dopuszczał żadnej deklinacji, lecz wszelka deklinacja będzie po bokach. Słońce zatem będzie widoczne w równonocy wiosennej. Niech teraz środek Ziemi posuwa się jeszcze dalej z zachowaniem przyjętych warunków, a gdy dopelni półkola w punkcie C, będzie się wydawało, że Słońce wkracza w znak Raka. Ale fakt, że punkt F, wyrażający południową deklinację równika, jest zwrócony ku Słońcu, sprawi wrażenie, iż Słońce przeszło na północ i biegnie po letnim zwrotniku odpowiednio do kąta nachylenia ECF. A ponieważ w trzeciej ćwiartce koła znów punkt F odwraca się od Słońca, wspólne przecięcie GI znów się pokryje z linią ED, wskutek czego



będzie się zdawać, że Słońce oglądane w znaku Wagi powoduje równonoc jesienną. A następnie punkt H, postępując nadal w ten sam sposób i ustawiając się z wolna w kierunku Słońca, sprawi, że wszystko powróci do stanu początkowego, od którego zaczęliśmy posuwać się naprzód.

Inaczej: Niech AEC będzie – jak poprzednio – średnicą koła ABE leżącą w płaszczyźnie rysunku oraz wspólnym przecięciem jej z tymże kołem, które obecnie niech stoi prostopadle do owej płaszczyzny.



Na niej dokoła punktów A i C, tzn. w Raku i w Koziorożcu, nakerśmy tu i tam południk ziemski DGFI. Osią Ziemi niech będzie DF, biegunem północnym D, południowym F, a linia GI średnicą równika. Kiedy więc biegun F jest zwrócony do Słońca leżącego w pobliżu punktu E i zachodzi północne nachylenie równika pod kątem IAE, wtedy obrót Ziemi dokoła osi opisze równoleżnik południowy o średnicy KL odległy od równika o łuk LI i pozornie stanowiący dla Słońca zwrotnik Koziorożca. Albo – żeby lepiej powiedzieć – na skutek owego obrotu linia AC, wzdłuż której widzimy Słońce, zakresła po-



wierzchnię stożkową posiadającą środek Ziemi za wierzchołek, a za podstawę koło równoległe do równika. W podobny sposób dzieje się to wszystko również w przeciwległym punkcie C, lecz w postaci odwróconej. Jasną więc jest rzeczą, jak te dwa ruchy, tj. ruch środka Ziemi i ruch jej nachylenia, wzajemnie sobie zachodzące drogę, zmuszają oś ziemską do pozostawania ciągle w tym samym kierunku i w tym samym położeniu oraz sprawiają, że wszystko robi wrażenie jakby to były ruchy Słońca.

Mówiliśmy zaś, że roczne okresy ruchu środka Ziemi i ruchu nachylenia są sobie równe w przybliżeniu; bo gdyby to miało miejsce z całą dokładnością, musiałyby punkty równonocy i przesileni oraz całe nachylenie zodiaku zupełnie się nie zmieniać w stosunku do sfery gwiazd stałych. Ponieważ jednak różnica okresów jest nieznaczna, ujawniła się dopiero wówczas, gdy z biegiem czasu się skumulowała: mianowicie od czasów Ptolemeusza do naszych narosła prawie do 21 stopni, o którą to wartość dziś już owe punkty wyprzedzają swe położenie ówczesne. Dlatego to niektórzy sądzą, że i sfera gwiazd stałych się porusza, skutkiem czego postanowili przyjąć nad nią dziewiątą sferę. A ponieważ i ta nie wystarczyła, nowsi uczeni dodają teraz jeszcze sferę dziesiątą. Mimo to nie dopięli tego celu, który my mamy nadzieję osiągnąć przez przyjęcie ruchu Ziemi; tym to ruchem jako naczelnym założeniem będziemy się posługiwać przy wyjaśnianiu innych ruchów.

## Od narodzin Kopernika do narodzin *O obrotach*

Dwa miasta zamykają, jakby klamrami, drogę życiową Kopernika: Toruń z domem rodzinnym i szkołą przy kościele św. Jana, od której przyszedł uczonec zaczął poznawać wiedzę, oraz Frombork z kanonią — miejscem wieloletniej pracy astronoma i z katedrą, kryjącą wśród fundamentów jego grób. W siedemdziesięcioletnim życiu — między toruńskie narodziny 19 lutego 1473 roku i zgon we Fromborku 24 maja 1543 roku — wpisały się pobyty w Krakowie, Bolonii, Padwie i Rzymie oraz rezydencje w pięknym zamku biskupim w Lidzbarku i w warowni olsztyńskiej.

Od wczesnych lat życia jako kanonik warmiński Kopernik nie znał bezpośrednio troski o chleb powszedni, ale nie znał też beztroskiego i bezczynnego życia. Jako prawdziwy reprezentant epoki przenikającego do Polski renesansu, talenty swe przejawiał czynnie na rozlicznych polach: był przecież praktykującym lekarzem, ekonomistą-teoretykiem, autorem rozprawy o gospodarce monetarnej. Nieobce były mu próby literackie, aż do (jakże rzadkich w początku wieku XVI na północ od Alp!) przekładów z języka greckiego. Tradycja przypisywała mu talent malarza; zachowane dokumenty świadczą o aktywnym uczestnictwie w życiu politycznym. W dziejach ogólności-

towej kultury oczywiście pozostanie jednak zawsze astronomem, twórcą pierwszej nowożytnej teorii naukowej.

Jest rzeczą bezsporną, że zdolności naukowe Kopernika rozwinęły się, a zasób jego wiedzy ukształtowany został pod bezpośrednim wpływem dwóch czynników, a mianowicie środowiska kulturowego i szkolnego Polski początków złotego wieku oraz wszechstronnie oddziałującej na wrażliwość intelektualną i artystyczną Kopernika atmosfery środowiska włoskiego renesansu. Przecież rozpoczął on swe studia w Krakowie, a zakończył we Włoszech, szczęśliwie wybierając najwłaściwsze uczelnie: krakowską – sławną jako szkoła astronomii, uniwersytety włoskie – dla studiów prawa i medycyny. Był to sposób kształcenia charakterystyczny dla ówczesnej polskiej elity umysłowej. Niejeden z krakowskich mistrzów i kolegów tą samą drogą zdobywał swą wiedzę. Stwierdzimy więc, że studia krakowskie w latach 1491–1495 były dla Kopernika niezwykle ważnym okresem życia, w którym ugruntowały się jego zainteresowania astronomiczne i w którym uzyskał biegłość w praktycznym uprawianiu astronomii matematycznej, nie mówiąc już o poznaniu zasadniczej literatury naukowej, objętej – jak nigdzie indziej – programem wykładów uniwersyteckich i prywatnych. Nie przypadkiem ze względu na rozległość tematyki astronomicznej i astrologicznej w działalności uniwersytetu współczesny Kopernikowi kronikarz wyróżnił Kraków, w którym przy kościele św. Anny znajduje się szkoła, od której

„nie ma lepszej szkoły astronomii” w całych Niemczech.

Uczelnia krakowska była oczywiście szkołą astronomii geocentrycznej według *Almagestu* Ptolemeusza i późniejszych powstałych pod jego wpływem pism astronomów orientalnych i europejskich. Wiele uwagi poświęcała też praktyce rachunków astronomicznych (nie ukrywajmy zresztą, że głównie w celach medycyno-astrologicznych).

„Krakowska szkoła astronomiczna”, jak zwykle się nazywać zespół uczonych krakowskich z drugiej połowy XV wieku, miała znaczenie ponadlokalne, ściągając słuchaczy do Krakowa nawet spoza tradycyjnego obszaru jej oddziaływania w Europie Środkowej od Pomorza po Węgry. Kopernik podjął studia w okresie może już nie najświetniejszego funkcjonowania owej szkoły, ale w okresie, w którym najsilniej owocowała ona oddziałując na zewnątrz; właśnie w końcu XVI stulecia powracający z Krakowa studenci przywozili rękopisy krakowskich astronomów i utrwalali sławę swych mistrzów, przede wszystkim najpopularniejszego z nich i najślynniejszego – Wojciecha z Brudzewa, autora znanego w skali europejskiej. Historyczne znaczenie krakowskiej szkoły astronomicznej wiąże się oczywiście bezpośrednio z faktem wykształcenia tu właśnie Mikołaja Kopernika.

Spośród uczniów Akademii Krakowskiej tego okresu wywodził się też krąg osób bliskich mu w późniejszym czasie, z którymi utrzymywał kontakty naukowe. Należał do nich przede wszystkim starszy kolega

z Akademii, Bernard Wapowski, historyk i kartograf, autor doskonałych map Polski i Europy Wschodniej. Do swej śmierci w 1536 roku utrzymywał stałe kontakty z Kopernikiem bądź osobiście, bądź poprzez korespondencję naukową. Z mistrzami i magistrami uczelni krakowskiej Kopernik zresztą współpracował również w późniejszych latach życia na Warmii. Wykonywali oni np. równoległe obserwacje zaćmień na Warmii i w Krakowie.

W Krakowie też rozpoczął Kopernik tworzyć potrzebną w pracy badawczej bibliotekę, nabywając np. wspaniałą starożytny wykład geometrii (*Elementy*) Euklidesa i zbioru tablic astronomicznych, w których – na dołączonych kartach – wpisywał później wyniki niektórych swoich obserwacji.

Poczucie więzi z Krakowem pozostało trwale w pamięci Kopernika. Tworząc później własną teorię, obliczane przez siebie tablice astronomiczne odnosił do południka krakowskiego; w roku 1542 krakowski astrolog Wojciech z Buku (Caprinus) pisał o Koperniku, „który to, co już podziwu godnego w przedmiotach matematycznych napisał, i co jeszcze więcej wydać zamierza, z tego naszego Uniwersytetu jakoby ze źródła zaczerpnął: czemu nie tylko nie zaprzecza [...] ale owszem sam przyznaje, że to wszystko zawdzięcza naszej Akademii”.

Opuszczając Kraków Kopernik był już w pełni kompetentnym astronomem, świadomym jeżeli nie dróg rozwiązania tajemnic astronomii, to w każdym razie konieczności reformy. Znaczenie krakowskiego wy-

kształcenia astronomicznego uwidoczniło się zresztą już na początku włoskich studiów Kopernika.

W końcu 1496 roku przybył Kopernik do Bolonii (na studia prawnicze) i już kilka miesięcy później współuczestniczył w obserwacjach astronomicznych wykładowcy astronomii na uniwersytecie bolońskim, Dominika Marii Novary. Studia włoskie miały z przerwami trwać aż do roku 1503. Po bolońskich studiach prawniczych okres ten wypełniły: praktyka prawnicza (prawo kościelne w kurii rzymskiej w r. 1500) oraz dwuletnie studia medyczne w Padwie. To wielostronne wykształcenie ukierunkowane na przyszłą karierę w kurii biskupiej warmińskiej i w kapitule fromborskiej nie odciągnęło Kopernika od jego głównej pasji badawczej i od aktywnego, wyniesionego jeszcze z czasów krakowskich, zainteresowania astronomią. Biegłość „techniczna” wzbogacona została bogatym zasobem lektur filozoficznych i przyrodniczych, jakie przystały intelektualistom żyjącemu we Włoszech w okresie rozkwitu humanizmu i renesansowego zafascynowania kulturą, filozofią i wiedzą starożytną. Wcześniej humaniści głosili tezę (odnotował ją w swych zapisach własnoręcznych i sam Kopernik): „Nasze wiedzieć jest to przypominać sobie starożytnych”. Kopernik miał swymi odkryciami przekroczyć granicę tej sentencji.

Echo humanistycznych lektur włoskich, poświadczonych zresztą bezpośrednimi dowodami – licznymi zapisami Kopernika w książkach z jego biblioteki – odnajdziemy i w samych *O obrotach*, gdzie wymie-

niał autorów starożytnych począwszy od Cycerona: „natrafiłem najpierw u Cycerona na wzmiankę, że Niketas sądził, iż Ziemia się porusza”.

Z połączenia genialnego umysłu, krakowskiej astronomii i renesansowej pasji poznawczej wynikło odkrycie systemu heliocentrycznego. Wiele napisano o genezie odkrycia, o drodze Kopernika do stworzenia nowej astronomii. Sam Kopernik jednak wymieniał nie tyle przyczyny, lecz raczej argumenty przemawiające za nową astronomią heliocentryczną, nie wyjaśniające historii samego odkrycia. Wydaje się, że pozostanie ona tajemnicą. W gruncie rzeczy nie znamy ani okoliczności, ani bliższej daty narodzin nowej astronomii. Rzeczą sporną pozostaje nawet dokładniejsza data sformułowania przez Kopernika po raz pierwszy na piśmie zarysów teorii heliocentrycznej. Stało się to w pierwszych latach po powrocie do Polski ze studiów we Włoszech, a więc najprawdopodobniej w Lidzbarku. Tu właśnie, zapewne przed rokiem 1509, napisał *Żarys podstaw astronomii* (*Commentariolus*), niewielką kilkunastostronicową rozprawę, rozpowszechnioną w nielicznych odpisach i w bardzo wąskim kręgu bliskich mu uczonych. W roku 1514 odnotowano rozprawkę Kopernika w inwentarzu biblioteki krakowskiego historyka, Macieja z Miechowa.

Jak widać więc, pierwszych pozawarmińskich czytelników *Żarysu* szukać trzeba by w środowisku uczonych krakowskich. Później *Żarys* znany był jeszcze w kilku ośrodkach: w Pradze, Rostocku i w Danii.

Do dnia dzisiejszego zachowały się zaledwie trzy XVI-wieczne odpisy traktatu. Żaden z nich nie jest autografem Kopernika, pozwalają jednak razem odтворzyć – poza pojedynczymi niejasnymi punktami – autentyczną wersję oryginalnego pisma Kopernika. Z tego fascynującego, zwięzłego pisma przytaczamy niżej początkowe fragmenty. Warto – czytając już własne słowa Kopernika – pamiętać, że mamy przed sobą najwcześniejszy tekst naukowy nauki nowożytnej.

### „Zarys podstaw astronomii”\*

Wielką ilość sfer niebieskich przodkowie nasi przyjęli, jak sądzę, dla zachowania zasady regularności w pozornym ruchu planet. Całkowicie niedorzeczne wydawało się bowiem przypuszczenie, że ruch ciała niebieskiego odbywający się w doskonałej kolistości może być niejednostajnym. Zauważyli zaś, że wskutek złożenia się i połączenia dwóch ruchów regularnych może się wydawać, iż coś porusza się do jakiegoś miejsca niejednakowo.

Kallippos i Eudoksos starali się to wyjaśnić teorią kół współśrodkowych. Nie potrafili jednak wytłumaczyć za jej pomocą wszystkich zjawisk w ruchu planet. Nie wyjaśnili ani ich pozornych ruchów, ani tego, że raz wydaje się nam, iż planety oddalają się, innym zaś razem, że się przybliżają, co nie da się pogodzić z zasadą współśrodkowości. Dlatego słusz-

\* Przetłumaczył Jerzy Drewnowski.



niejsze wydało się mniemanie, iż dzieje się to dzięki kołom mimośrodkowym i epicyklom. Pogląd ten przyjęła w końcu większość uczonych. Jednakże to, co głosili Ptolemeusz i wielu innych, pozostawało wprawdzie w zgodzie z danymi liczbowymi, ale budziło również niemal wątpliwości. Tłumaczenia te nie były bowiem wystarczające bez dodatkowego wprowadzenia pewnych fikcyjnych kół wyrównujących, z których wynikało, że planeta ani na swojej sferze unoszącej, ani w odniesieniu do środka swego epicykla nie porusza się z zawsze jednakową prędkością. Toteż tego rodzaju system nie wydawał się ani dostatecznie doskonały, ani wystarczająco zgodny z rozumem.

Zauważywszy te braki często się zastanawiałem, czy by się nie dało wynaleźć racjonalniejszego układu kół, od których zależałyby wszelkie pozorne nierówności ruchów i które obracałyby się ruchem jednostajnym względem własnych środków tak, jak tego wymaga zasada ruchu doskonałego. Przystąpiwszy do tego trudnego i niemal nierozwiązywalnego problemu znalazłem wreszcie sposób, w jaki można tego dokonać za pomocą kół o wiele mniej licznych i o wiele bardziej ze sobą zgodnych, niż przyjmowano dawniej, jeśli tylko wolno nam będzie przyjąć następujące założenia, zwane aksjomatami.

#### ZAŁOŻENIE PIERWSZE

Nie istnieje jeden środek wszystkich sfer niebieskich.

#### ZAŁOŻENIE DRUGIE

Środek Ziemi nie jest środkiem świata, lecz tylko środkiem ciężkości i sfery Księżyca.

## ZAŁOŻENIE TRZECIE

Wszystkie sfery krążą wokół Słońca jako środka i dlatego w pobliżu Słońca znajduje się środek świata.

## ZAŁOŻENIE CZWARTE

Stosunek odległości Słońca od Ziemi do wysokości firmamentu jest o tyle mniejszy od stosunku promienia ziemskiego do odległości Słońca, że odległość ta jest niezauważalna w porównaniu z wielkością firmamentu.

## ZAŁOŻENIE PIĄTE

Każdy ruch widoczny na firmamencie jest wywołany nie jego własnym ruchem, lecz ruchem Ziemi. Ziemia więc wraz z otaczającymi ją żywiołami w ciągu doby obraca się cała w swoich niezmiennych biegunach, podczas gdy firmament i najwyższe niebo pozostają nieruchome.

## ZAŁOŻENIE SZÓSTE

Cokolwiek spostrzegamy jako ruch Słońca nie jest jego własnym ruchem, lecz skutkiem ruchu Ziemi i naszej sfery, z którą się obracamy wokół Słońca podobnie jak każda inna planeta; Ziemia wykonuje zatem kilka ruchów.

## ZAŁOŻENIE SIÓDME

To, co u planet wydaje się ich ruchem wstecznym lub posuwaniem się naprzód, nie pochodzi od nich, lecz od Ziemi. Jej więc ruch sam wystarczy dla wyjaśnienia tak wielu nierówności dostrzeganych na niebie.

Po przedstawieniu tych założeń spróbuję pokrótce

wykazać, z jaką konsekwencją da się utrzymać jednostajność ruchów. Sądzę, że dla zwięzłości należy tu pominąć dowody matematyczne przeznaczone do większego dzieła. Objasniając koła podamy tu jednak wielkości promieni sfer, dzięki czemu człowiek biegle w matematyce z łatwością pojmie, jak dobrze taki układ kół zgadza się z liczbami i obserwacjami.

Aby zaś nikt nie sądził, że ruchomość Ziemi przyjmujemy za pitagorejczykami zbyt pochopnie, także i tutaj podamy przekonujący dowód objaśniając koła. Główne bowiem argumenty, którymi filozofowie przyrody starają się udowodnić nieruchomość Ziemi, po większej części oparte są na zjawiskach i wszystkie zostaną tu od razu obalone, gdy wyjdziemy poza pozory.

### O kolejności sfer

Sfery niebieskie zamykają się w sobie w następującej kolejności. Najwyżej znajduje się nieruchoma, wszystko zawierająca i mieszcząca sfera gwiazd stałych. Po niej następują kolejno sfery Saturna, Jowisza i Marsa, a pod tą ostatnią mamy sferę, na której my jesteśmy unoszeni. Pod nią zaś znajduje się sfera Wenus i wreszcie ostatnia z nich – sfera Merkurego. Sfera Księżyca obraca się wokół środka Ziemi i z nim razem unosi się niby epicykl. W tej samej kolejności jedna sfera przewyższa drugą szybkością obrotu w zależności od rozmiarów ich kół. Saturn wraca do położenia wyjściowego w trzydziestym roku,

Jowisz – w dwunastym, Mars – w drugim, Ziemia – po rocznym obrocie, Wenus – w dziewiątym miesiącu, Merkury – w trzecim.

### O pozornych ruchach Słońca

Ziemia podlega trzem ruchom. Pierwszy jest ruch na wielkiej sferze, z której, okrążając Słońce według kolejności znaków Zodiaku, dokonuje obrotu w ciągu roku, zakreślając w jednakowych odstępach czasu zawsze jednakowe łuki; środek tego kręgu oddalony jest od środka Słońca o dwudziestą piątą część swego promienia. Promień ten, jak sądzimy, ma wielkość niedostrzegalną w porównaniu z wielkością firmamentu. Dlatego wydaje się, że Słońce porusza się po kole takim ruchem, jakby Ziemia leżała w środku świata. Tymczasem dzieje się to nie wskutek ruchu Słońca, lecz Ziemi. Kiedy na przykład znajduje się ona w znaku Koziorożca, Słońce widoczne jest na wprost, w kierunku średnicy, w znaku Raka i tak dalej [...]

Innym ruchem Ziemi, szczególnie jej właściwym, jest codzienny obrót w biegunach według kolejności znaków, to jest w kierunku wschodnim. Skutkiem tego ruchu jest wrażenie, że cały świat obraca się z zawrotną szybkością. W ten sposób obraca się Ziemia z otaczającą ją wodą i sąsiednim powietrzem.

Trzecim ruchem jest ruch deklinacji. Oś codziennego obrotu nie jest bowiem równoległa do osi wielkiej sfery, lecz nachyla się do niej o taką część

obwodu, która w naszych czasach wynosi prawie 23 i pół stopnia. Tak więc środek Ziemi pozostaje zawsze w płaszczyźnie ekliptyki, tzn. na obwodzie wielkiej sfery, a bieguny jej krążą zakreślając po obu stronach małe kręgi wokół środków jednakowo odległych od osi wielkiej sfery [...]

[...] położenie biegunów zależy od jakiejś sfery, która swym zmieniającym się nachyleniem wprawia je w ruch. Sfera ta niewątpliwie powinna się znajdować poniżej Księżyca”.

W dalszym ciągu *Żarysu* Kopernik, zestawiając pomiary starożytne i średniowieczne, rozważał domniemane zmiany długości roku słonecznego. Opisał też, dość szkicowo zresztą, modele geometryczne potrzebne do wyjaśnienia biegu planet w systemie heliocentrycznym. W opisie geometrycznym zastosował przy tym, po raz pierwszy w Europie, pomysł małego dodatkowego epicykla, stosowany uprzednio przez astronomów islamu (chodziło tu o ścisłe przestrzeganie jednostajności ruchu). Również w modelu orbity Księżyca zasadniczo zmodyfikował dotychczasowe rozwiązania, bardzo niedoskonałe w odtwarzaniu zmian odległości satelity od Ziemi.

Szczególną uwagę zwraca wyjaśnienie – we wstępie *Żarysu* – przyczyny, dla której Kopernik podjął poszukiwanie „racjonalniejszego układu kół”. Była to sprzeczność zasady ruchu jednostajnego, głoszonej jeszcze przez Arystotelesa i – bez wyjątku – jego następców, który to ruch dopuszczalny był jedynie w świecie zjawisk astronomicznych, z praktyką astro-

nomii matematycznej stosującej geometryczne konstrukcje Ptolemeusza tę zasadę naruszające. Do tej kwestii powrócimy niżej; zauważmy tylko, że samo stwierdzenie tej sprzeczności nie było czymś nowym – wiedzieli o tym na pewno, choćby z wykładów, i studenci Akademii Krakowskiej. Kopernik podjął zadanie rozwiązania sprzeczności i pogodzenia filozofii z astronomią w imię obrony prawdy naukowej.

Zapewne *ex post*, już po rozważeniu konsekwencji wprowadzenia teorii heliocentrycznej, podkreślał Kopernik silnie estetyczne momenty prostoty i harmonii, jaką ruch Ziemi wokół osi i obieg dookoła Słońca wnosił do opisu budowy świata. Widać to i w samym zakończeniu *Zarysu*, gdy po opisaniu schematycznych orbit planetarnych stwierdził: „Tak tedy mamy razem siedem kół, po których biegnie Merkury. Wenus porusza się po pięciu, Ziemia – po trzech, Księżyc wokół niej – po czterech, Mars wreszcie, Jowisz i Saturn mają ich po pięć. Wystarczą więc w sumie 34 koła dla wytłumaczenia całej budowy świata i całego korowodu planet”. W *O obrotach*, we wstępnych fragmentach *Listu dedykacyjnego*, stwierdzenie przez Kopernika harmonii jako argumentu potwierdzającego prawdziwość układu heliocentrycznego powrócić miało jeszcze wyraźniej.

Inaczej nieco było z uproszczeniem geometrycznego opisu, co podkreślał cytowany wyżej końcowy fragment *Zarysu*: „wystarczą więc w sumie 34 koła”.

Otóż przedstawiając nową teorię Kopernik dał w *Zarysie* jedynie ogólny przegląd nowych matema-

tycznych modeli orbit planetarnych i budowy świata („dowody matematyczne przeznaczone [są] do większego dzieła”). Do tego celu wykorzystał dane liczbowe używane w dotychczasowej geocentrycznej astronomii; pracując później nad owym „większym dziełem” wykonał planowo dobrane obserwacje i powiązał je z obserwacjami starożytnymi. Przy takiej dokładnej już analizie geometryczny opis świata trzeba było rozbudować i – w szczegółach – skomplikować.

Praca nad rękopisem *O obrotach* – taki tytuł miało bowiem otrzymać owo „większe dzieło” – trwała wiele lat. Wiemy o tym zarówno z treści dzieła, jak i z badań zachowanego rękopisu Kopernika. Otóż oprócz obserwacji Księżyca, wykonanej jeszcze w roku 1497 w Bolonii, wykorzystał Kopernik do obliczeń i włączył do *O obrotach* własne obserwacje ciał niebieskich wykonane we Fromborku i Olsztynie w latach 1515–1529. Instrumenty obserwacyjne zbudował sam Kopernik ściśle według wzorów starożytnych.

Rękopis *O obrotach* świadczy ponadto o tym, że uzupełnienia i poprawki wносił Kopernik jeszcze w roku 1539 (i później). Uwagę zwraca może nie tyle sam fakt długoletniej pracy nad jedną książką – przecież miało to być przedstawienie całokształtu astronomii, jej nowo odkrytych podstaw oraz szczegółowych modeli geometrycznych i tablic umożliwiających obliczanie położenia ciał niebieskich. Zastanawia i budzi szacunek to, że swą pracę wykonywał Kopernik równoległe z absorbującymi niekiedy zajęciami w kapitule warmińskiej.

Przyjrzyjmy się choćby pobieżnie wielostronnej działalności Kopernika – uczonego i obywatela. Mówi się czasem o nim jako o „samotniku z Fromborka”. To mogło do pewnego stopnia odpowiadać sytuacji Kopernika – uczonego, chociaż w złotym wieku Polski Zygmuntowskiej nie brak było ludzi o wysokiej kulturze umysłowej (w kręgu warmińsko-pomorskim przede wszystkim bliski przyjaciel Kopernika, Tidemann Giese). Jako kanonik nie żył Kopernik na pewno w izolacji od spraw publicznych. Do Fromborka przeniósł się z Lidzbarka na stałe w roku 1510, jeszcze za życia biskupa Łukasza Watzenrodego (ten możny protektor siostrzeńców kanoników, Andrzeja i Mikołaja Koperników, zmarł wkrótce potem, w 1512 roku). Z Fromborka jako siedziby warmińskiej kapituły katedralnej zarządzany był cały majątek kapituły, a więc i posiadłości obejmujące kilkadziesiąt tysięcy hektarów, z całym bagażem spraw gospodarczych i prawno-administracyjnych (kapituła była przecież feudalnym panem na dużej części Warmii). Te właśnie sprawy miały absorbować Kopernika – na pewno przeszkadzając w pracy badawczej, ale szczęśliwie nie odciągając go od niej. Tak więc od 1510 roku pełnił funkcje wizytatora (nadzór nad finansami!) i kanclerza kapituły. Urzędy te, na które kapituła powoływała swych członków corocznie, miał Kopernik pełnić wielokrotnie (np. kanclerstwo przez 6 lat między 1510 i 1529 rokiem). Szczególnie poważne obowiązki wiązały się ze stanowiskiem administratora posiadłości; funkcję tę pełnił Kopernik



od 1516 do 1519 roku, rezydując w tym okresie na zamku olsztyńskim. Wizytując wsie kapituły odbył wówczas przynajmniej 65 objazdów, m. in. osadzając nowych mieszkańców na opuszczonych gospodarstwach.

Te właśnie lata zaznaczyły się w astronomii Kopernika przede wszystkim przez studia pozornego ruchu Słońca i badania powolnych zmian w położeniu gwiazd (precesja). Z lat 1515–1516 pochodzą obserwacje przytoczone w *O obrotach*. Wtedy też, na zaproszenie soboru laterańskiego, przedstawiał swą opinię eksperta w sprawie reformy kalendarza, co przypomniał w *Liście dedykacyjnym*. W tym samym mniej więcej okresie wykonał na zamku olsztyńskim „tablicę słoneczną”, nowatorskie rozwiązanie konstrukcji zegara słonecznego wykorzystane do demonstracji zjawisk związanych z rocznym ruchem Słońca. Ten, jeden z nielicznych, relikwii związanych bezpośrednio z osobą Kopernika zobaczyć można zwiedzając Zamek w Olsztynie, obecnie siedzibę Muzeum Warmii i Mazur. Tablica, a właściwie zachowane jej fragmenty, mieszczą się na ścianie krużganku pierwszego piętra.

Z pobytem Kopernika w Olsztynie wiąże się najbardziej może dramatyczny okres jego życia. Narastający od wielu lat konflikt z zakonem krzyżackim objawiał się zaostrzeniem stosunków na granicy posiadłości kapituły i na granicy Warmii z państwem zakonnym. Otwartą wojnę rozpoczął wielki mistrz w początku 1520 roku od zajęcia Braniewa i zniszczenia Fromborka (poza ufortyfikowanym wzgórzem ka-

tedralnym). Kopernik, w tym okresie właśnie pełniący funkcję kanclerza kapituły, przeniósł się z grupą kanoników do Olsztyna, gdzie spędzić miał następne półtora roku. W Olsztynie również objął – jakże trudne w warunkach wojny podjazdowej – stanowisko administratora majątków kapituły. Na jesieni 1520 roku sprawował też pieczę nad wzmocnieniem zamku olsztyńskiego i jego obroną wobec grożącego coraz silniej ataku oddziałów wielkiego mistrza. Dzięki pozyskaniu – staraniem Kopernika – posiłków (oddział wojsk królewskich) Olsztyn stał się obiektem zbyt trudnym do zdobycia i do bezpośredniego szturmu nie doszło.

Warto zanotować, że z wojennego roku 1520 pochodzą obserwacje planet wykonane przez Kopernika i wykorzystane później w *O obrotach*.

Po zawarciu rozejmu Kopernik musiał podjąć się odpowiedzialnego zadania odbudowy administracji kapitulnej w północnej części Warmii (Pieniężno, Frombork) jako komisarz kapituły. W tym też charakterze występował parokrotnie jako polityk w pertraktacjach dyplomatycznych z Zakonem wokół restytucji zwierzchnictwa kapituły nad okupowanymi przez Krzyżaków dobrami warmińskimi. Obciążenie Kopernika obowiązkami publicznymi wzrosło jeszcze bardziej, gdy w okresie przeszło półrocznego wakatu na warmińskiej stolicy biskupiej był nie tylko formalnym (jako generalny administrator), ale i faktycznym władcą Warmii. W latach dwudziestych XVI wieku był Kopernik wielokrotnie uczestnikiem zjazdów stanów

Prus Królewskich, gdzie przedkładał swój projekt poprawy systemu monetarnego. Z tego okresu znamy też świadectwa jego działalności lekarskiej. I oto – w tym samym czasie – nastąpiło pisanie głównego zrebu dzieła *O obrotach*.

W roku 1524 Kopernik – kanclerz kapituły – korespondował z Bernardem Wapowskim, przedstawiając obszerną i wnikliwą recenzję wydanego niedawno dzieła astronomicznego Jana Wernera z Norymbergi. Ów *List do Wapowskiego* był faktycznie małą rozprawą dotyczącą podstawowej dla astronomii kwestii: wiekowych zmian współrzędnych gwiazd. Sprawie tej poświęcone było dzieło Wernera; pomysły Wernera ocenił Kopernik bardzo krytycznie. Sam miał już w zarysie opracowaną własną teorię precesji, a do szczegółowego jej rozwinięcia brakowało już niewiele (kontrolnej obserwacji gwiazdy *alfa* Panny – Kłosa, jaką wykonał w 1525 r.). „Co sam o tym myślę [...] na to inne przeznaczam miejsce” – pisał w *Liście*. Owo „inne miejsce” to III księga *O obrotach*, gdzie rozwinięta została teza, sformułowana jeszcze w *Zarysie*, o precesyjnym ruchu, tj. o zmianach kierunku osi Ziemi.

Widzimy, że datowane obserwacje Kopernika ułatwiają określenie toku pracy nad jego dziełem. Skoro np. najpóźniejsza wymieniona w nim obserwacja (planety Wenus) pochodzi z roku 1529, to oczywiście nie wcześniej niż w tym właśnie roku ukończono pisanie dzieła, a w szczególności księgi V mówiącej o ruchu i orbitach planet. Jeżeli stwierdzamy, że

około roku 1530 książka w zasadzie została ukończona, czynimy to na podstawie dalszych przesłanek, a przede wszystkim przez badanie autografu dzieła, przechowywanego obecnie w Bibliotece Jagiellońskiej. O kolejności pisania poszczególnych części wiele mówią znaki wodne: w arkuszach, z jakich utworzony jest cały rękopis, występuje papier różnych wytwórni i z różnego czasu, co zdradzają właśnie owe znaki. Porównując więc rodzaj papieru, jak i sposób pisania, a nawet kolor użytego atramentu, można wskazać i te, objętościowo nieduże, wstawki, jakie Kopernik poczynił około 1540 roku. Od napisania głównego zrebu dzieła dzieli je około 10 lat, w których rękopis nie był uzupełniany ani zmieniany. W ogóle po roku 1530 zmniejszyła się także aktywność administracyjna i publiczno-polityczna jego autora. Rządziej występował w sprawach kapituły czy diecezji; o jego zainteresowaniach astronomicznych w tym okresie świadczą — z jednej strony — zachowane zapiski wielu obserwacji z roku 1537, z drugiej zaś — nieco wcześniejsza korespondencja z Wapowskim. Krakowski przyjaciel Kopernika odwiedził go we Fromborku i, znając podstawy jego nowej astronomii, namawiał Kopernika do wydania drukiem efemerydy — almanachu zawierającego pozycje ciał niebieskich obliczone według nowych danych. Wprawdzie do tego wydania nie doszło (Wapowski zmarł w 1536 r.), ale właśnie kontakty z Krakowem przyczyniły się do rozpowszechnienia w Europie wiadomości, na razie dość niejasnych i ogólnikowych, o uczoneym, który w odległym

zakątku nad Bałtykiem wyjaśnia w nowy sposób bieg zjawisk na niebie.

Sygnały takie znamy z Rzymu, gdzie w 1533 roku tezy Kopernika (może to jeszcze echo *Żarysu?*) omawiano na dworze papieskim, i skąd trzy lata później pisano do Kopernika zachęcając go do opublikowania odkryć. Szczególnie astronomią heliocentryczną interesowano się w Wittenberdze, w kręgu przyrodników-uczonych skupionych wokół Filipa Melanchtona, organizatora szkół w protestanckich krajach Rzeszy Niemieckiej, współautora podręczników. Młodzi wykładowcy astronomii i matematyki (wśród nich późniejszy komentator Kopernika, Erazm Reinhold) nie zadowolili się ogólnikami. Jeden z nich, Jerzy Joachim Retyk, przedsięwziął wyprawę do Fromborka, aby u źródła poznać nową naukę. Retyk spędził we Fromborku dłuższy czas, studiując rękopis *O obrotach* i pisząc krótkie omówienie jego treści, wydane w 1540 roku w Gdańsku.

Przyjazd Retyka miał decydujące znaczenie dla późniejszego ogłoszenia dzieła Kopernika drukiem. Przede wszystkim spowodował on powrót autora do pracy nad tekstem *O obrotach*. Przywiezione w darze dzieła: greckie, poprawione wydanie *Almagestu* Ptolemeusza i *Trygonometria* Regiomontana (pierwsza matematyczna książka europejska), pozwoliły Kopernikowi na poprawienie opisów obserwacji starożytnych i uzupełnienie matematycznej części wstępnej. Ponadto entuzjazm Retyka, który stał się gorącym (choć nie dożyłotnio!) zwolennikiem astronomii heliocentrycz-

nej, w połączeniu z namowami najbliższego przyjaciela Kopernika, T. Giesego, skłoniły fromborskiego astronoma do decyzji wydrukowania książki. Jak przeczytamy w *Liście dedykacyjnym*, sam Kopernik przyznał, że wołał, „przykładem pitagorejczyków”, odstąpić od publikacji, aby nie narażać „najpiękniejszych rzeczy, będących owocem długich i mozolnych badań” na szyderstwa „z powodu trudnej do zrozumienia nowości mojej teorii”.

Mniej szczęśliwe okazały się, jak zobaczymy, pomoc i pośrednictwo Retyka w technicznej stronie wydania dzieła.

Zanim jednak do wydania książki doszło i zanim Kopernik na jej druk się zdecydował, jego nowo pozyskany uczeń z Wittenbergi podjął się z entuzjazmem rozpropagowania wiadomości o nowej teorii. Przede wszystkim więc napisał we Fromborku i wydał drukiem w Gdańsku wspomniane już wyżej omówienie dzieła Kopernika. Łacińska ta książeczka nosiła nieco przydługi (zgodny jednak z współczesnymi zwyczajami) tytuł *Opowiadanie pierwsze o księgach Obrotów uczonego męża, doskonałego matematyka, wielebnego p. doktora M. Kopernika z Torunia, od pewnego młodzieńca studenta nauk matematycznych do szanownego pana doktora Jana Schonera. Opowiadanie*, wydane – jak widać – anonimowo (co zresztą było częstym zwyczajem Retyka), ma więc formę listu skierowanego do norymberskiego uczonego Jana Schonera. *Opowiadanie* było *pierwsze*, bowiem nie obejmowało końcowych partii *O obrotach*, czemu poświęcić zamierzał Retyk kolejną *narratio*. Książeczka

Retyka, którą autor rozsyłał do uczonych, przyczyniła się na pewno do rozpropagowania teorii Kopernika, a o jej aktualności i poczytności świadczy fakt, że wydana została powtórnie już po roku, tj. w roku 1541, tym razem w Bazylei. Dla historii nauki cenne są w *Opowiadaniu* relacje o opiniach Kopernika, poznanych przez Retyka w bezpośrednich rozmowach. Na szczególną uwagę zasługuje wyliczenie motywów, jakie Kopernik u schyłku życia podał Retykowi, a które miały skłonić go do stworzenia nowej astronomii. Były to raczej argumenty, jakie mogły nasunąć się Kopernikowi przy refleksji nad gotową już teorią, w swej skali ważności nieco odmienne od tych argumentów, które znamy z *O obrotach*.

Retyk opracował też inną krótką rozprawę, poświęconą obronie teorii ruchu Ziemi przed zarzutem niezgodności z Biblią, a więc dotyczącą niezwykle ważnego – jak miał to potwierdzić dalszy bieg historii – problemu, który poruszany był w kręgu najbliższych Kopernikowi – Giesego i Retyka. Jak wiemy, sam Kopernik w dedykacji książki bardzo krótko sprawy tej dotykał. Swój teologiczno-przyrodniczej rozprawy Retyk jednak nie wydrukował i uchodziła ona za zaginioną, a jej odpis odkryty został dopiero przed kilku laty.

W roku 1541 Retyk opuścił definitywnie Polskę, zabierając przeznaczony dla drukarza odpis dzieła Kopernika. W Wittenberdze zastał on swych kolegów przyrodników zainteresowanych żywo nowinkami naukowymi oraz przyjmujących podejrzliwie nową teorię

filozofów i teologów. Z jakichś względów – czy to dla dalszego rozpropagowania osoby i twórczości Kopernika, czy na potrzeby nauczania matematyki – wydrukował w Wittenberdze wyjątki I księgi *O obrotach*, mające za przedmiot trygonometrię, a więc ten dział geometrii, który najważniejsze zastosowanie miał właśnie w astronomii i geodezji. Trygonometria Kopernika, *O bokach i kątach trójkątów* (Wittenberga 1542), różni się od odpowiednich rozdziałów I księgi *O obrotach* jedynie dokładniejszą tablicą funkcji trygonometrycznych. Opracowanie coraz dokładniejszych tablic tych funkcji było zresztą i późniejszą życiową pasją Retyka.

Rękopis *O obrotach* przekazał Retyk do Norymberii, do oficyny drukarskiej Jana Petreiusa, specjalizującej się właśnie w wydawnictwach z nauk matematyczno-przyrodniczych. Najwyraźniej jednak nie nadzorował już przygotowania książki do druku. Na miejscu w Norymberdze rolę tę odgrywali inni, a przede wszystkim A. Osjander, filozof i teolog, który nie akceptował poznawczej wartości nowej doktryny i proponował Kopernikowi, by przedstawił nową astronomię jako dogodne rozwiązanie praktyczne obliczeń astronomicznych, nie mające nic wspólnego z opisem rzeczywistości. Jak argumentował, takie rozumienie dzieła Kopernika nie narazi go na sprzeciw perypatetyków – zwolenników bezwzględnego przyjmowania filozofii przyrody Arystotelesa, i teologów – widzących sprzeczność doktryny heliocentrycznej z egzegezą biblijną.



Było to jak najbardziej niezgodne ze stanowiskiem samego Kopernika, który jakby w odpowiedzi na zastrzeżenia Osjandra napisał *List dedykacyjny* do papieża Pawła III, otwierający książkę i stwierdzający gorące przekonanie o słuszności przyjętej drogi i prawdziwości głoszonych poglądów: „Być może, że znajdują się tacy, co lubiąc bredzić i mimo zupełnej nieznajomości nauk matematycznych roszczać sobie przecież prawo do wypowiedzania o nich sądu, na podstawie jakiegoś miejsca w *Piśmie św.*, tłumaczonego źle i wykrętnie odpowiednio do ich zamierzeń, ośmielą się potępiać i prześladować tę moją teorię. O tych jednak zupełnie nie dbam”. I dalej: „Dziela matematyczne pisane są dla matematyków”.

Osjander wprowadził ów *List* na początku książki zamieścił, ale poprzedził go własną anonimową przedmową *O założeniach tego dzieła*, przedstawiającą całą treść *O obrotach* jako hipotezę, wygodną, ale nie mającą związku z rzeczywistością; nauki przyrodnicze, tu astronomia, nie potrafią bowiem nic pewnego ustalić co do istoty obserwowanych zjawisk. Zanim prawda o ingerencji Osjandra wyszła na jaw (dopiero w końcu XVI wieku!), owa przedmowa odegrała znaczną rolę, przyczyniła się bowiem do traktowania dzieła Kopernika – przez mniej starannych czytelników – jako właśnie prezentacji pomysłowości autora w opisywaniu zmyślnego, a nie prawdziwego świata.

Samowolne działanie wydawców norymberskich poszło dalej: zniknęło w druku piękne wprowadzenie do książki I *O obrotach*, w którym Kopernik dał

pochwałę astronomii, nauki, która „wyjaśnia układ świata”. Ingerencja objęła nawet tytuł. Związły oryginalny tytuł miał formę jasno nawiązującą do klasycznej literatury starożytnej: *O obrotach* lub *Obrotów ksiąg sześć*. W norymberskim druku zmieniony został na *O obrotach sfer niebieskich*, jakby wyłączając z „obrotów” Ziemię, nie należącą przecież do „sfer niebieskich”. Książka ukazała się na wiosnę 1543 roku, zaledwie kilka tygodni przed śmiercią fromborskiego astronoma.

Najbliższy przyjaciel Kopernika, biskup chełmiński Tidemann Giese, domagał się później, bezskutecznie zresztą, przywrócenia oryginalnego tekstu. W liście do Retyka Giese odnotował też datę zgonu Kopernika – 24 maja 1543 roku – kiedy to właśnie dotrzeć miał do Fromborka pierwszy egzemplarz *O obrotach*.

## Nad kartami pierwszej księgi

*Dążeniem uczonego, o ile tylko ludzkiemu rozumowi pozwala na to Bóg, jest szukanie we wszystkim prawdy*

(s. 11)

Waga – i powaga – słów Kopernika w przedmowie – dedykacji skierowanej do papieża niewątpliwie odzwierciedlają odczucia samego autora, jego świadomość dokonania wielkiego dzieła. Jest to więc w całej książce rozdział najbardziej osobisty, mówiący o rene-

sansowym poczuciu więzi ze starożytną myślą filozoficzną i naukową, o wrażliwości estetycznej Kopernika widzącego podobieństwo teorii naukowej do dzieła sztuki. *List dedykacyjny* przynosi też najbardziej ogólne określenie znaczenia nauki, mającej „szukać we wszystkim prawdy”.

W literacko godnej uwagi formie zestawił Kopernik postacie z antyku z osobami współczesnymi – pitagorejskiemu wezwaniu do ukrywania nauki przed tymi, którzy „tępy mają umysł”, przeciwstawił zdanie przyjaciół, zwłaszcza zaś Tidemana Giesego, namawiających do oddania pracy „na wspólny użytek” uczonych.

Szczególne miejsce w *Liście* zajmuje argumentacja przeciwstawiająca starą geocentryczną i nową heliocentryczną teorię budowy świata ze względu na spójność i wzajemne uwarunkowanie poszczególnych elementów teorii. System geocentryczny nie prowadzi do odkrycia „ustalonego porządku” wszechświata. W nowej teorii Kopernika „porządek i rozmiary” planet i ich sfer ściśle są ze sobą powiązane, „niczego przestawić się nie da bez zamieszania [...] w całym wszechświecie”. Ten ważki argument staje się w pełni zrozumiały dopiero w toku studiowania całego dzieła; chodziło przede wszystkim o odległości ciał niebieskich i ich kolejność w całym układzie planetarnym. Odwołał się tu Kopernik do jakże istotnej cechy wyróżniającej wielkie odkrycia (nie tylko w astronomii!): wiążą one ze sobą fakty i zjawiska dotąd spostrzegane oddzielnie.

Charakterystyczne w *Liście* jest wreszcie krótkie, a jak najbardziej nowożytne sformułowanie postulatu niezależności nauki: „Dzieła matematyczne pisane są dla matematyków”. Dopiero wtedy nauka staje się dobrem społecznym przynoszącym korzyści praktyczne (tu: ugruntowanie podstaw reformy kalendarza).

### *Świat jest kulisty. Ziemia jest również kulista*

(s. 22 i 23)

Już w *Liście dedykacyjnym* określił Kopernik zasadniczą treść I księgi, która „zawiera jak gdyby ogólny system wszechświata”. Przy takim programie musiały znaleźć się w niej zarówno założenia filozofii przyrody (obejmujące przecież od czasów Arystotelesa podstawowe prawa fizyki), jak i charakterystyka elementarnych nawet zjawisk astronomicznych i opis Ziemi jako miejsca obserwacji.

Wiele z tych elementów pozostało przecież nie zmienionych w porównaniu z dawną astronomią geocentryczną. Obejmując i te podstawowe elementy kosmografii, *O obrotach* miało (co zresztą rzeczywiście nastąpiło) zastąpić całkowicie dotychczasowe kompendia astronomii. Porządek wykładu u Kopernika w początkowych rozdziałach był więc wzorowany na *Almageście* oraz na piętnastowiecznym jego streszczeniu *Epitoma in Almagestum* Jerzego Peurbacha i Jana Regiomontana. Pierwsze rozdziały *O obrotach* miały swe odpowiedniki w I księdze *Almagestu*, gdzie rozdział III nosił tytuł *Niebo ma postać kuli*, roz-

dział IV zaś – *Ziemia jest również kulista*. Nie chodziło tu jednak o zapożyczenie samego tekstu; Kopernik swobodnie korzystał z innych, późniejszych od Ptolemeusza, autorów.

Pogląd o kulistości świata to przynajmniej od czasów wielkich filozofów przyrody greckiej starożytności niekwestionowana teza kosmologiczna. Odwoływać mogła się do wcześniejszych jeszcze elementarnych spostrzeżeń nad sferycznym kształtem sklepienia niebieskiego. W systemie filozofii przyrody Arystotelesa sferyczna budowa całego kosmosu należała do podstawowych tez kosmologii. Cały świat materialny był według tej kosmologii ograniczony zewnętrzną powłoką sferyczną, poza którą nie istniała nawet przestrzeń. Sferyczna budowa rozciąga się na wszelkie wewnętrzne elementy wszechświata, a więc koncentrycznie rozmieszcza sfery poszczególnych planet od Saturna aż do Księżyca. W środku świata kulista Ziemia spoczywać miała zgodnie z właściwością tworzących ją pierwiastków (elementów). Materia ziemiska bowiem, mająca za tworzywo elementy ziemi, wody, powietrza i ognia, miała według filozofii Arystotelesa samoistną dążność ku środkowi świata – gdzie raz skupiona w postaci kulistej nieruchomej pozostawać miała w spoczynku.

Kulisty kształt Ziemi uznany był w antycznej nauce co najmniej od czasów szkoły pitagorejskiej, a więc przeszło 200 lat przed Arystotelesem. Pogląd ten nie był kwestionowany w późniejszej nauce; argumenty (stereotypowe) przytaczane przez Ko-

pernika należały do elementów wykształcenia w podstawach kosmografii i znalazły się tu niewątpliwie wyłącznie dla utrzymania pełności wykładu.

### *Wyspy odkryte w naszych czasach*

(s. 27)

Objaśniając w rozdziale III kwestię rozmieszczenia wód oceanicznych i lądów na powierzchni Ziemi, Kopernik powrócił do zagadnień diskutowanych obszerniej w późnym średniowieczu. Rozszerzał jednak argumentację, przywołując niedawne odkrycia dokonane przez wielkich podróżników odrodzenia. Przypisał przy tym – wzorem współczesnych autorów pism geograficznych – odkrycie Ameryki nie Kolumbowi, ale Amerigo Vespucciemu. Vespucci – co trzeba dodać – zbadał duże obszary przybrzeżne kontynentu południowoamerykańskiego, gdy tymczasem z Kolumbem wiążą się pierwsze odkrycia wysp archipelagu Antyli. O podróżach obu odkrywców musiał wiedzieć Kopernik bardzo dobrze, gdyż przypadły one częściowo na „okres włoski” w jego życiu.

*Ziemia nie jest więc płaska [...] nie ma też kształtu bębna [...] ani niecki [...] ani innej formy*

(s. 27)

Tekst *O obrotach* dotyczy rzeczy „najbardziej godnych poznania”, „najprzedniejszej z nauk”, jak to stwierdzał w przedmowie sam Kopernik. Nie znaczy to

przecież, że w tekście książki nie ma miejsca na akcenty lżejsze, jakby przerywniki w wykładzie. Takim żartobliwym przerywnikiem jest właśnie wyliczanka starogreckich spekulacji o kształcie Ziemi. Już sam zbiór imion filozofów jońskich to humanistyczny żart, lekka parodia renesansowej mody odwoływania się do autorów i autorytetów starożytnych.

### *Ruch ciał niebieskich jest kolisty*

(s. 28)

Zakończywszy lżejszą nutą przypomnienie podstawowych prawd kosmografii, autor przygotowuje grunt dla wykładu nowej teorii. Tę część dzieła zaczyna omówienie w rozdziale IV fundamentalnej zasady fizyki, a ściślej — filozofii przyrody Arystotelesa, tej mianowicie, która głosi, że w świecie pozaziemskim występuje jedynie idealnie regularny jednostajny ruch obrotowy (kołowy). Była to zasada leżąca u podstaw wyjaśniania zjawisk astronomicznych nie tylko w doktrynie Arystotelesa, ale i sformułowana bardzo silnie we wcześniejszej filozofii przyrody Platona (w historii nauki zwykło się też zwać ją zasadą Platona). Właściwie całe późniejsze dzieje astronomii matematycznej to historia prób pogodzenia zasady Platona z obserwowanymi na niebie zjawiskami, których przebieg nie jest idealnie jednostajny. O tych problemach zwięźle pisał Kopernik w omawianym rozdziale.

Sprawa jest ważna również z tego powodu, że — według świadectwa samego Kopernika wyrażonego

jeszcze w *Żarysie* – to właśnie dało mu impuls do podjęcia rozważań nad poprawnością teorii astronomicznych i doprowadziło do stworzenia teorii heliocentrycznej. Zapewne w nawiązaniu do tego, potwierdzając jednostajność ruchu, Kopernik kończył rozdział sygnalizując właśnie potrzebę rewizji przyjmowanych dotychczas poglądów w kwestii położenia Ziemi: „musimy przede wszystkim zbadać dokładnie, jakie jest położenie Ziemi względem nieba”.

Rozważania na ten temat zajmują następne dwa rozdziały przygotowujące czytelnika, kształconego przecież w arystotelesowskim rozumieniu budowy świata, do uznania możliwości ruchu Ziemi wbrew dotychczasowemu powszechnemu przekonaniu uczonych (rozdział V); specjalną uwagę poświęcił Kopernik obaleniu tradycyjnego argumentu przeciw ruchomości Ziemi, argumentu przytaczanego i przez Ptolemeusza (rozdział VI pierwszej księgi *Almagestu*: *Ziemia jest jak punkt do rozmiarów nieba*). Stąd pochodził też myślowy eksperyment opisany w rozdziale VI (ogrom nieba w stosunku do wielkości Ziemi). Odmienny był jednak wniosek: dla Ptolemeusza i zwolenników geocentryzmu fakt, że widzimy zawsze połowę (i to całą) sklepienia niebieskiego, świadczył o środkowym miejscu Ziemi; dla Kopernika ów antyczny dowód był ilustracją bardzo słusznej tezy, że nie tylko rozmiary Ziemi, ale i jej przypuszczalne (bo jeszcze nie ogłoszone z całą stanowczością) odsunięcie od środka świata są wielkościami znikomo małymi w porównaniu z rozmiarami świata (tj. z rozmiarami



owej zewnętrznej sfery gwiazd stałych). Poświęcenie osobnego rozdziału odpowiada ważności tej sprawy: jeśli bowiem, jak wyraził to Kopernik z całą stanowczością na dalszych kartach *O obrotach*, Ziemia obiega centralnie położone Słońce, to ruch ten winien w sposób wprost oczywisty zaznaczyć się w zmianie perspektywicznego widzenia gwiazd stałych, jeśli zachować tradycyjnie przyjęte rozmiary całego świata. A przypomnieć trzeba, że wszechświat przedkopernikowski był w gruncie rzeczy niewielki. Przynajmniej od czasów Ptolemeusza oceniano odległość od środka świata, tj. od Ziemi do zewnętrznej sfery gwiazd stałych, na 120 tys. promieni samej Ziemi. Jeżeli więc przyznać Ziemi własny ruch po orbicie o promieniu równym 1200 promieniom Ziemi (tak właśnie, 20 razy za małą, oceniali tę odległość zarówno starożytni, jak i Kopernik), to brak perspektywicznego zniekształcenia widzianego świata można było wytłumaczyć jedynie odrzucając owe wielowiekowe tradycyjne, zaściankowe jakby, rozmiary świata. Kopernik określa nową skalę świata jakby chyba świadomy tego, że trudno będzie przełamać ugruntowane nawyki myślowe.

### *Najmniejsze i niepodzielne cząsteczki zwane atomami*

(s. 37–38)

W zakończeniu rozdziału podkreślił Kopernik znikomość rozmiarów Ziemi przez porównanie do rozmiarów atomu. Ten niezwykle fragment nie znalazł

Słońce z planetami, jak i wszystkie gwiazdy.

się zresztą w drukowanej wersji *O obrotach*. Wydawcy wykreślili go może ze względów cenzuralnych (atomistyka od zamierzchłych czasów kojarzona była z poglądami ateistycznymi!). Fragment ten jest przez to niezwykle, że ujawnia pogląd Kopernika na budowę materii. Głosząc atomistyczną strukturę materii stawiał się Kopernik w wyraźnej opozycji do doktryny Arystotelesa. Do podstaw tej doktryny należał pogląd o materii ciągłej, a więc podzielnej na dowolnie małe cząstki i wypełniającej całkowicie wszechświat. Przy tym jednak Kopernik nie tylko pozostawał w wielu kwestiach autentycznym arystotelikiem, ale i dalszą argumentację w sprawie ruchomej Ziemi (czego przecież filozofia perypatetyczna nie mogła dopuszczać!) przedstawiał w kategoriach właściwych tej filozofii. Kolejne rozdziały, znów układem treści odpowiadające kolejnym fragmentom *Almagestu*, przedstawiają (rozdział VII: *Dlaczego starożytni sądzili...*) i obalają (rozdział VIII: *Odparcie przytoczonych dowodów*) tradycyjny, klasyczny już, zbiór argumentów o nieruchomości Ziemi.

Argumentację Kopernika kończy stwierdzenie w rozdziale IX, modyfikujące arystoteliczne prawa ruchu naturalnego: „Ciężkość [...] jest naturalną dążnością [...] w kształt kuli”. To kolejny wyłom w tradycyjnym myśleniu przyrodników arystotelików: ciała niebieskie, a więc znajdujące się poza środkiem świata, miały według Arystotelesa nie budowę materii „ciężkiej”, ale „etryczną”, z substancji odmiennej od elementów ziemskich.

Przesadą byłoby – jak czasami czyniono – widzieć w sformułowaniu Kopernika dojrzałe rozumienie teorii powszechnego ciężenia. Było to intuicyjne przeczucie nie tyle może samej fizykalnej teorii, ile raczej kierunku, w którym następcy Kopernika mieli rozwinąć badania.

### *Łamać sobie rozum na nieskończonej prawie ilości kół*

(s. 54)

Argumentacja Kopernika w całym rozdziale X skupiona została na kwestii miejsc Ziemi i Słońca w układzie planetarnym. Przedstawił najpierw argumentację przystosowaną do współczesnego mu czytelnika, a podkreślającą brak proporcji w rozmiarach orbit planetarnych oraz przypominającą niezgodność poglądów dawnych autorytetów co do rozmieszczenia poszczególnych planet. Potem dopiero przeszedł do wykładu heliocentrycznego systemu świata, włączając jako argumenty przywróconą dzięki nowej teorii harmonię i celowość (oszczędność i ekonomię) środków natury. „Nieskończona prawie ilość kół” to nie tylko dodatkowe, niezbędne w teorii Ptolemeusza koła (epicykle) planetarne. Przecież teoria heliocentryczna usunęła zaledwie po jednym takim epicyklu dla każdej planety, tj. w sumie pięć takich kół. Mowa tu przede wszystkim o tej wielkiej liczbie kół, po których znajdującą się w środku świata Ziemię obiegać miały – według starej astronomii – zarówno Słońce z planetami, jak i wszystkie gwiazdy.

*Pierwszą i najwyższą ze wszystkich jest sfera gwiazd*

(s. 54)

Wraz z odpowiadającym tekstowi rysunkiem jest to może najsłynniejszy fragment *O obrotach*, przedstawiający równie zwięźle, jak i uprzednio *Zarys*, kolejność orbit planetarnych. Kolejność ta wynika jednoznacznie z przyjęcia heliocentrycznego systemu świata. Zwrócić warto też uwagę na inną zasadniczą cechę astronomii Kopernika, tj. nieruchomość sfery gwiazd stałych, tak silnie podkreśloną w omawianym tu fragmencie. Bardzo literacki i odwołujący się do antycznej tradycji opis Słońca, „latarni świata”, bywa przedmiotem daleko idących rozważań, według których świadczyć miał o szczególnej postawie filozoficznej Kopernika i wpływie starożytnych tradycji kultu Słońca na powstanie w ogóle teorii heliocentrycznej. A przecież można przypuścić, że jest to po prostu wyrażona we właściwej renesansowi formie literackiej pochwała ładu, jaki w kosmosie odkryła nowa teoria. Nadając Słońcu centralne położenie, odnajduje się właśnie „zadziwiający ład świata”.

Jeszcze jedna sprawa, poruszana głównie w niniejszym rozdziale, budziła silne kontrowersje badaczy: Kopernik mówił tu o sferach planetarnych, ale i o kręgach (wyraźnie widać to w łacińskim tekście oryginalnym, gdzie używa się wyrazów „orbis”, „sphaera” i „circulus”). Zrodziło się więc pytanie, czy Kopernik przyjmował jeszcze – wzorem starożytnych – istnienie materialnych sfer, tj. „powłok sferycznych”, z któ-

rzymi dopiero wykonywać miały swe obiegi przytwierdzone do swych sfer planety. Bezpośrednio na ten temat Kopernik nigdzie się nie wypowiada, z analizy jednak całego *O obrotach* wysnuć można wniosek, że w ogólnych zarysach przedstawiał budowę świata w tych właśnie, tradycyjnych jeszcze, kategoriach fizycznych sfer materialnych.

Jak zresztą jednak wskazuje wiele fragmentów w *O obrotach*, Kopernik, pracując nad szczegółami swej astronomii, nie przywiązywał po prostu do tej kwestii większej wagi. Wraz z dojrzałą, nową teorią układu świata zmieniła się wyraźnie cała problematyka badań. Sam Kopernik też już np. nie zatrzymywał się nad kwestią pustki kosmicznej, jaka nieuchronnie powstała w nowych wymiarach świata. W końcu rozdziału X stwierdzał więc, że „od Saturna jest jeszcze ogromnie daleko do sfery gwiazd stałych”. Wszechświat Ptolemeusza nie dopuszczał takiej myśli; w astronomii po Koperniku zmieniły się podstawowe problemy i uwaga wielkich uczonych skupiła się na czynnikach decydujących o ruchu planet i na fizycznym wyjaśnieniu centralnej roli Słońca.

## Rekapitulacja: stara i nowa astronomia

### *Uzasadnienie trojakiemu ruchowi Ziemi*

(s. 57)

O wielkości odkrycia w nauce wiele mówią rozmiary dotychczasowej wiedzy, którą nowa nauka od-

suwa do lamusa historii. Odkrycie Kopernika zmieniło całą gałąź nauki – astronomię. Nie bez powodu astronomia to jedna z tych nauk, które pretendują do miana najstarszej. Elementy praktycznej astronomii obserwacyjnej i rachunkowej znamy przecież z odległej starożytności z krajów Bliskiego Wschodu, a matematyczna astronomia rozwijana w Mezopotamii stała się ważnym elementem nauki w wielkim systemie przyrodoznawstwa rozwiniętego przez uczonych greckich i hellenistycznych. We wcześniejszej epoce rozwoju starogreckiej myśli naukowej filozofowie jońscy VI–V wieku, Tales, Anaksymander, Heraklit i Parmenides, rozważali już całe systemy kosmologiczne opisujące świat tak, aby pozostając w zgodzie z potocznymi obserwacjami ustalić nadrzędną zasadę budowy świata.

Różne te doktryny filozofii przyrody połączył i przetworzył Arystoteles w wielkim systemie filozoficznym i naukowym. Znalazło się w nim zarówno ustalenie elementów budowy świata, takich jak ziemia, woda, ogień czy pozaziemska materia eteryczna, jak i określenie praw rządzących wszelkimi zmianami oraz ruchem na Ziemi i w kosmosie.

Było więc, według tej filozofii, naturalną rzeczą dążenie ciał materialnych do spoczynku w właściwym dla nich miejscu. Owym właściwym miejscem dla Ziemi był środek świata. Skupienie elementu ziemi tworzy więc kulistą Ziemię, zajmującą środek świata, i nieruchomą, boć to „naturalne” miejsce materii ziemskiej. Ziemię otaczają sferyczne powłoki „wody”, „powietrza” i „ognia”. Dopiero na zewnątrz sfery

„ognia”, tj. najlżejszej, świetlistego elementu, z którego m. in. utworzone są komety i meteory, rozciąga się sferycznej budowy wszechświat, wypełniony przez sfery planetarne i ograniczony sferyczną również powłoką gwiazdozbiorów. Wypełniony, bo w przyrodzie nie może być próżni, a więc owe sfery planetarne to obiekty materialne zbudowane jednak z ponadziemskiej materii – „eteru”. Każda sfera obracając się wokół Ziemi jednostajnym ruchem obrotowym unosi w tym ruchu przytwierdzoną do niej planetę – zagęszczenie eteru. Ten prosty schemat miał dominować w nauce (choć oczywiście istniały w dziejach filozofii przyrody odmienne nurty) aż do czasów nowożytnych.

W tak zorganizowanej postaci wszechświata mieścić się więc miały sfery poszczególnych planet, Słońca i Księżyca. Ich kolejność, a więc i odległość od Ziemi – środka świata, nie dawała się ustalić na jakiejś empirycznej podstawie czy to pomiarów, czy bezpośrednich obserwacji. Co najwyżej obserwacje wykazywać musiały bliskość Księżyca, zasłaniającego niekiedy swą tarczą Słońce oraz inne ciała niebieskie. W czasach wielkiego Arystotelesa sądzono więc, że hierarchię sfer niebieskich według rosnącej odległości od Ziemi rozpoczyna Księżyc; następne sfery to sfery Słońca, Wenusy i Merkurego. Piąta jest sfera Marsa, dalej Jowisz i Saturn oraz najwyższa – ósma – sfera gwiazd stałych.

Do tradycji naukowej i kulturowej czasów późniejszych, od schyłku starożytności aż do epoki Ko-

pernika, przeszła jednak inna kolejność, którą ustalili astronomowie aleksandryjscy i którą utrwalił w *Almageście* Ptolemeusz: Księżyc, Merkury, Wenus, Słońce, Mars, Jowisz, Saturn, sfera gwiazd. Istotnym elementem porządkującym była przy tym obserwowana średnia prędkość planet, od najszybszego Księżyca, obiegającego Ziemię w 28 dni, do Saturna, wykonującego pozornie wokółziemski obieg w 30 lat. Dodajmy, że miejsce Merkurego i Wenus w ogóle nie bardzo poddawało się jakimkolwiek zasadom porządkującym; na sklepieniu niebieskim obie planety nigdy nie oddalają się od Słońca w obie strony, na wschód lub na zachód, o kąt większy niż  $1/4$  lub  $1/2$  kąta prostego, a więc wydają się obiegać Ziemię ze średnią prędkością równą prędkości Słońca. Klasyczny schemat sfer według Ptolemeusza odnaleźć można nie tylko w każdym średniowiecznym opisie lub rysunku budowy świata, ale i w dziełach sztuki – obrazach, malarstwie i literaturze (np. w *Boskiej komedii* Dantego).

Ten prosty w zasadzie obraz świata był więc częścią wielkiego systemu filozoficzno-naukowego; jego krytyka czy w ogóle obalenie nie było więc kwestią prostego zaprzeczenia w jakimś poszczególnym, choćby bardzo ważnym nawet, elemencie. Dlatego też starożytne próby wyjaśnienia zjawisk niebieskich czy to przez ruch obrotowy Ziemi (w IV wieku p.n.e. głosił to Heraklejdes), czy przez roczny bieg Ziemi wokół Słońca (Arystarch z Samos, III wiek p.n.e.) pozostały tylko śmiałymi prekursorskimi pomysłami, nie



rozwinętych w pełną spójną doktrynę i nie podjętymi przez następne pokolenia uczonych starożytnych. Również w bardziej szczegółowych kwestiach astronomii matematycznej uczeni starali się interpretację obserwowanych faktów pogodzić z nadrzędnymi zasadami filozofii przyrody. Zasady te nie uwzględniały pewnych, dobrze znanych z obserwacji, zjawisk. Upraszczać sprawę zauważmy, że sprzeczności nie dotyczyły kwestii ruchu obrotowego (dobowego) Ziemi lub jej spoczynku. Przyjmując, jak uczynił to Kopernik i jak przypuszczali niektórzy uczeni starożytni, że Ziemia wiruje wokół osi, wyjaśniamy oczywiście zjawiska dnia i nocy, wschodu i zachodu wszelkich ciał niebieskich. Uzasadniając prawami przyrody nieruchomość Ziemi, arystotelicy pozostawali w zgodzie z potocznym odczuciem stabilności (i ważności) globu ziemskiego. Dobowy cykl zjawisk wyjaśniali więc jako wynik obrotu wokół Ziemi całej maszyny świata. Rozstrzygnięcie sprawy, w izolacji od innych zagadnień budowy świata, przez bezpośrednie obserwacje było niemożliwe. Pozostawała argumentacja odwołująca się do eksperymentów myślowych. Ptolemeusz np. przytaczał argument, że na ruchomej Ziemi odczuwalibyśmy straszliwe skutki wywołanych tym ruchem huraganów (jako że sfera powietrza już w owym obrocie nie miała uczestniczyć).

Inaczej było z obserwowanym ruchem ciał niebieskich. Przecież oprócz dobowego obiegu wokół Ziemi wykonują one własne ruchy: widoczne np. na tle gwiazd przemieszczanie się Księżyca z zachodu

na wschód. Pełny obieg Księżyca trwa oczywiście jeden miesiąc (ściślej – 27 dni), ale szybkość tego ruchu jest zmienna i bynajmniej nie zgadza się z prostym wyobrażeniem sfery Księżyca obracającej się jednostajnie wokół Ziemi.

Odstępstwo od idealnego świata sfer widać jeszcze bardziej w ruchu planet. Obiegają one przecież, każda z właściwą sobie (ale i zmienną!) szybkością, Słońce. Gdy obserwujemy na tle gwiazd ten ruch, to jego (w przybliżeniu) regularny przebieg zakłóca zmienne położenie samej Ziemi. W obiegu rocznym dookoła Słońca nasza planeta zbliża się i oddala od innych. W rezultacie pozorny ruch planety na tle gwiazd okresowo zmienia zarówno prędkość, jak i kierunek, a zmiana odległości planety od Ziemi pociąga za sobą bardzo znaczną zmianę jej jasności pozornej. A przecież planety miały wraz ze swymi sferami obiegać Ziemię w stałej odległości.

Na chwałę uczonych starożytnych powiedzieć trzeba, że powyższe trudności były bodźcem do poszukiwania odpowiednich, eleganckich w formie, rozwiązań matematycznych. Tak miała się rzecz i w najbardziej rozwiniętej matematycznie astronomii późnstarożytnej, przedstawionej przez aleksandryjskiego uczonego Ptolemeusza w słynnym *Almageście* (w oryginale *13 ksiąg wielkiego zbioru astronomii*). Obserwacje – zarówno jeszcze babilońskie, jak i uczonych greckich – ujawniały rozbieżność ruchu ciał niebieskich z prawami doktryny arystotelesowskiej. Właśnie astronomowie w Aleksandrii (od Apoloniusza i Hip-

parcha) rozwinęli teorię ruchu planet uwzględniającą owe rozbieżności, tj. zmiany szybkości i odległości planet od Ziemi. Dla planet był to w podstawowym kształcie zestaw dwóch kół – deferentu i mniejszego epicykla, na którego obwodzie dopiero, znajdowała się planeta. Obrót epicykla, a więc i obieg planety po jego obwodzie, miał ścisły związek z szybkością ruchu Słońca, toteż w istocie epicykl służył do przedstawienia zmiennego położenia Ziemi w jej rzeczywistym ruchu wokół Słońca.

Precyzyjnie zbudowane modele geometryczne dróg planetarnych w dziele Ptolemeusza miały jeszcze dalsze pomysłowe elementy powodujące, zgodnie z dostrzeżeniami, okresowe zmiany obserwowanej prędkości. Między innymi służyło temu rozmieszczenie orbit planetarnych tak, że ich środki (środki deferentów) nie pokrywały się ze środkiem świata, tj. środkiem Ziemi, ale rozmieszczone były w różnych odległościach i kierunkach poza Ziemią. Ponadto Ptolemeusz wprowadził do geometrii orbit niezwykle pomysłowe matematycznie, skutecznie poprawiające wyniki obliczeń, pojęcie „ekwantu”. Pomijając tu szczegóły tej konstrukcji zaznaczyć trzeba, że jej rezultatem były zmiany chwilowej prędkości planety na jej kołowej (czy raczej na dwukołowej) drodze. Wszystkie te modyfikacje dopiero umożliwiały obliczanie pozycji Słońca, Księżyca i planet (choć w praktyce różnie z tym bywało) z dokładnością odpowiadającą dokładności obserwacji prowadzonych przecież gołym okiem, bez użycia lunet.

Cały ten mechanizm trzeba było pogodzić z opisanym wyżej pojmowaniem świata zbudowanego z eterycznych sfer otaczających Ziemię. Stosowne rozwiązanie, prawda, że bardzo już sztuczne i nie eliminujące wszystkich trudności, podał jeszcze sam Ptolemeusz. Stwierdził przede wszystkim (ślądem wcześniejszych filozofów nauki) w *Almageście*, że cała matematyczna strona astronomii ma cele czysto praktyczne, bo nie jest w stanie ustalić prawdziwej budowy świata; kołom orbitalnym i mimośrodom nadal – w oddzielnym zresztą dziele – fizyczny, realny kształt, zastępując po pierwsze koło orbity „deferent” przez dwie sferyczne powłoki, wewnętrzną i zewnętrzną, ograniczające przestrzeń, w której mogła poruszać się sfera zastępująca epicykl i unosząca na obwodzie planetę. I tu obowiązywała zasada szczelnego wypełnienia przestrzeni kosmicznej; każda sfera planetarna, a ściślej – układ sfer każdej planety, przylegał więc od wewnątrz i z zewnątrz do sfer sąsiednich.

Ptolemeusza od Kopernika dzieliło wiele pokoleń uczonych, najliczniejszych w średniowiecznym świecie islamu, późnostarożytnych, bizantyńskich oraz, od XIII wieku, rosnącej liczby uczonych łacińskiej Europy. Ich prace objęły niejedną ważną kwestię, ale pozostały w ogólnych zarysach nie zmienioną tę dwoistość nauki, jaka wytworzyła się w astronomii starożytnej: „prawdziwe” sfery planetarne i „wymyślane”, skuteczne w obliczeniach, geometryczne modele. Czytając pisma Kopernika spostrzec można łatwo, jak bardzo sprzeczność ta, podkreślana i w wykładach uniwersy-

teckich w Krakowie, budziła jego niezadowolenie. Do krytyki i odrzucenia ostatecznie całej geocentrycznej (Ziemia w środku świata) i geostatycznej (Ziemia nieruchoma) astronomii skłaniały dalsze jej ulomności sprawiające, że – obojętne czy za pomocą sfer, czy za pomocą kół deferentów i epicykli – nie dawała ona spójnego obrazu świata, ale – jak to sam Kopernik nazwał w *Liście dedykacyjnym* – stanowiła „jakiś dziwołąg”. Nie było więc w astronomii przedkopernikowskiej wyjaśnienia, uprzywilejowanej jakby, wyjątkowej roli Słońca. Skoro bowiem odrzuciła ona wszelki ruch Ziemi, to trzeba było planetom przydać odpowiadający im ruch po epicyklu; odpowiadający, a więc ściśle od prędkości i położenia Ziemi względem Słońca zależny. W rezultacie każda planeta wykonywać miała ruch na epicyklu ściśle w rytm pozornego rocznego ruchu Słońca. „Słońce rządzi planetami” – głosiła więc maksyma średniowiecznych astronomów, dalekich przecież od odkrycia heliocentrycznego układu świata. Dodawano i supozycję, że właśnie jako władca planet Słońce słusznie znajduje się pośrodku sfer, tzn. rozdziela dwie grupy planet: Księżyc, Merkurego i Wenus z jednej, a Marsa, Jowisza i Saturna z drugiej strony. Ten czysto już astrologiczny argument przypomina nam wielki niedostatek teorii geocentrycznej i jeszcze większą zasługę Kopernika. Otóż w astronomii Ptolemeusza nie można było ustalić ani kolejności planet co do ich odległości od Ziemi, ani rozmiarów ich orbit. Był to więc nie tyle „układ” planetarny, ile zbiór opisów teorii ruchu poszczegól-

nych planet powiązanych jedynie przez zależność od ruchu Słońca. Kopernik podkreśla to bardzo dobitnie jako argument przeciwko starej i za nową doktryną. Istotnie, odkrycie „potrójnego ruchu” Ziemi miało wszelkie cechy ważkiej dla rozwoju nauki nowej teorii: połączyło ze sobą wspólnym wyjaśnieniem (ruch Ziemi) zjawiska dotychczas widziane niespójnie, umożliwiło ustalenie nowych faktów i zjawisk – przede wszystkim właśnie określenie w sposób bezsporny kolejności i odległości planet od Słońca.

Układ słoneczny, jego budowa i miejsce w nim Słońca, Ziemi i poszczególnych planet, to tytułowe niejako pole dociekań dawnej astronomii (teorie geocentryczna i heliocentryczna budowy świata). Opisywanie układu planetarnego nie było jednak przecież całą astronomią – w pewnych okresach nie było nawet najważniejszą częścią tej nauki. Przynajmniej od czasów Hipparcha wiadano, że gwiazdziste tło nieba, na którym dostrzec można zmienne ruchy planet, bynajmniej nie jest stałe w swym położeniu względem Ziemi. Nie chodziło tu oczywiście o dobowy obrót całego świata wokół Ziemi, w którym według astronomii geocentrycznej uczestniczy sfera gwiazd – o czym przecież mógł naocznie przekonać się każdy, obserwując w pogodną noc wschodzące i zachodzące gwiazdy i całe ich konstelacje. Hipparch odkrył mianowicie, niezwykle zresztą powolny, ruch wszystkich gwiazd przemieszczających się jakby na spotkanie Słońca w jego rocznym obiegu. Ruch ten tłumaczono dodatkowym obrotem sfery gwiazd (tzw. ruch

ósmej sfery), obrotem bardzo powolnym. Według Hipparcha obrót ten wymagać miał może nawet do 36 tys. lat. Aby wszystko to mogło się odbywać w zgodzie z założeniami hellenistycznej kosmologii, niezbędne było dodanie jeszcze jednej sfery ponad powłoką sfery gwiazd. Ta, dziewiąta już, sfera nie nosiła więc na swym obwodzie żadnych ciał niebieskich, lecz swym ruchem obrotowym powodowała obieg całego świata wokół Ziemi.

W czasach już średniowiecznych różne przyczyny sprawiły, że mechanizm owych zewnętrznych sfer, ósmej i dziewiątej, poddawany był krytyce i parokrotnie zmieniany, a przy tym coraz bardziej komplikowany. Przyczyny te to najpierw błędne określenie szybkości „ruchu ósmej sfery” przez uczonych aleksandryjskich, następnie zaś spory zasób nowych dokładniejszych obserwacji, wykonanych zwłaszcza przez uczonych kręgów islamu, w których co najmniej od IX wieku astronomia obserwacyjna była wysoko cenioną i uprawianą z zapalem gałęzią wiedzy. Wynikły stąd trudności pogodzenia danych starożytnych i nowszych. Pół biedy, gdy chodziło o liczbowe – w mierze kątowej – przedstawienie zmiany współrzędnych gwiazd. „Ruch ósmej sfery” był przecież niezwykle powolny, a wymogi dokładności dla bieżących praktycznych pomiarów nie były zbyt duże, czy to chodziło o wyznaczenie czasu, czy o obliczenie astrologicznej konfiguracji planet. Problem stawał się jednak niezwykle trudny przy tworzeniu mechanizmu geometrycznego, mającego sprawę roz-

wiązać. Właściwie żadna z późnośredniowiecznych teorii (a było ich kilka) nie była wolna od sprzeczności, mimo że dodawano do sfery zewnętrznej jeszcze dziesiątą, a nawet i jedenastą. Oczywiście rzuciło to cień na renomę całej nauki, a miało i praktycznie ujemne skutki, gdyż z teorią „ruchu ósmej sfery” ściśle wiązała się teoria ruchu Słońca, a więc – w konsekwencji – sprawa ścisłego ustalenia długości roku słonecznego.

Czytając pisma Kopernika nie można nie zauważyć, jak te niedoskonałości dotychczasowej doktryny ciążyły na stanie ówczesnej wiedzy. O konsekwencjach tego dla życia praktycznego wspominał Kopernik w *Liście dedykacyjnym* przypominając, że sprawę poprawy kalendarza pozostawiono w początku XVI stulecia nie rozstrzygniętą, gdyż „nie rozporządzano jeszcze dostatecznie dokładnymi pomiarami lat i miesięcy”.

Znaczenie całego kompleksu zagadnień związanych z „ruchem ósmej sfery” dla kopernikowskiej reformy astronomii podkreśliła nawet sama struktura, sam układ treści *O obrotach*. Różni się on znacząco od porządku w *Almageście*. W wykładzie geocentrycznej astronomii Ptolemeusza podstawę geometrycznej konstrukcji świata stanowiła orbita Słońca; teoria jej ruchu też poprzedzała w *Almageście* wszystkie pozostałe elementy astronomii. Kopernik rozpoczął szczegółowe przedstawienie astronomii od omówienia obserwacji i katalogu gwiazd stałych (księga II), następnie zaś opisał nową teorię precesji (księga III). Dopiero na tak ugruntowanej podstawie mógł opisać orbitę Ziemi, Księżyca i pozostałych planet (księgi III – VI).



Uznanie, że przyczyną „ruchu ósmej sfery” nie jest zmienne położenie całej sfery gwiazd, lecz zmiany kierunku osi ziemskiej, stanowiło niezwykle ważny element przebudowy astronomii. Odkrycie, że nie gwiazdy, lecz ruch Ziemi jest przyczyną zjawiska precesji, nie mogło przy tym nawiązywać do żadnej wcześniejszej teorii czy jakichś luźnych sugestii autorów starożytnych. Łączyło ono, jak każda dobra hipoteza, wspólnym wyjaśnieniem wiele zjawisk widzianych dotąd rozłącznie.

Przyjrzyjmy się zatem raz jeszcze podstawom astronomii Kopernika. Ukazują one astronoma zarówno jako inicjatora nowożytnej nauki i twórcę rewolucyjnej doktryny, jak też przypominają o wielowiekowym spadku starożytnej jeszcze tradycji filozoficznej i naukowej, niekiedy widocznej w nie zmienionych elementach.

Jest więc wszechświat kopernikowski sferyczny – tak przynajmniej wygląda na słynnej rycinie z rozdziału dziesiątego – jak ów tradycyjny kosmos Arystotelesa. Ale to tylko pierwsze przybliżenie, jakby Kopernik zwracając się do współczesnego mu czytelnika nawiązywał do powszechnie znanych pojęć. Przecież już same rozmiary świata w doktrynie Kopernika uległy zwielokrotnieniu – ów przytulnie geocentryczny świat Ptolemeusza miał zaledwie wielkość równą 20 tys. promieni ziemskich. W *O obrotach* odkrywa się astronomiczna skala wszechświata. Niebo jest niezmierzone w porównaniu z Ziemią. Co więcej, Kopernik zakwestionował (i wyłączył z zakresu poddanego badaniom) istnienie zewnętrznej granicy

świata: „Czy świat jest skończony, czy nieskończony, pozostawmy do dyskusji filozofom przyrody”.

Wewnątrz kopernikowskiego wszechświata zachowana została częściowo starożytna fizyka: ruch ciał niebieskich ma więc być idealnie kołowy „lub z ruchów kołowych złożony”. Nie kwestionuje też Kopernik, a często i stosuje terminologię odpowiadającą pojęciom sfer materialnych unoszących planety. W konkretnych przypadkach jednak nie zwracał na tę kwestię uwagi – to znów zwyciężała nowożytna metoda badawcza, dociekająca istoty zjawisk poprzez ich matematyczną analizę. Oczywiście najważniejszym wyłomem w tradycyjnej kosmologii i fizyce było obalenie przez Kopernika rozdzielności Ziemi i reszty świata. Ziemia – planeta współuczestniczyła w „idealnym ruchu kołowym”, jaki w perypatetycznej arystotelesowskiej filozofii przyrody przysługiwał tylko eterycznym ciałom niebieskim. „Naturalny” dla arystotelików ruch dośrodkowy materii ziemskiej uogólnił Kopernik (patrz rozdział VII) jako właściwość materii w ogóle, wspólną więc wszystkim ciałom astronomicznym.

Dodać do powyższego obrazu trzeba jeszcze trojaki ruch Ziemi, spreczny z tak silnie akcentowanym w starej fizyce bezruchem naszego globu, spoczywającego w środku świata. Tradycyjny obraz świata i same podstawy przyrodoznawstwa zostały przez dzieło Kopernika podważone w tak istotnych elementach, że odtąd proces rewizji starej filozofii przyrody stał się wyróżnikiem nowożytnej nauki: jeszcze w XVI wieku zakwestionowano ostatecznie

materialną rzeczywistość sfer planetarnych (Tycho Brahe i współcześni mu uczeni). Nowożytnie prawa ruchu i nowożytną metodę eksperymentalną wprowadził do nauki Galileusz. Z jednostajnym ruchem kołowym rozstała się astronomia dzięki J. Keplerowi. Całą plejadę uczonych wieku „rewolucji naukowej” symbolizować może jedno nazwisko: wielkiego Izaaka Newtona. Chociaż pierwotnym zamiarem Kopernika było zachowanie zgodności filozoficznego i naukowego obrazu świata przez dociekanie dotyczące problemów jednej dyscypliny naukowej – astronomii, to wielkie odkrycie pociągnęło za sobą dalekie konsekwencje, jak zapewne zawsze dzieje się z epokowymi dziełami.

Wróćmy na teren astronomii, by uzmysłwić sobie sens trojakiego wyrwania Ziemi z bezruchu, jakie przyniosło odkrycie Kopernika. Według rozdziału jedenastego I księgi *O obrotach* pierwszy jest ruch obrotowy Ziemi, wyjaśniający zjawiska dnia i nocy, wschodu i zachodu. Konsekwencje nowej teorii są tu najłatwiejsze do uchwycenia; w obserwowanym z Ziemi świecie żadna zmiana nie następuje i nie było bezpośrednich argumentów za lub przeciw obrotom Ziemi. Dla Kopernika – astronoma i jego następców, zwolenników nowej astronomii, ruch obrotowy był oczywistą koniecznością, jeśli uznać „drugi ruch”, tj. obieg Ziemi wokół Słońca. Zgoła niezwykłą i bezwartościową komplikacją byłaby przecież teza, że Ziemia, krążąca – jak inne planety – wokół Słońca, obiega w ciągu 24 godzin całe sklepienie niebieskie z wszystkimi ciałami niebieskimi.

Twierdzeniu Kopernika, że to Ziemia wiruje, sprzeciwiała się przede wszystkim bezwładność myślenia, podbudowywana w tych czasach coraz sztywniejszą egzegezą tekstów biblijnych mówiących o nieruchomej Ziemi. Dodajmy może i to, że – mówiąc o obrocie Ziemi – zaprzecza się bezpośrednim, powszechnie dostępnym wrażeniom zmysłowym. „Zdrowy rozsądek” nakazywałby przecież uznać, że stąpamy po solidnie ustabilizowanej Ziemi, a Słońce toczy się po firmamencie w stałym cyklu dni i nocy. Wnioskowanie wykraczające właśnie poza oczywistość (pozorną) potocznych obserwacji to istotna cecha nowożytniej metody naukowej, rozwinięta później szczególnie przez Galileusza.

„Drugi ruch Ziemi” w astronomii Kopernika to oczywiście jej roczny bieg wokół Słońca. Z odkrycia tego plynęła istotna konsekwencja: skoro Ziemia zmienia swe położenie w przestrzeni, to – w rocznym cyklu – zbliża się i oddala od różnych obszarów nieba gwiazdzistego. Winno to odbić się w zmienionych proporcjach i wielkości gwiazdozbiorów dostrzeganych w różnych porach roku. Brak takich zmian był zresztą klasycznym (bo i wysuwany przez Ptolemeusza) argumentem przeciwko ruchowi Ziemi. Kopernik musiał więc zwrócić specjalną uwagę na rozbrojenie takiego argumentu. Uczynił to w rozdziale szóstym I księgi *O obrotach*. Z braku widomych zmian we wzajemnej konfiguracji gwiazd wyciągnął jedynie słuszny wniosek, że rozmiary orbity Ziemi są znikomo małe w porównaniu z odległością sfery

gwiazd. I znów dla przyjęcia nowej doktryny trzeba było przełamać wielowiekowe widzenie proporcji świata, w którym „astronomiczne odległości” dostrzegła po raz pierwszy właśnie teoria Kopernika. Jak wiadomo, efekt zmiany widomego położenia gwiazd na skutek rocznego biegu Ziemi (tzw. paralaksa roczna) udało się zmierzyć dopiero w pierwszej połowie XIX wieku.

Stwierdzenie rocznego obiegu to tylko część odkrycia „drugiego ruchu Ziemi”. Faktycznie łączy się ono z uznaniem Słońca za ciało centralne układu planetarnego, a więc z przyjęciem, że Ziemia nie różni się od planet tak samo jak ona obiegających Słońce. Dzięki temu odkryciu mógł Kopernik ustalić ważne, nie znane dotąd lub niezrozumiałe związki. Przede wszystkim wyjaśniło się pochodzenie i rola epicykli, owych dodatkowych kół, po których miały krążyć planety z prędkością odpowiadającą prędkości Słońca. Ten ruch był wspólny dla wszystkich planet (nie mówimy tu o Księżycu). Obiegały więc one według starej teorii Ziemię, każda z właściwą sobie prędkością, a na ruch ten, dostrzegany na tle gwiazd, nakładały się zmiany kierunku i pętle opisywane przez planetę zależnie od odległości kątowej od Słońca. Pętle te, odzwierciedlenie ruchu po epicyklu, miały różne rozmiary kątowe dla różnych planet. Tu właśnie szczególnie owocna okazała się teoria heliocentryczna. Po prostu epicykle Ptolemeusza okazały się niepotrzebne; zastąpiła je jedna kołowa orbita Ziemi. Skoro bowiem na tle nieba obserwujemy ru-

chomą planetę z ruchomej Ziemi, to odbiciem naszego rocznego ruchu są właśnie okresowe zmiany położenia planety. Rozmiary tak opisywanych na niebie pętli nie są jednak przypadkowe; ich wymiary kątowe są mniejsze lub większe zależnie od odległości planety. Z heliocentrycznej teorii wynikało więc w sposób jednoznaczny ustalenie porządku – kolejności planet i ich względnej odległości od Słońca.

Zamiast zbioru nie związanych ze sobą teorii ruchu poszczególnych planet, jak to było w systemie geocentrycznym, dał Kopernik opis spójnego układu planetarnego, ustalając bezspornie jego zasadniczą budowę, od centralnego Słońca poprzez Merkurego, Wenerę, Ziemię, Marsa, Jowisza i Saturna po sferę gwiazd. Trudno z jednej strony przecenić znaczenie tej teorii w czasach nowożytnych nie tylko dla astronomii; stwierdzić też trzeba, że znaczenie to w pełni rozumiano, a w miarę postępu nowożytnej nauki i poszerzania oraz modyfikowania teorii z *O obrotach*, Kopernika widziano coraz bardziej jako genialnego odkrywcę właśnie (i tylko) heliocentrycznego układu planetarnego. „Wstrzymał Słońce, ruszył Ziemię” – głosi napis z 1830 r. na pomniku warszawskim.

Trochę zubożyło to obraz dokonań uczonego i treść jego odkryć, co uwidoczniło się w marginesowym w tradycji traktowaniu odkrycia „trzeciego ruchu”, a więc ustalenia przez Kopernika precesyjnych zmian kierunku osi ziemskiej. Przyczyny były tutaj różne, począwszy od faktu, że przedmiot odkryć

był mniej oczywisty, mniej zrozumiały i wiązał się z dość subtelnymi elementami astronomii matematycznej. Dalej, w matematycznie opracowanych szczegółach teorii precesji Kopernika tkwiły obciążenia przejęte z wielowiekowej tradycji. Perypatetyczne (arystotelesowskie) było więc rozumienie obrotu i obiegu ciał fizycznych, jakby bez dodatkowego mechanizmu każda planeta miała zwracać w trakcie obiegu stale tę samą stronę ku środkowi orbity, jak dzieje się to z Księżycem.

Szacunek dla osiągnięć antyku oraz związana z tym sama w sobie rozsądna zasada, jaką przyjął Kopernik – wykorzystania obserwacji starożytnych jako pewnej podstawy do dalszych badań – spowodowały właśnie w teorii precesji szczególną komplikację – błędne wyznaczenie „ruchu ósmej sfery” przez Ptolemeusza musiał Kopernik wyjaśnić dodatkowym, faktycznie zbędnym, układem poprawek.

Następne pokolenia astronomów skorygowały geometrycznie i liczbowo teorię precesji, a newtonowskie prawo powszechnego ciążenia umożliwiło ustalenie dynamicznej przyczyny zjawiska. Przy tym jednak zachowana została istota wyjaśnienia podanego przez Kopernika: leży ona w ruchu wirującej bryły ziemskiej, której oś nie zachowuje stałego kierunku, lecz zmienia go w bardzo powolnym ruchu, o okresie ponad 25 tys. lat. Skoro zaś właśnie obserwacjami wykonywanymi z Ziemi określamy współrzędne ciał niebieskich, to i owe współrzędne zmieniać się muszą w tym samym powolnym tempie. Z odkryciem

kopernikowskim zbyteczny stał się „ruch ósmej sfery”. Zbiorowość gwiazd stałych tworzyła więc dla Kopernika i jego następców właściwy, absolutny układ odniesienia.

Ten sam ruch osi ziemskiej powodował, że ustalenie długości roku zwrotnikowego, tak niezbędne dla ugruntowania ścisłego kalendarza, zależało bezpośrednio od stopnia ścisłości wyznaczenia stałych precesji. Rok zwrotnikowy określamy bowiem jako okres, w którym Słońce w pozornym ruchu z zachodu na wschód na sklepieniu nieba wraca do tego samego punktu względem układu płaszczyzn równika ziemskiego i orbity Ziemi, np. do punktu równonocnego na początku wiosny. Gdy oś Ziemi zmienia kierunek na skutek precesji, zmienia się też położenie w przestrzeni płaszczyzny równika ziemskiego, a więc i położenia jej projekcji na sferę niebieską. Projekcja ta to właśnie równik niebieski. Wraz z jego ruchem przemieszcza się po ekliptyce punkt równonocny, zmieniając swe położenie wśród gwiazd.

Jak już wspomniano wyżej, przedstawienie mechanizmu precesji – ów „trzeci ruch Ziemi” – stanowi kolejne odkrycie Kopernika, niezależne, a porównywalne co do znaczenia z teorią heliocentryczną. Co ciekawe, według relacji nie samego Kopernika, ale Jerzego Joachima Retyka, właśnie problemy „ruchu ósmej sfery” miały skłaniać Kopernika do podjęcia przebudowy całej astronomii. Inaczej przedstawia genezę swej pracy w cytowanych w niniejszej książce fragmentach sam Kopernik. Jeżeli nie można



oczywiście rozstrzygnąć sprawy jakimś decydującym argumentem, to w każdym razie relacja Retyka świadczyła o znaczeniu, jakie Kopernik, rozmawiając z Retykiem pod koniec życia, przywiązywał do teorii precesji i do swych nad nią rozważań.

## INDEKS NAZWISK

ALBATEGNIUS (al-BATTANI) ARATEŃSKI, VIII/IX w., arabski astronom i matematyk, autor traktatów i tablic, wykorzystujący osiągnięcia starożytnych uczonych greckich 50, 58

ALPETRAGIUS (al-BITRUDŹI), XII w., arabski astronom, propagator arystotelesowskiej doktryny planetarnych sfer współśrodkowych 48

ANAKSYMANDER, pierwsza poł. VI w. p.n.e., filozof joński (ur. w Milecie), twórca filozofii przyrody wyjaśniającej wszelkie zjawiska przeciwnym działaniem elementów 27, 100

ANAKSYMENES z MILETU, IV w. p.n.e., filozof joński, krytyk teorii Anaksymandra; za podstawowe tworzywo świata uznawał pierwiastek powietrza 27

APOLONIUSZ z PERGI, III/II w. p.n.e., matematyk, autor dzieła o przecięciach stożkowych; wprowadził do astronomii teorię epicykli 104

ARYSTARCH z SAMOS, ok. 310–230 p.n.e., astronom grecki; pierwszy oszacował względne odległości Księżyca i Słońca (pomiar ten wykorzystywano aż do czasów nowożytnych); głosił prekursorski pogląd o ruchomości (obrocie i ruchu rocznym) Ziemi 102

ARYSTOTELES, 384–322 p.n.e., filozof, twórca wielkiego systemu filozoficznego i naukowego 39, 45, 55, 75, 90, 91, 93, 96, 100, 101

AWERROES (ibn RUSZD), 1126–1198, arabski filozof, komentator i krytyk doktryny Arystotelesa 50

BRAHE TYCHO, 1546–1601, duński astronom; unowocześnił technikę obserwacyjną, wykazał, że komety należą do ciał niebieskich 113

BRUDZEWSKI (patrz: Wojciech z Brudzewa)

CAPELLA MARTIANUS FELIX, V w., ur. w Madaurze (Numibia), obrońca sądowny w Kartaginie, autor łacińskiego dzieła *Satyricon*, zawierającego w zasadzie całą ówczesną wiedzę (m.in. podstawowe wiadomości z zakresu fizyki Arystotelesowskiej) 32

CYCERO, 106–43 p.n.e., pisarz, prawnik i filozof rzymski 16, 32, 69

121

DANTE ALIGHIERI, 1265–1321, włoski poeta; starożytno-średniowieczna kosmologia współśrodkowych sfer planetarnych stanowiła istotny element konstrukcji i wątków *Boskiej komedii* 102  
DEMOKRYT z ABDERY, druga poł. V w. p.n.e., filozof, współtwórca doktryny atomizmu 27

EKFANTOS z SYRAKUZY, IV w. p.n.e., filozof grecki 16, 32  
EMPEDOKLES z AGRIGENTUM, ok. 485–ok. 425, filozof grecki głoszący doktrynę czterech elementów (ziemia, woda, powietrze i ogień) 27

EUDOKSOS z KNIDOS, pierwsza poł. IV w. p.n.e., astronom i matematyk, twórca teorii układu planetarnego zbudowanego z (materialnych) sfer współśrodkowych 70

EUKLIDES, IV/III w. p.n.e., grecki matematyk, autor klasycznego dzieła o geometrii i teorii proporcji, *Elementów*, stanowiącego wzór dedukcyjnego dowodzenia 48, 57

FILOLAOS z KROTONY, druga poł. V w. p.n.e., pitagorejczyk, głosił doktrynę centralnego ognia obieganego przez ruchomą Ziemię, Słońce i inne ciała niebieskie 16, 33

GALILEUSZ (Galileo Galilei) 1564–1642, włoski fizyk, astronom i filozof, propagator teorii Kopernika, zaimicjował nowożytną metodykę badawczą w fizyce 113, 114

GIESE TIDEMANN, 1480–1550, kanonik warmiński, później biskup chełmiński, teolog, najbliższy przyjaciel Kopernika 13, 78, 84, 85, 88, 89

HERAKLEJDES z PONTU, IV w. p.n.e., prekursor teorii heliocentrycznej w zakresie ruchu obrotowego Ziemi, astronom grecki 16, 32, 102

HERAKLIT z EFEZU, VI/V w. p.n.e., filozof joński; przypisywany zjawisk przyrodniczych podległych nieustannym zmianom („wszystko płynie”) widział w pierwiastku ognia 27, 100

**HIKETAS** (w oryginalnym tekście Kopernika: **NIKETAS**), V w. p.n.e., pitagorejczyk; według późniejszej tradycji miał głosić pogląd o ruchu Ziemi 16, 32, 69

**HIPPARCH**, ok. 190 – 125 p.n.e., aleksandryjski astronom; rozwinął teorię epicykli, odkrył zjawisko precesji 104, 108, 109

**HIPPARCH PITAGOREJCZYK**, V w. p.n.e., znany tylko z imienia zwolennik filozofii pitagorejskiej 12

**KALLIPPOS z KYZIKOS**, IV w. p.n.e., astronom grecki, współtwórca (z Eudoksem) teorii sferycznej budowy układu planetarnego 70

**KEPLER JAN**, 1571–1630, niemiecki matematyk, astronom i fizyk, propagator teorii Kopernika, odkrywca m. in. teorii eliptycznych orbit planetarnych 8, 113

**KOLUMB KRZYSZTOF**, 1451 – 1506, włoski żeglarz dokonujący wypraw w służbie hiszpańskiej, odkrywca Ameryki 92

**KOPERNIK ANDRZEJ**, ok. 1470 – 1519, kanonik warmiński, brat astronoma 78

**KSENOFANES**, VI/V w. p.n.e., filozof grecki, nauczyciel Parmenidesa 28

**LAKTANCJUSZ**, IV w., chrześcijański teolog 18

**LEON X MEDICI**, 1475–1521, papież; podejmował starania w celu zreformowania kalendarza na soborze laterańskim 18

**LEUKIPPOS z ABDERY**, V w. p.n.e., filozof, grecki, atomista, nauczyciel Demokryta 27

**LIZYS**, V-IV w. p.n.e., filozof pitagorejski 10

**MELANCHTON FILIP**, 1497 – 1560, teolog protestancki, reformator i organizator szkolnictwa 83

**MACIEJ z MIECHOWA**, 1457–1523, krakowski historyk, autor ważnego dla dziejów geografii opisu ziem wschodniej Europy 69

**NEWTON IZAAK**, 1642–1727, angielski matematyk i fizyk, odkrywca prawa powszechnego ciążenia; w matematyce – rachunku różniczkowego i całkowego 113

NIKETAS (patrz: HIKETAS)  
 NOVARA DOMINIK MARIA, 1454–1504, włoski astrolog i astronom; w jego obserwacjach w Bolonii uczestniczył M. Kopernik 68  
 OSJANDER ANDRZEJ, 1496–1552, protestancki teolog; miał decydujący wpływ na ostateczną redakcję drukowanego dzieła Kopernika 86, 87

PARMENIDES z ELEI, pierwsza poł. V w. p.n.e., grecki filozof, jeden z autorów wczesnych koncepcji budowy całego świata z kilku podstawowych elementów 100

PAWEŁ III FARNESE, 1468–1549, papież, adresat *Listu dedykacyjnego* Kopernika; teorią heliocentryczną interesował się jeszcze w r. 1537 11, 87

PAWEŁ biskup FOSSOMBRONE, 1445–1534, w okresie soboru laterańskiego, ok. 1515 r., przewodniczący komisji reformy kalendarza, zasięgającej opinii m. in. M. Kopernika 18

PETREIUS JAN, XVI w., norymberski drukarz i wydawca, głównie dzieł matematyczno-przyrodniczych 86

PEURBACH JERZY, 1423–1461, astronom, prof. uniwersytetu w Wiedniu, zapoczątkował w Europie studia nad oryginalnymi tekstami astronomii starożytnej 90

PLATON, 427–347 p.n.e., ateński filozof, założyciel szkoły („Akademii”), twórca systemu filozoficznego, nauczyciel Arystotelesa 20, 33, 48, 49, 93

PLUTARCH z CHERONAC, ok. 50 – ok. 120, późnstarożytny pisarz, autor biografii sławnych postaci historycznych 16, 22

PTOLEMEUSZ KLAUDIUSZ, II w., astronom aleksandryjski, autor *Almagestu*, dzieła zawierającego zebrany dorobek astronomii matematycznej świata starożytnego 21, 26, 39, 41, 48, 51, 63, 71, 76, 83, 91, 94, 95, 97, 99, 102, 104–107, 111, 114, 115

REGIOMONTANUS (MÜLLER) JAN, 1436–1476, niemiecki matematyk, uczeń i współpracownik Peurbacha, autor i wydawca wielu ważnych dzieł astronomicznych i matematycznych 83, 90

REINHOLD ERAZM, 1511–1553, niemiecki matematyk i astronom z Wittenbergi; dokonał krytycznego przeglądu danych liczbowych w dziele Kopernika i opracował pierwsze tablice astronomiczne według teorii Kopernika (*Tablice pruskie*, 1551) 83

RETYK (wl. de PORRIS) JERZY JOACHIM, 1514–1576, matematyk; w latach 1538–1542 wykładowca Uniwersytetu w Wittenberdze, autor obszernych tablic trygonometrycznych, pierwszy propagator dzieła Kopernika 83–86, 88, 118

SCHONBERG MIKOŁAJ, 1472–1537, dominikanin, kardynał; w r. 1518 jako legat papieski odwiedził Warmię 12

SCHONER JAN, 1477–1547, matematyk niemiecki 84

SOFOKLES, 496–406 p.n.e., tragediopis ateński 56

TALES z MILETU, VI w. p.n.e., filozof, matematyk grecki, autor najstarszego znanego twierdzenia w historii geometrii 100

VESPUCCI AMERIGO, 1453–1512, włoski żeglarz, odbył wiele odkrywczych wypraw do Ameryki Południowej 92

WAPOWSKI BERNARD, ok. 1470–1535, historyk i geograf, sekretarz królewski, przyjaciel Kopernika, autor cennych map Polski i Europy Wschodniej 67, 81, 82

WATZENRODE LUKASZ, 1447–1512, biskup warmiński, wuj, protektor i zwierzchnik Mikołaja Kopernika 78

WERGILIUSZ, 70–19 p.n.e., poeta łaciński epoki augustiańskiej (*Eneida*) 42

WERNER JAN, 1468–1522, matematyk norymberski, twórca nowej projekcji kartograficznej 81

WOJCIECH z BRUDZEWA, ok. 1445–1495, profesor Akademii Krakowskiej, wykładowca astronomii i (w okresie krakowskich studiów Kopernika) filozofii. Autor cenionych współcześnie traktatów astronomicznych 66

WOJCIECH z BUKU (CARPINUS), XVI w., astrolog 67





Biblioteka  
Główna  
UMK Toruń

1019597

Biblioteka Główna UMK



300044785654



ISBN 83-04-02524-8