

KSZTAŁTOWANIE SIĘ ZAŁOŻEŃ SYSTEMU KOPERNIKOWSKIEGO

„Sfera świata dzieli się na dziewięć sfer, a mianowicie: dziewiątą, zwaną *primus motus*, lub *primum mobile*, oraz sferę gwiazd stałych i siedem sfer planetarnych“. Tym zdaniem z „Sphaera mundi“ Jana Sacrobosco rozpoczęły się dla młodego Kopernika studia nad greckim systemem świata na Akademii Krakowskiej w r. 1491. Napisana w XIII w. „Sphaera mundi“ to niejako standardowy podręcznik geografii matematycznej średniowiecza, podstawa do dalszych studiów nad budową świata. Po niej przyszła kolej na bardziej specjalne dzieła: „Teoretyki“ Jerzego Purbacha, Tablice Alfonsa X, Regiomontana. Były to wszystko pochodne wielkiego dzieła, syntezy astronomii starożytnej: „Almagestu“ Klaudiusza Ptolemeusza. Zawarty w „Almageście“ zarys wiedzy o kosmosie miał swą podbudowę w greckiej filozofii przyrody, w mechanice Arystotelesa. Geo- i homocentryczne spojrzenie na świat nakazywało jak najostrożniej rozdzielić nieruchomą Ziemię z otaczającymi ją elementami: wodą, powietrzem i ogniem, od świata planet i gwiazd, zbudowanego z „*quinta essentia*“. W tym eterycznym świecie teleologiczne przesłanki wymagały od planet i gwiazd stałych kształtu jedynie doskonałego: kształtu kuli, jedynie doskonałej formy ruchu: kołowego i jednostajnego. Pierwotna postać mechaniki nieba, opartej na tych przesłankach, to system sfer współśrodkowych z Ziemią, dzieło współczesnego Platonowi Eudoksa, rozwinięte przez samego Arystotelesa. Planety obiegać miały Ziemię wraz ze sferami, do których były przytwierdzone. Teoria ta stała jednak w rażącej sprzeczności z obserwacjami, nie potrafiła bowiem wytłumaczyć zmieniania się jasności (i odległości) planet. Sfery arystotelesowskie ustępują miejsca konstrukcjom innego typu. Tak więc aleksandryjski Ptolemeusz, tworząc „Almagest“, prawdziwy kanon astronomii starożytnej, budowę świata planet tłumaczy przy pomocy hierarchii kół orbitalnych: mimośrodowych deferentów i epicykli. Dające się wyśledzić początki takiego systemu sięgają III wieku p. n. e.

Najprostsze do wytłumaczenia były dobowe zmiany na niebie: to sfera gwiazd, porywając ze sobą Słońce i wszystkie planety, obiega Ziemię, jednego obrotu dokonując w ciągu doby. Roczny ruch Słońca wśród gwiazd wymagał już specjalnej konstrukcji wobec niejednostajnej jego szybkości. Zgodność z arystotelesowską mechaniką uzyskano, umieszczając środek kołowej drogi Słońca — ekliptyki — ekscentrycznie, poza Ziemią. Dzięki temu jednostajny jakoby ruch Słońca po ekliptyce dawał dla obserwatora ziemskiego, zgodnie z doświadczeniem, wrażenie różnych szybkości.

Najbliższemu Ziemi Księżycowi, umieszczanemu tuż za sferą „ognia“, również przypisano orbitę ekscentryczną. Nie wystarczała ona jednak do wyjaśnienia wszystkich nieregularności, które już wcześniej w rozwoju astronomii odkryto. Ptolemeusz znajduje rozwiązanie w konstrukcji, składającej się

z dwóch kół, podobnej do mechanizmu planet, który omówimy później. Dodatkowe obroty samych kół orbitalnych pozwalały na pogodzenie przewidywanych położań Księżyca z zaobserwowanymi. Schemat ten przeczył jednak jaszkrawo rzeczywistości w odniesieniu do odległości Księżyc — Ziemia. Według Ptolemeusza odległość ta winna w pewnych okresach maleć do połowy wartości maksymalnej, co nie odpowiada prawdzie. Moment ten stanowić będzie, jak zobaczymy później, jedno z początkowych ogniw w genezie odkrycia Kopernikowskiego.

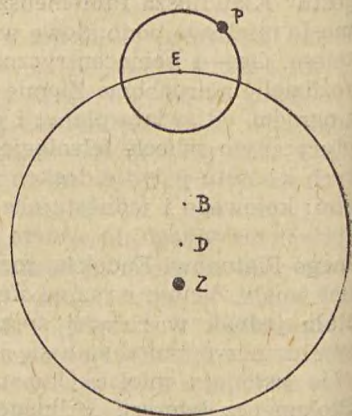
Za sferą Księżyca następowały orbity planet i Słońca. Porządek ciał niebieskich, ich kolejność w miarę oddalania się od Ziemi, podaje Ptolemeusz według „dawnych astronomów“ następująca:

Księżyc, Merkury, Wenus, Słońce, Mars, Jowisz, Saturn.

Zaznacza jednak przy tym, że trudno jest stwierdzić, czy kolejność ta odpowiada prawdzie; choć na ogół przyjęta, nie była jedyną, jaką dopuszczano. „Merkurego i Wenus... niektórzy nowsi astronomowie uznali za konieczne umieścić za Słońcem“.

Przy wyjaśnianiu ruchów planet stawały przed aleksandryjskimi astronomami nowe, poważne trudności. Oprócz nieregularnej szybkości w ruchu po orbicie, tzw. „pierwszej anomalii“ (wynikającej, jak obecnie wiemy, z eliptycznej postaci dróg planet), widoczny ruch planety na niebie wykazuje zakłócenia, swą wielkością przewyższające wielokrotnie efekt pierwszej anomalii: planety nie przesuwają się wśród gwiazd stale z zachodu na wschód, jak Słońce i Księżyc, lecz zmieniają okresowo kierunek ruchu, opisując na niebie pętle. Ta „druga anomalia“ znajduje u Ptolemeusza i jego poprzedników rozwiązanie w formie ruchu epicyklicznego. Rysunek (1)

wyjaśni szkicowo tę konstrukcję: planeta krąży po obwodzie koła — „epicykla“, którego środek E dokonuje właściwego obiegu po „deferencie“ wokół punktu D. Przy tym środek deferenta — punkt D — nie leży w środku Ziemi, lecz położony jest ekscentrycznie, poza nią. Ma to na celu — podobnie do schematu ruchu Słońca — wyjaśnienie pierwszej anomalii. Ekscentryczność i wprowadzenie epicykla nie wystarczały jednak do zachowania wśród sfer planetarnych zasady ruchu jednostajnego. Ptolemeusz ucieka się do — bardzo ciekawej zresztą z formalno-matematycznego punktu widzenia — hipotezy: środek epicykla E obiega deferent z taką szybkością, że jego ruch widziany z punktu B (leżącego po przeciwnej stronie środka deferenta niż Ziemia) przedstawia się jako jednostajny. Ta sztuczna konstrukcja tzw. ekwansów, mając ratować mechanikę Arystotelesa, w istocie rzeczy przeczyła jej i stanowiła wewnętrzną sprzeczność logiczną systemu. W ruchu epicyklicznym — drugiej anomalii — planet uwydatniało się szczególne znaczenie Słońca. Czas jego obiegu wokół Ziemi, rok, był również



Rys. 1

okresie obiegu planet górnych (Marsa, Jowisza i Saturna) po ich epicyklach i planet dolnych: Wenus i Merkurego, po deferentach. Tak więc w układzie formalnie geocentrycznym ruchy planet były funkcją położenia Słońca na ekliptyce.

System sfer niebieskich nie kończył się na ósmej, niosącej gwiazdy, a to z powodu odkrytego jeszcze przez Hipparcha zjawiska precesji: powolnego obrotu biegunów Ziemi wokół biegunów ekliptyki. Oś bowiem Ziemi nie jest prostopadła do płaszczyzny ekliptyki, lecz nachylona pod kątem ok. 23°. Zachowując to nachylenie, oś ziemską opisuje stożek wokół linii prostopadłej do ekliptyki. W efekcie na niebie gwiazdzistym punkty równonocy (punkty przecięcia się ekliptyki z równikiem niebieskim) przesuwają się ze wschodu na zachód. (Ruch ten jest bardzo powolny, pełny obieg trwa ok. 26000 lat). Postulat wiecznej nieruchomości Ziemi uniemożliwił Grekom poprawne wyjaśnienie tego zjawiska. Uznali więc, że nie punkty równonocy, lecz cała sfera gwiazd wykonuje względem nieruchomych tych punktów ruch precesyjny, tzw. „drugi ruch ósmej sfery“ („pierwszym“ nazywano obrót dobowy nieba gwiazdzistego wokół Ziemi). Jego motorem miała być obejmująca niebo sfera dziewiąta, *primum mobile*, w której na osiach obracał się powoli gwiazdzisty firmament.

W nakreślonym tu szkicu astronomii ptolemejskiej dla uproszczenia rezygnujemy z omówienia dalszych, mniej istotnych problemów szczegółowych, jakim był np. fakt różnego nachylenia orbit planet, wyjaśniany drogą dodatkowych konstrukcji geometrycznych.

Epicykliczna budowa świata podana w „Almageście“ nie przestaje do dzisiejszego dnia budzić podziwu swym szerokim rozbudowaniem oraz mistrzowskim zastosowaniem geometrii wobec ówczesnego braku dostatecznie rozwiniętego aparatu matematycznej analizy. Zawilość jednak tego zegara świata powodowała gubienie z oczu fizycznego sensu poszczególnych jego trybów. W dalszym rozwoju nauki niezgodność z prawdą leżącą w założeniach geocentrycznej „machina mundi“, dowolność niektórych rozwiązań staną się pożywką dla agnostycznych tendencji teoriopoznawczych. Na takiej pozycji znajdzie się właściwie już sam Ptolemeusz, pisząc: „Jakże można zrównać ziemskie z niebieskimi i jakimi przykładami odzwierciedlić tak różne rzeczy? Ruchy ciał niebieskich trzeba tłumaczyć w miarę możliwości hipotezami najprostszymi, jeśli zaś nie wystarczą one, wyszukać hipotezy inne, bardziej stosowne“. Tak więc dla Ptolemeusza „ziemskie“ pojęcia, jakimi operuje, nie nadają się do tłumaczenia zjawisk astronomicznych. Formalnym kryterium „najprostszymi hipotez“ zastępuje on postulat poszukiwania istoty zjawiska. Stąd niedaleko już do zaprzeczenia poznawalności świata. „Niemożliwe jest, a co najmniej bardzo trudne znalezienie zasad pierwszych przyczyn“...

*

System geocentryczny po syntezie „Almagestu“ trwał 1400 lat, nim się doczekał prawdziwie twórczej krytyki, nim nastąpiło zbudowanie na jego gruzach prawdziwego obrazu świata.

Na przestrzeni tych czternastu wieków pierwszymi spadkobiercami aleksandryjskiej astronomii stali się uczeni arabscy. Na szczególnie wysokim poziomie postawili oni astronomię obserwacyjną, dokonując pomiarów wiele, i to pomia-

rów dokładnych. Obserwacje doprowadzały z jednej strony do odkrycia zjawisk nieznanych w astronomii starożytnej (np. w teorii ruchu Księżyca), z drugiej zaś dosyć szybko ujawniły niezgodność położeń ciał niebieskich przepowiadanych na podstawie danych Ptolemeusza z rzeczywistymi. Powstają więc liczne rewizje tablic astronomicznych „Almagestu“, mające na celu pogodzenie teorii z obserwacją. Szczególny wysiłek włożyli uczeni świata arabskiego w badanie zjawiska precesji, „drugiego ruchu ósmej sfery“. Obserwacje dawały wartość rocznej precesji dużo większą od przekazanej przez Greków (wartość arabska jest zresztą bardzo bliska rzeczywistej). Było to przyczyną powstania teorii „trepidacji“, według której sfera gwiazd stałych dokonywała obrotu precesyjnego nie jednostajnie, lecz ruchem wahadłowym. Konstrukcja sfer nadgwiezdnych rozrastała się, potrzebna stawała się sfera dziesiąta, a próbowano już i wprowadzenia jedenastej... Zresztą zdania były podzielone, ruch ósmej sfery pozostawał we wczesnym średniowieczu najtrudniejszym problemem, rzec by można *enfant terrible* astronomii. W wirze kontrowersji podnoszą się głosy krytyczne. Wielki filozof, „arabski Arystoteles“ Ibn Roszd (znany w Europie jako Awerroes; w. XII) zaprzecza wprost realności systemu epicyklicznego świata, zwracając m. in. uwagę na sprzeczność logiczną tkwiącą w konstrukcji ekwansów. Znamienne jest jego zdanie: „Astronomia Ptolemeusza nie ma nic wspólnego z rzeczywistością, dogodna jest do obliczania tego, co nie istnieje“ (Cytat ten poda uczeń Kopernika, Jerzy Joachim Retyk, pisząc „Opowiadanie pierwsze“ o nauce swego mistrza). Nie udało się jednak Awerroesowi wyjść poza ramy krytyki negatywnej; jego próba powrotu do sfer koncentrycznych Eudoksa nie mogła mieć wpływu na dalszy rozwój, a właściwie dalszy zastój astronomii.

Szczególną rolę w następnych wiekach odegrały „Tablice Alfonsyńskie“, „Tabulae astronomicae Alfonsi regis“, opracowane w w. XIII kolegią przez uczonych arabskich i żydowskich na zlecenie hojnego mecenasa nauki, Alfonsa X Kastylskiego. Były to tablice umożliwiające obliczenie położeń ciał niebieskich. Opierały się na „Almageście“, pewne jednak wartości liczbowe czerpiąc z nowszych źródeł. Tablice zyskały wielki autorytet i przez wiele lat były przedmiotem studiów na uniwersytetach całej średniowiecznej Europy. Zgodność z rzeczywistością, jaką pozwalały osiągnąć początkowo, była krótkotrwała; pojawiają się próby „ratowania“ tablic, ich adiustacji, jednakże bezskuteczne. Niebo gwiazdziste rozeszło się z rachunkiem astronomów. W XV wieku popularne stawały się dzieła, których autorzy świadomie już nie dociekali głębszego znaczenia zjawisk, lecz podawali recepty, jakoby empiryczne, mające służyć do zapowiadania wydarzeń niebieskich. Jaśniejszym momentem w tym okresie upadku astronomii staje się działalność dwóch uczonych: Jerzego Purbacha i ucznia jego, Jana z Królewca we Frankonii (Regiomontana). Purbach, sumienny obserwator, dąży do odnowienia astronomii przez pilnie prowadzone spostrzeżenia oraz poprzez studia nad starymi tekstami „Almagestu“, wolnymi zarówno od błędów tłumaczeń arabskich i łacińskich, jak i pomyłek kopistów. Dziełem życia Purbacha stają się „Nowe teoretyki planet“, rozpowszechniony szeroko wykład astronomii. Tłumaczenie „Almagestu“ zmarły przedwcześnie astronom przekazał w spadku Regiomontanowi. Uczeń zrealizował zlecenie Purbacha, dokonując przekładu z greckiego tekstu. „Epitome Joannis de Monte

regio in Almagestum Ptolemei“, obszerny wyciąg z licznymi uzupełnieniami tłumacza, wydany w r. 1496, 22 lata po śmierci Regiomontana, stać się miał później dla Kopernika nieodzownym źródłem dawnych obserwacji i pomocą w badaniach nad starym systemem świata. Regiomontanus jest też autorem pierwszego podręcznika astronomii sferycznej. Doskonalił praktyk, pierwszy przeprowadza wartościowe obserwacje komet, buduje narzędzia astronomiczne, wraz z Purbachem daje początek odrodzeniu sztuki obserwacyjnej.

Osobiste kontakty Purbacha i Regiomontana z polskimi uczonymi nie mogły pozostać bez wpływu na rozwój zainteresowań astronomicznych w Akademii Krakowskiej, gdzie w drugiej połowie XV w. nauki matematyczne, a zwłaszcza astronomia, osiągają szczególnie wysoki poziom. Dobitnie stwierdza to znany fragment „Kroniki świata“ Schedla: „Najbardziej jednak kwitnie tam studium astronomii, w całych Niemczech (jak wiem to dobrze od wielu) nie znajdzie się szkoły pod tym względem sławniejszej“. W plejadzie uczonych krakowskich wyróżnia się autorytetem i wagą swych prac Wojciech z Brudzewa (Brudzewski), autor m. in. komentarza do „Teoretyk“ Purbacha. W komentarzu tym Brudzewski stoi oczywiście na stanowisku geocentryzmu. Zwraca jednak uwagę na fakt, że „wszystkie planety mają w ruchach swych związek z ruchem Słońca“. „Mają bowiem z nim związek naturalny jako z przyczyną światła“. W teorii ruchu Księżyca spostrzega brak poważny: mechanizm Ptolemeusza nie wyjaśnia faktu, że Księżyc zwrócony jest ku Ziemi stale tą samą stroną. Jak widać z notatki jednego z uczniów, Brudzewski proponuje uzupełnienie mechanizmu Księżyca dodatkowym epicyklem, wokół którego obrót godziłby teorię z obserwacją¹. W okresie studiów Kopernika Brudzewski nie miał już wykładów z astronomii, niewątpliwie słuszne jest jednak twierdzenie biografów o bliższych kontaktach z młodym toruńczykiem poza salą wykładową. Komentarz do „Teoretyk“ poznawał Kopernik w toku studiów. Uwagę studenta zwracać musiała krytyczna uwaga: „Ekwans nie ma zastosowania w ruchu rzeczywistym orbity, jest bowiem kołem fikcyjnym...“. Notuje zresztą Brudzewski w „Komentarzu“ szereg zastrzeżeń i wątpliwości własnych, jak i dawniejszych, w szczególności Awerroesa: „Nie znajdzie się nic w księgach matematyków na potwierdzenie ekscentryków i epicykli...“.

Studia Kopernika, odbyte w atmosferze żywego i powszechnego zainteresowania astronomią, musiały się stać dlań podniecią do dalszych badań. W tym też okresie znajdują się w jego rękach „Tabulae Alfonsi regis“ i „Tabulae directionum“ Regiomontana, dochowane do dziś i pełne własnoręcznych notatek Kopernika z czasów krakowskich. Nie wyniósł zapewne Mikołaj z Krakowa jakiegoś skryzalizowanego poglądu, bezsprzecznie jednak rozwinięcie zainteresowań i krytyczne spojrzenie na dotychczasowy dorobek astronomii. Odtąd wątkiem przewodnim długiego, pracowitego życia staje się badanie maszyny świata, krytyka starego systemu i twórczy wysiłek nad nowym, wysiłek uwieńczony dopiero w roku śmierci wydaniem „De revolutionibus“.

¹ L. A. Birkenmajer, *Albertus de Brudzewo super Theoreticas...*, Kraków 1900, p. 68. Konstrukcję tego typu wprowadza również Kopernik w swej teorii ruchu Księżyca.

Geneza wielkiego odkrycia, otwierającego drogę nowej nauce, nie jest zupełnie jasna. Wiarę w ekwansy zachwiał już Kraków, lata studiów włoskich zbliżają nas do ostatecznego zerwania z balastem starych poglądów. W Bolonii 24-letni Kopernik obserwuje zakrycie gwiazdy (α Tauri) przez Księżyc. Obserwacja, przeprowadzona wspólnie z uczonym bolońskim Domenico M. Novarą², ma na celu sprawdzenie ptolemeuszowskiego mechanizmu ruchu Księżyca. Wynik jej, sprzeczny z tym mechanizmem, źle wróży całej kosmologii greckiej — pierwszy wyłom został dokonany. Następują dalsze obserwacje, związane m. in. z zagadnieniami długości roku i precesji. W tym okresie Kopernik musiał wiele czasu poświęcić lekturze pisarzy starożytnych. Sięgnijmy zresztą do „Obrotów“; oto pisze Kopernik: „...nie co innego skłoniło mnie do podania odmiennego sposobu tłumaczenia biegu ciał niebieskich, tylko to: że poznałem, iż sami uczeni nie zgadzają się w dowodzeniu tych biegów“. „Przedsięwziąłem dzieła wszystkich uczonych, które pod ręką mieć mogłem, odczytać, i w nich szukać, czy który z nich kiedy nie wspomniał o innych, niż dotąd utrzymują, biegach ciał niebieskich. Jakoż rzeczywiście doczytałem się najprzód w Cyceronie, że Nicetas mniemał, iż się Ziemia obraca. Potem znalazłem także w Plutarchu, że niektórzy uczeni byli tego samego zdania. Słowa tego pisarza, aby wszystkim były wiadome, przytaczam tutaj: „Lubo powszechnie filozofowie utrzymują, że Ziemia stoi i nie rusza się, Filolaus jednak pitagorejczyk przeciwnie twierdził, że Ziemia bieg odbywa około ognia środkowego po kole pochyłym, jakie w biegu rocznym Słońce, a miesięcznym Księżyc opisują. Heraklides zaś pontycki i Ekfantus pitagorejczyk wprawdzie pewien ruch Ziemi przyznawali, lecz tylko taki, że się ona w przestrzeni przenosić i miejsca swego odmieniać nie może, ale że obwiedziona pasem na kształt koła obraca się od zachodu na wschód około własnego środka“. To mi dało powód, że i ja o biegu Ziemi myśleć zacząłem“.

Tak dojrzewała rewolucyjna myśl Kopernika, by znaleźć sformułowanie już po powrocie do Polski. Tu mianowicie około r. 1507 powstaje rękopis, znany dziś z odpisów pod nazwą „Komentarzyka“³. Jest to treściwy, konsekwentny wykład nowej astronomii, pierwsze sformułowanie tezy o potrójnym biegu Ziemi. Nie obarzony obszerniejszym materiałem liczbowym, „Komentarzyk“ zapowiada jego podanie w „większej księdze“. Dziełko, przeznaczone „more Pythagoreo“ tylko dla zaufanych przyjaciół i znajomych, rozpoczyna się krytyką dotychczasowych modeli układu słonecznego. Niech nas nie zdziwi przy tym, że Kopernik, wyzwalając naukę z wielu więzów apriorycznej mechaniki greckiej, pozostaje przy tym na gruncie zasady kołowego ruchu jednostajnego w odniesieniu do Ziemi i planet. W uwarunkowanym historycznie procesie

² Domenico Maria Novara, astronom i astrolog. Wg jednego z dawnych biografów Kopernik był „nie tyle jego uczniem, co pomocnikiem i towarzyszem“. Nie będzie zresztą Novara towarzyszył Kopernikowi w dalszych poszukiwaniach. Jego błędna teoria zmian szerokości geograficznej pozostanie też bez wpływu na dzieło polskiego astronoma.

³ „Nicolai Copernici de hypothesisibus motuum coelestium a se constitutis commentariolus“. Nazwa ta, nadana przez kopistów, zawiera obce Kopernikowi określenie jego odkryć jako hipotez.

poznania rozwój racjonalnej mechaniki rozpocznie się równoległe z rozwojem całego nowoczesnego przyrodznawstwa, u którego kolebki stoją odkrycia Kopernika.

„Komentarzyk“ podaje siedem założeń (*axioma, petitio*) nowej nauki:

1. „Nie istnieje wspólny środek dla wszystkich kręgów niebieskich“.
2. „Środek Ziemi nie jest środkiem świata, lecz tylko środkiem ciężkości oraz orbity Księżyca“.
3. „Wszystkie drogi (planet) otaczają Słońce, w którego pobliżu znajduje się środek świata“.

Tak dokonała się degradacja Ziemi z uprzywilejowanego miejsca we wszechświecie. Do lamusa historii przechodzi „quinta essentia“, znika cezura dzieląca „niebo“ i „ziemię“ — otwarta zostaje droga do poznania zasady jedności świata materialnego. W sformułowaniu „środek Ziemi = środek ciężkości“ intuicyjnie właściwie przeczuwa Kopernik odkryte przeszło 100 lat później prawo powszechnego przyciągania. Następna „petitio“ jest odpowiedzią na spodziewany zarzut przeciwników heliocentryzmu: ruch Ziemi dookoła Słońca powinien odzwierciedlać się w położeniach wzajemnych gwiazd. Efekt taki istotnie ma miejsce, jednakże nie dał się on wobec olbrzymich odległości gwiazd zaobserwować ówczesnymi środkami. Znając obecnie skalę odległości we wszechświecie, z tym głębszym podziwem czytamy śmiało zdanie:

4. „Stosunek odległości Słońca od Ziemi do odległości firmamentu jest mniejszy aniżeli promienia Ziemi do odległości Słońca, tak że stosunek ten w otchłani firmamentu staje się znikomy“.

Odkrycia najdonioślejsze dla dalszego rozwoju nauk przyrodniczych, bo sięgające do podstawowych praw nauk fizycznych, Kopernik formułuje w ostatnich założeniach:

5. „Cokolwiek ruchomego spostrzegamy na całym firmamencie, nie pochodzi z jego własnego jakoby ruchu, lecz wywołane jest ruchem Ziemi. Ona to więc... odbywa w ciągu doby ruch obrotowy dookoła swoich niezmiennych biegunów, a wobec nieba trwale nieruchomego“.
6. „Jakikolwiek ruch wydawałoby się mieć Słońce, zjawisko takie nie pochodzi z własnego jego ruchu, lecz jest złudzeniem powstałym skutkiem ruchu Ziemi...“.
7. „Dostrzegane u gwiazd błędnych (planet) cofanie się wstecz i posuwanie się naprzód nie jest własnym ich ruchem, lecz wynika z ruchu Ziemi⁴. Tak więc już sam jej ruch wystarcza do wytłumaczenia tylu pozornych na niebie rozmaitości“.

Genialne spostrzeżenie, że obrót Ziemi wokół osi tłumaczy zjawiska dnia i nocy (zał. 5), ruch zaś Ziemi po orbicie — pozorne przemieszczanie się Słońca na niebie i epicykliczne pętle planet, stanowi pierwsze w dziejach przyrodznawstwa konsekwentne i płodne w skutkach zastosowanie zasady względności ruchów. Ta właśnie zasada leży u podstaw następującego, niebywałego rozwoju mechaniki, jej rozwinięcie i uogólnienie będzie jeszcze w XX wieku naczelnym zagadnieniem fizyki.

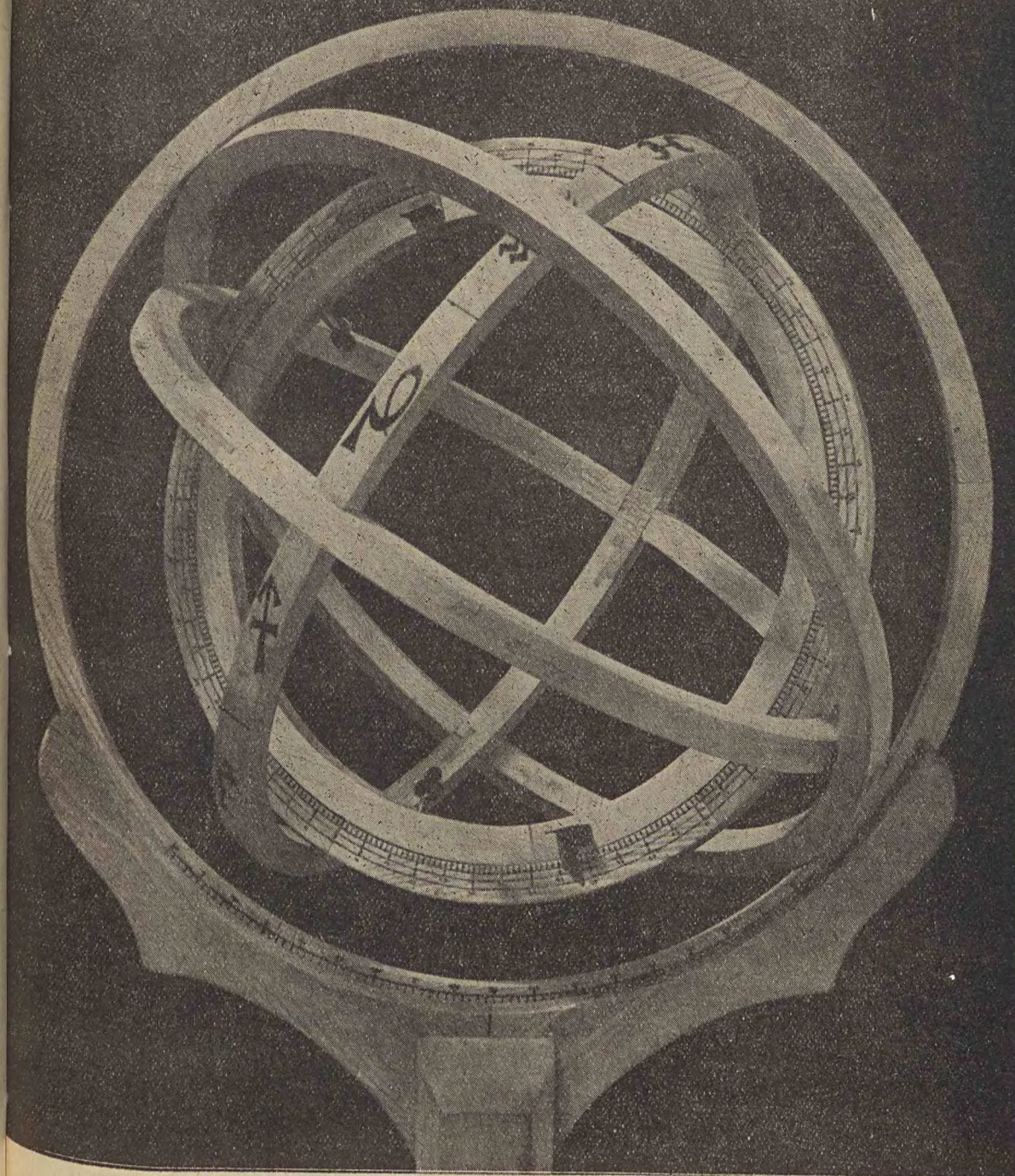
⁴ Mowa tu o pętłach „drugiej anomalii“, opisywanych na niebie przez planety.

Z perspektywy wieków zbyt łatwo może gubi się z oczu „Komentarzyk” wobec głównego Kopernikowego dzieła „O obrotach”. Między tymi dwiema redakcjami heliocentrycznego obrazu świata spostrzegamy wiele różnic — niejedna błędna teza, przejęta od poprzedników w „Komentarzyku”, zniknie później w *magnum opus* Toruńczyka, ulegnie zmianie foronomiczny schemat sfer planetarnych; szereg wartości liczbowych, przejętych tu wprost z „Tablic Alfonsyńskich”, zastąpiony zostanie nowymi, płynącymi z własnych spostrzeżeń. Jednak tutaj właśnie, w „Komentarzyku”, dokonało się pierwsze pchnięcie Ziemi na okołosłoneczną drogę, człowiek z obywatela Ziemi stał się obywatelem kosmosu.

*

W okresie opublikowania „Komentarzyka” Kopernik już na stałe mieszka w Warmii. System, którego szkic zaledwie daje „Commentariolus”, trzeba było rozwinąć, sprecyzować nie tylko jakościowo, ale i liczbowo. Kopernik sięga do spostrzeżeń — następują lata wzmózonej pracy obserwacyjnej. Znajdzie to swój wyraz w „Obrotach”: zawierają one wzmianki o wybranych 27 obserwacjach samego Kopernika. Z tej liczby 24 przypada na lata 1510—1530. We Fromborku powstało obserwatorium. Ten nieodzowny dla dalszych badań warsztat pracy zadziwia dzisiaj swą skromnością. Instrumenty astronomiczne, wykonane (częściowo własnoręcznie) przez Kopernika z jodłowego drzewa, nie różnią się od instrumentów używanych jeszcze w starożytności. Były to co najmniej trzy narzędzia. Pierwsze, tzw. kwadrant, przeznaczone było przede wszystkim do obserwacji Słońca. Kwadrant miał postać wygładzonej kwadratowej płyty, ustawionej w płaszczyźnie południka, a więc w kierunku północ-południe. Umocowany w południowym górnym narożniku poziomy pręt rzucał cień na ćwierćkolistą skalę wypisaną na drzewie płyty. Skala o podziałce katowej pozwalała z położenia cienia odczytać wysokość Słońca nad horyzontem w momencie południa. Do obserwacji Księżyca używał Kopernik trójkąta paralaktycznego (*triquetrum*). Był to prostej konstrukcji zestaw trzech listew, tworzących trójkąt równoramienny o zmiennej podstawie. Na jednej z listew umocowany był wizjer, służący do celowania na obserwowane ciało niebieskie, druga nosiła podziałkę. Obie obracały się na zawiasach wokół pionowego słupa, co pozwalało na obserwacje w różnych stronach nieboskłonu. Najwszechstronniejsze jednak zastosowanie miała sfera armillarna — zespół sześciu koncentrycznych obręczy, pozwalający na odtworzenie sferycznego układu współrzędnych, a przez to na pomiar położenia planet, Słońca i Księżyca oraz współrzędnych gwiazd. Opisy swych instrumentów pozostawił Kopernik w „Obrotach”, co pozwoliło na dokonanie w ostatnich latach dostatecznie ścisłej ich rekonstrukcji (T. i F. Przytkowscy w Jędrzejowie, fot. s. 577). Miejscem obserwacji we Fromborku był ganek biegnący wzdłuż murów obronnych, przylegający do baszty, służącej Kopernikowi za mieszkanie.

Wyposażenie dostrzegalni uzupełniał zapewne zegar słoneczny, a bez wątpienia zegar mechaniczny, umieszczony prawdopodobnie na wieżyczce pobliskiej katedry. Podczas dłuższego pobytu poza Fromborkiem (jako administrator dóbr kapituły w Olsztynie) Kopernik miał prawdopodobnie ze sobą sferę armillarną i *triquetrum*; kwadrant, ciężki i nie nadający się do przewozu, pozostał we



Sfera armillarna Kopernika

Fot. Perza

Fromborku i został zniszczony przez wojska krzyżackie w czasie wojny Polski z Zakonem.

Z pobytom Kopernika w Olsztynie wiąże się powstanie w zamku olsztyńskim, siedzibie administratora kapitulnego, innego przyrządu astronomicznego. Był to ciekawy zegar słoneczny typu refleksyjnego (godziny wskazywało tu światło słoneczne odbite od lusterka w oknie i padające na ścianę krużganka)⁵.

Założenia konstrukcyjne i prostota wykonania instrumentów fromborskich ograniczały dokładność pomiarów. Kopernik, w zasadzie teoretyk, był jednak dobrym obserwatorem i zdawał sobie sprawę z tego ograniczenia; przestrzegał też w późniejszych latach swego ucznia przed zbyt dużym zaufaniem do własnych pomiarów. „Niektórzy (przy obserwacjach gwiazd) silą się na dokładność doprowadzić do ułamków sekundy, a tymczasem całe stopnie pomijają... Ja, jeżeli osiągnę dokładność szóstej części stopnia, tj. 10 minut, cieszę się nie mniej niż Pitagoras, gdy swe reguły wynalazł”⁶. Ze skromnością wielkiego umysłu łączył tu świadomą ocenę warunków pracy.

Materiał obserwacyjny, zdobywany w obserwatorium fromborskim, nabierał wagi dopiero w zestawieniu z obserwacjami starożytnymi i arabskimi. Takie porównanie mogło dać nowe, dokładniejsze wartości czasów obiegu planet i długości roku. Na przeszkodzie wykorzystaniu dawnych obserwacji stała różnorodność rachuby czasu, zmieniającej się w różnych cywilizacjach, w różnych epokach. Przed Kopernikiem stanęło zadanie ustalenia poprawnej chronologii, powiązania kalendarzy starożytnych, zwłaszcza egipskiego z juliańskim, wykrycia licznych błędów w dotychczasowych opracowaniach tego tematu. Pierwsze takie próby napotykaemy w zapiskach z okresu wcześniejszego pobytu we Włoszech, próby zresztą nieudolne wobec nieznamomości podówczas języka greckiego, co uniemożliwiało wykorzystanie wielu tekstów źródłowych. Późniejsze opanowanie tego języka, a także uzupełnienie biblioteki nowym tłumaczeniem *Almagestu*, wydanym w r. 1515, umożliwiły dopiero wykonanie zadania. Mając klucz do starożytnych spostrzeżeń, Kopernik stanął przed nieoczekiwanymi wynikami. Okazało się, że mimośrody orbit planet (a więc także i Ziemi), jak też położenie ich absyd⁷ nie są stałe. Same orbity planet zmieniają swe położenie w przestrzeni. Przeczyło to całej dotychczasowej literaturze astronomicznej. To niezmiernej wagi odkrycie wymagało oczywiście wprowadzenia zmian do mechanizmu, jaki podawał Kopernik jeszcze w „Komentarzyku”.

Powoli, w pracowitym trudzie powstawał rękopis sześciu ksiąg „Obrotów”. Miały one zawierać kompletny wykład astronomii, a więc zarówno odkrycia własne Mikołaja, jak i niezmienione przezeń elementy dawnej nauki. Często jednak odkładał astronom drobno zapisane karty rękopisu, bądź odwoływany do prac innych, bądź dla zajęcia się poszczególnymi problemami astronomii. Tak było z zagadnieniem reformy kalendarza. Jeszcze w r. 1514 wziął Ko-

⁵ Szczątki zegara w postaci niektórych linii godzinowych na ścianie krużganka istnieją do tej pory. Załować należy, że zegar ten, którego autorstwo powszechnie przypisywane jest Kopernikowi, nie został dotychczas — o ile mi wiadomo — wyczerpująco zbadany.

⁶ wg relacji Jerzego Retyka.

⁷ absydy — punkty orbity, w których planeta jest najbliżej lub najdalej od Słońca.

pernik udział w ankiecie na ten temat, ogłoszonej przez papieża Leona X na użytek soboru laterańskiego, i zredagował swój projekt poprawionego kalendarza. Ponownie podjąwszy zagadnienie w r. 1516 dokonał szeregu obserwacji Słońca dla dokładnego wyznaczenia długości roku. Był bowiem zdania, że reforma jest niemożliwa, jak długo nie są „dokładnie wymierzone wielkości lat i miesięcy oraz biegi Słońca i Księżyca“. Te właśnie obserwacje doprowadziły do odkrycia zmian w położeniu absyd Ziemi. Rękopisy Kopernika, poświęcone reformie kalendarza, zaginęły bez śladu. Uniknęła tego losu inna rozprawa z r. 1524, list do przyjaciela z lat studiów, Bernarda Wapowskiego, sekretarza królewskiego w Krakowie. Zachowany dotąd w kilku odpisach list ten zawiera krytyczną recenzję wydanej współcześnie książki J. Wernera z Norymbergi „O ruchu ósmej sfery“. Małej wartości książka ta przeszła do historii jedynie dzięki temu, że skrytykował ją sam Kopernik... Pismo Kopernika zyskało podówczas duży rozgłos, rozchodząc się szeroko w odpisach. Stoi w nim Mikołaj na gruncie oficjalnej astronomii. Po wstępie o charakterze ogólnym przechodzi do omówienia błędów Wernera w chronologii, wykorzystując przy tym własne badania. Omawiając ruch trepidacyjny doszukuje się Werner nieścisłości w obserwacjach greckich. Kopernik, odznaczający się głębokim kultem dla antyku, ostro zwalcza ten zarzut i wykazuje błędy w rozumowaniu Norymberczyka. „Wiadomo, że starożytni z wielką pilnością i wytrwałością wszystko oznaczali... żadnym sposobem przekonać się nie mogę, aby ci uczeni w oznaczeniu położen gwiazd o czwartą, piątą lub szóstą część stopnia błędzili, jak autor mniema... Ptolemeusz o nic z większą nie starał się pilnością, jak ażeby nam bieg gwiazd stałych bez błędu przekazać“. Werner „z nader dziecinną chępliwością“ gani Timocharesa, a w rzeczywistości „błąd własny przypisał Timocharesowi, a ledwo co nie dotknął i Ptolemeusza. Lecz gdy sędzi, że oznaczeniom tych astronomów ufać nie można, cóż innego pozostaje jak żeby i jego własnym nie wierzone“. Wieści o dziwnych odkryciach fromborskiego astronoma krążyć musiały już wśród uczonych. Kopernik jednak w liście do Wapowskiego nie wspomina o swoim poglądzie na zjawisko precesji: „co sam nareszcie o ruchu sfery gwiazd stałych myślę, ponieważ inne na to przeznaczam miejsce, osądziłem za rzecz zbytęzną i niewłaściwą dłużej się tu zatrzymywać“. Z późniejszych, mniejszych rozmiarami prac Kopernika zachowały się tylko wzmianki o zaginionych dwóch pismach. Były to: 1. Rozprawa o komecie z r. 1533, treści bliżej nie znanej; skądinąd wiemy, że Kopernik w przeciwieństwie do dotychczasowych oficjalnych poglądów uważał komety za ciała niebieskie, umieszczone poza sferą Księżyca. 2. Almanach — kalendarz astronomiczny. Zachował się list Wapowskiego w sprawie oddania do druku „almanachu z najprawdziwszymi i najbardziej poprawnymi ruchami planet. (Almanach) ułożył wielebny ojciec, pan Mikołaj Kopernik. Jest Pan Mikołaj matematykiem bardzo wielkim, twierdzi zaś, że dla sprawdzenia ruchów planet trzeba przyznać Ziemi jakiś ruch; tej opinii jest on od wielu lat i zapewnia, że Ziemia porusza się niewyczuwalnie“.

W międzyczasie ukończone zostało pisanie „Obrotów“. Rękopis jednak miał czekać na druk jeszcze przeszło 10 lat. Zwłokę wyjaśnia autor w przedmowie: „Zważywszy za jak niedorzeczny pomysł zapewne poczytają moją teorię ci, którzy wielowiekowym sądem utwierdzone zdanie przyjmują, że Ziemia nie-

poruszona w przestrzeni nieba, jest jakby jej punktem środkowym... długo wahałem się, czy mój wykład światu ogłosić, lub czy nie lepiej byłoby pójść za przykładem uczniów Pitagorasa, którzy nie pisemnie, lecz ustnie udzielać zwykli byli tajemnic filozofii, jedynie krewnym i przyjaciołom... Gdym się nad tym zastanawiał, obawa pogardy, jaką na siebie ściągnąć mogłem z przyczyny nowości i niedorzeczności mej teorii w oczach wielu osób, o mało mnie nie skłoniła do zaniechania zamiaru wydania ułożonego dzieła". Kopernik zdawał sobie sprawę z doniosłych konsekwencji, jakie już nie tylko w naukach przyrodniczych, ale i w zagadnieniach światopoglądowych musiało pociągnąć za sobą ogłoszenie własnych odkryć, z oporów i sprzeciwów, jakie „Obroty“ napotkać musiały. Tymczasem sława wyprzedziła dzieło. W r. 1533 omawia się w Rzymie „zdanie Kopernika o ruchu Ziemi“, parę lat później kardynał Schonberg zachęca fromborskiego astronoma do ogłoszenia pracy. Przybywa wreszcie do Fromborka młody uczoney, 25-letni profesor matematyki, wspomniany już Jerzy Joachim Rheticus-Retyk, by poznać u źródła nową naukę. Po przestudiowaniu rękopisu stał się gorącym jej entuzjastą. Przyjaciele astronoma, wzmocnieni zapałem Retyka, zdołali wreszcie namówić go do oddania „Obrotów“ pod prasę drukarską. Retyk zająć się miał sprawą druku w Norymberdze. Ogłoszenie „Obrotów“ poprzedziło wydane w Gdańsku „Opowiadanie pierwsze o księgach obrotów“ Retyka. „Opowiadanie“, zawierające streszczenie niektórych rozdziałów dzieła Kopernika, cenne jest dla nas (jak i inne pisma Retyka) przez rozsiane w nim wypowiedzi samego Mikołaja, jak i przez wzmianki o charakterze biograficznym.

„Mikołaja Kopernika Toruńczyka o obrotach ksiąg sześć“ ukazało się w roku 1543, w oficynie norymberskiej J. Petreia. Znając nieprzychylnie dla szerzonych poglądów stanowisko reformatorów religijnych, Melanchtona i Lutra, Kopernik próbuje zneutralizować ewentualne dalsze ataki przez poprzedzenie dzieła przedmową — dedykacją dla papieża Pawła III. Podaje w niej (cytowaną już poprzednio) genezę swego odkrycia. O postawie badawczej Kopernika świadczy dalszy fragment: „Przyjąwszy zatem potrójny bieg Ziemi po wielu i długich dociekaniach doszedłem nareszcie, że jeżeli ruch innych planet odniesiemy do biegu Ziemi, ... nie tylko wszystkie ich zjawiska przez to wytłumaczyć się dają, ale nadto cały układ planetarny tworzyć będzie jedność harmonijną, której części tak ściśle z sobą się wiążą, że nie można jednej z nich naruszyć bez wprowadzenia zamieszania w całość“ (podkreślenia nasze).

W tym jednym zdaniu ujęta jest cała rewolucja przejścia od opisowego ujęcia zjawisk, jakie ostatecznie dominuje w ptolemejskim obrazie świata, do badania związków przyczynowych, słowem, do zastąpienia opisu przez wytłumaczenie. Równocześnie rzuca się w oczy zrozumienie współzależności zjawisk, konieczności ich kompleksowego badania. Te momenty podkreśla i rozwija Kopernik w innym miejscu przedmowy, krytykując teorie dawnych uczonych, którzy „nie dostrzegli ani ze swych założeń nie wywiedli głównej rzeczy, to jest postaci świata i pewnego porządku w jego częściach; uczynili tak, jakby kto z różnych obrazów wzięwszy ręce, nogi, głowę i inne członki,

pięknie wprowadzie odmalowane, lecz nie odpowiadające sobie, połączył w całość; złączywszy stworzy potwora raczej niż człowieka. Więc też w sposobie dowodzenia (zwanym metodą) widzimy ich albo opuszczających, co niezbędnie potrzebne, lub przyjmujących to, co obce jest przedmiotowi i do niego w żadnej mierze nie należy“.

Naukowość metody badawczej Kopernika znajdzie sformułowanie jeszcze i w momencie rozprawiania się z zarzutem (wysuwany już przez teologów, na razie protestanckich) niezgodności ze Starym Testamentem: „Jeżeli się przypadkiem znajdą lekkomyślni, którzy nieobeznani z żadną częścią matematyki zechcą wszelako o każdej sąd swój dawać, powołując się na pewne miejsce Pisma Świętego, źle do tego celu naciągnięte, i ośmielią się dzieło moje ganić i potępiać, oświadczam: iż o takich wcale nie dbam, tak dalece, że nawet sądem ich, jako płochym, gardzę . . . mathematica mathematicis scribuntur“.

Księga I poprzedzona jest krótką przedmową. Po pięknej pochwalie astronomii, „nade wszystko zasługującej, by się jej poświęcić z całą usilnością“, Kopernik podkreśla jeszcze raz niedostateczność dotychczasowych przedstawień obrazu świata. „Bo chociaż Klaudiusz Ptolemeusz dziwną biegłością i pilnością nad innych wyższy z więcej niż czterechsetletnich spostrzeżeń całą tę naukę prawie wyczerpał, iż zdawało się już nic nie zostawać, czego by nie tknął, widzimy jednak bardzo wiele zjawisk niezgodnych z tymi, które podług jego teorii następować powinny“. „Wiele rzeczy wyłożę inaczej niż dawniejsi, lubo moje wiadomości im zawdzięczam, jako pierwszym, którzy do tego rodzaju badań drogę wskazali“. Podobną, pełną szacunku charakterystykę starożytnych czytaliśmy już w liście do Wapowskiego o ósmej sferze. Uderza ta postawa u badacza, który wnosi do nauki zupełnie nowe wartości, usuwające w cień szereg osiągnięć antycznych uczonych. „Nasze wiedzieć jest to przypominać sobie starożytnych“, zapisał Kopernik na marginesie czytanej niegdyś książki. W zestawieniu z samym dziełem wielkiego astronoma przebija przez te zdania umiejętność twórczej krytyki przeszłego, odsiania nieprzemijających wartości od plew myślowej spekulacji.

Pierwsze rozdziały właściwego wykładu „Obrotów“ omawiają podstawowe wiadomości astronomiczne, rozwijając zasady „Komentarzyka“. Napotykamy tu nowatorskie sformułowania, mające znaleźć później pełną treść w odkryciach Galileusza („cokolwiek spada, z początku wolny ruch odbywa, a zwiększa szybkość podczas spadania“) i Newtona (prawo powszechnego ciężenia). W pięknym obrazie słynnego rozdziału dziesiątego podaje Kopernik nową hierarchię świata:

„Pierwszą i najwyższą ze wszystkich jest sfera gwiazd stałych, która samą siebie i wszystko obejmuje i dlatego jest nieruchoma; jest zaś tym tłem wszechświata, do którego ruch i położenie wszystkich innych ciał niebieskich należy odnosić. Poniżej tej sfery znajduje się najodleglejsza z gwiazd błędzących, Saturn, w 30 lat kończący swój obieg, następnie Jowisz, przebywający swą drogę w 12 latach. Potem planeta Mars, która obiega swą drogę w 2 lata. Czwarte z kolei miejsce zajmuje roczny krąg, na którego obwodzie znajduje się Ziemia wraz z kręgiem Księżyca, jak gdyby z epićyklem. Na piątym miejscu Wenus z obiegiem dziewięciomiesięcznym. Szóste wreszcie miejsce zajmuje Merkury, dokonujący obiegu w 80 dni. W pośrodku zaś wszystkich zasiada

NICOLAI COPERNICI TORVNENSIS
DE REVOLVTIONIBVS ORBIS
VNIERSALIBVS, Libri VI.

Habes in hoc opere iam recens uiso, & audito,
studiose lector, Motus stellarum, tam fixarum,
quàm erraticarum, cum ex ueteribus, tum etiam
ex recentibus obseruationibus restitutos: & no-
uis insuper ac admirabilibus hypothefibus or-
natos. Habes etiam Tabulas expeditissimas, ex
quibus eisdem ad quoduis tempus quàm facilli-
me calculare poteris. Igitur enae, lege, fruere.

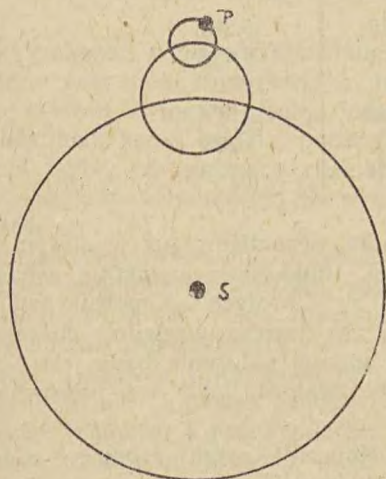
Explicit

Norimbergae apud Ioh. Petrium,
Anno M. D. XLIII.

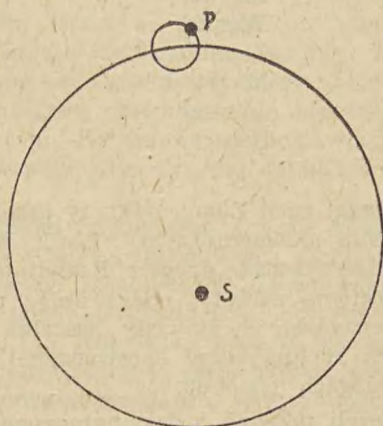
Karta tytułowa pierwszego wydania „Obrotów”

Słońce... Któż bowiem w tej najwspanialszej świątyni potrafiłby tę pochodnię umieścić w innym a stosowniejszym miejscu?...”

Opis ten, będący zresztą parafrazą i rozwinięciem odpowiedniego ustępu „Komentarzyka“, zawiera w sobie esencję jednego z trzech wielkich odkryć Kopernika, odkryć wynikłych ze śmiałego wyrwania Ziemi ze spoczynku świata geocentrycznego. Istotą odkrycia jest tu dostrzeżenie przyczyny „drugiej anomalii“ planet w ruchu Ziemi po orbicie. Dziwny i niejasny dotąd związek dróg planetarnych z każdorazowym położeniem Słońca staje się zrozumiały jako odbicie wędrówki Ziemi po „magnus orbis“, jak nazywa jej orbitę Kopernik. Krąg naprawdę „wielki“, bo tyle tajemnic wyjaśniający! Zrozumienie dominującej roli Słońca będzie odskocznią dla późniejszego geniusza przyrodoznawstwa, Newtona, przy pogłębianiu naukowego, fizycznego obrazu świata. W mechanizmach planet znika zbędny już aparat „drugiej



Rys. 2a



Rys. 2b

anomalii“: epicykle planet górnych i deferenty dolnych. „Tak przez jeden ruch Ziemi objaśnia się wszystko to, co starożytni tłumaczący próbowali przez epicykle“. Trwała zdobyczą nauki stał się prawdziwy porządek planet, po raz pierwszy można było obliczyć ich odległości od Słońca i czasy obiegu. Rozwinięcie teorii ruchu planet znajdziemy w ostatnich księgach „Obrotów“. Historyczną już tylko wartość mają dzisiaj szczegółowe mechanizmy, konstruowane przez Kopernika dla wyjaśnienia kinematyki planet przy założeniu ruchu jednostajnego. „Pierwsza anomalia“, której istotę znaleźć miał dopiero Kepler w eliptyczności orbit, zmuszała Kopernika do wprowadzenia dla planet kół mimośrodowych i małych epicykli. Pierwotnie, w „Komentarzyku“, szukał rozwiązania w układzie trzech kół dla każdej planety (rys. 2a), przy zachowaniu ściśle środkowego położenia Słońca. Odkrycie w latach dwudziestych ruchomości absyd pociągnęło za sobą zmianę w tej konstrukcji: „Obroty“ tłumaczą pierwszą nierówność przyjęciem orbity mimośrodowej z jednym epicyklem (rys. 2b). Pod względem formalnym obie konstrukcje są równo-

ważne, jednak druga lepiej przybliży rzeczywistość i prościej, przez obrót samej orbity wokół Słońca, tłumaczy wspomniane przemieszczanie się absyd. Schematy te znikły oczywiście w późniejszej astronomii, jak znikło i mniemanie o Słońcu jako środku świata całego. Kryją one w sobie jednak element trwałego osiągnięcia w postaci prawdziwej skali odległości w systemie słonecznym. Pierwszy to pomiar świata planet czyni Kopernik. Nieoczekiwane przy tym może być stwierdzenie jego dokładności:

Odległość od Słońca w jednostkach odległości
Ziemia—Słońce

	wg Kopernika	wartość dokładna
Merkury	0.376	0.387
Wenus	0.720	0.723
Ziemia	1	1
Mars	1.520	1.524
Jowisz	5.217	5.203
Saturn	9.189	9.139

Drugi ruch Ziemi, odkryty przez Kopernika, poznaliśmy już w piątym założeniu „Komentarzyka“: obrót dookoła osi, tłumaczący wszystkie astronomiczne zjawiska dobowe. Rozwijając tę myśl w „Obrotach“, Kopernik zwalcza przeciwne zarzuty, podkreślając przy tym raz jeszcze względny charakter obserwowanych zjawisk: „wszelka bowiem zmiana położenia bądź jest skutkiem ruchu rzeczy spostrzeganej, bądź obserwatora, bądź też nierówności w biegach ich obu“.

Jeżeli mówiąc o dziennym ruchu Ziemi Kopernik mógł przytoczyć opinie niektórych pitagorejczyków, dopuszczających możliwość obrotu naszej planety, to ujęcie w „Obrotach“ zagadnienia precesji stanowi odkrycie absolutnie bez prekursorów, odkrycie przy tym, według słów radzieckiego historyka astronomii, N. Idelsona, najbardziej dla współczesnego astronoma zadziwiające. Kopernik odrzuca cały balast sfer nadgwiezdnych, owo „primum mobile“ z dodatkami średniowiecza; przyczynę przemieszczania się punktów równonocy wśród gwiazd znajduje, zgodnie z rzeczywistością, w powolnym wahanii, „kiwaniu się“, osi ziemskiej. Błędy w wykorzystanych przy tym obserwacjach starożytnych zmusiły go do przyjęcia za rzeczywisty fikcyjnego ruchu „trepidacyjnego“. Istota jednak odkrycia pozostaje cennym składnikiem wiedzy astronomicznej. Późniejsze poznanie dynamicznych przyczyn precesji (przyciąganie Księżyca i Słońca) potwierdziło kopernikowski mechanizm precesji. Dodajmy tu, że wartość liczbową precesji, podana w „Obrotach“, różni się minimalnie tylko od rzeczywistej.

Zasadnicze zmiany, jakie wprowadza do astronomii heliocentryczny punkt widzenia, nie mają oczywiście wpływu na teorię ruchu towarzysza Ziemi, Księżyca. Kopernik jednak nie zadowala się dawnym mechanizmem; wykazując jego braki opracowuje nową teorię na podstawie m. in. własnych obser-

wacji zaćmień słonecznych i księżycowych. Przypomni też bolońską obserwację z r. 1497. Wykazana w „Obrotach“ zgodność jej z nową teorią służy Kopernikowi, widzącemu w doświadczeniu kamień probierczy rozważań teoretycznych, jako argument, „że nie można wątpić o słuszności naszych założeń i wniosków z nich wypływających“.

Dzieło Kopernika obejmuje całokształt ówczesnej astronomii; napotkaliśmy w nim genialne zapowiedzi odkryć fizycznych (zwłaszcza w mechanice). Nawet w wykładzie trygonometrii, stanowiącym część pierwszej księgi, znajdują się twierdzenia nowe, nie znane poprzednikom Kopernika.

Wypełnione nową treścią „Obroty“ uderzają przy tym prostotą i jasnością wykładu; z kart ich promieniuje głęboka świadomość słuszności własnych przekonań Kopernika.

*

Norymberscy wydawcy dokonali w rękopisie „Obrotów“ szeregu „poprawek“, tonując przy tym zbyt rewolucyjne, zbyt śmiało ich zdaniem akcenty. Tak więc osłabili wymowę tytułu, dodając do „De revolutionibus“ słowa „orbium coelestium“; samą książkę poprzedzili anonimową przedmową „o hipotezach dzieła tego“, odmawiającą realności odkryciom Kopernika, przedstawianym jako schemat rachunkowy, nie mający nic wspólnego z niepoznawalną rzeczywistością.

Falszerstwo to ani nie uchroniło dzieła przed napaściami, ani nie zdołało zatrzeć zasadniczych wartości, zawartych w „De revolutionibus“. Doniosłość bowiem „Obrotów“ sięga znacznie dalej niż do zasadniczych nawet odkryć prawd nauk szczegółowych. Widzimy ją w nowej postawie teoriopoznawczej, leżącej u założeń całej nowoczesnej nauki. Dla Kopernika system heliocentryczny to nie „hipoteza robocza“ ani formalny schemat rachunkowy. Świadomość realności i poznawalności świata zewnętrznego oraz metodologiczne założenia, jakie znajdujemy w „Obrotach“, są dla nas nieprzemijającej wartości dziedzictwem pozostawionym przez Mikołaja Kopernika.

Tradycja głosi, że pierwszy egzemplarz „Obrotów“ otrzymał Kopernik na łożu śmierci. Był to, według pięknych słów Śniadeckiego, wschód nieśmiertelności przy zgonie słabnącego człowieka.