

# „De Revolutionibus”

Cecylia Iwaniszewska  
doktor nauk matematyczno-  
fizycznych,  
Instytut Astronomii Uniwersytetu  
Mikołaja Kopernika,  
Toruń

O genezie powstania „De Revolutionibus” – „Obrotów” – dowiedzieć się można z „Listu dedykacyjnego” Kopernika do papieża Pawła III, zasiadającego na stolicy apostołskiej w latach 1534–1549, znanego z wszechstronnego wykształcenia i zainteresowania, które wykazywał dla spraw sztuki, literatury i nauki. List ten, napisany w 1542 roku, może być uważany za przedmowę do „Obrotów”. Od razu na początku Autor stwierdza, że poglądy jego natrafić mogą na sprzeciw ze strony ówczesnych uczonych. Pisze bowiem:

„Dostatecznie jasno, Ojciec Święty, 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, zarazem 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 [...] 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 porusza, wręcz przeciwnym ich zapamiętanemu utwierdzonego 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 [...]. 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 uczciwej 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 zupełnie 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 uczoneści, a obok niego mój serdeczny przyjaciel, biskup chełmiński Tideman Giese, oddany z największym zapałem tak teologicznym, jak i wszystkim innym naukom szlachetnym”.

*Motywy, które skłoniły Kopernika do poszukiwania innej teorii układu planetarnego, tak są przez niego omawiane:*

„...do powzięcia myśli o innej zasadzie obliczania ruchów sfer świata nie skłoniło mnie nic innego, jak tylko spostrzeżenie, że matematycy w swych 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 [...]. Nie zdołali też odkryć albo wyprowadzić rzeczy najważniejszej, mianowicie układu wszechświata i ustalonego porządku jego części, lecz przytrafiło się im to samo, co komuś, kto by to stąd to zowad wziął ręce, nogi, głowę i inne części ciała, i namalował je, co prawda, bardzo dobrze, ale tak, że w proporcji do jednego i tego samego ciała nie odpowiadałyby sobie nawzajem i powstałyby z nich raczej jakiś dziwoląg niż obraz człowieka. Okazuje się więc, że w toku swych dowodów, czyli w 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”.

*W przekonaniu, że uczeni uzyskiwali sprzeczne wyniki, sięga Kopernik do dawniejszej literatury naukowej:*

„...zadalem sobie ten trud, żeby na nowo przeczytać wszystkie dostępne mi dzieła filozofów, ce-



Współczesne wydanie rękopisu „De Revolutionibus” jest osiągnięciem uczonych różnych specjalności, a także mistrzów poligrafii.

lem zbadania czy przypadkiem któryś z nich nie wyraził kiedyś co do ruchów sfer wszechświata zdania odmiennego od założeń przyjmowanych przez wykładowców nauk matematycznych”.

*Znalazłszy wzmianki w pismach Cycerona i Plutarcha, pisze Kopernik:*

„Stąd zatem nabrawszy podniety, zacząłem i ja rozmyślać o ruchu Ziemi. A chociaż myśl taka 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 także samo niebo, tak ściśle się z sobą powiążą, że w żadnej jej 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 położenie 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...

Być może, że znajdą się tacy, co lubiąc bredzić i mimo zupełnej nieznajomości 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, ośmielią się potępić i prześladować tę moją teorię. O tych jednak zupełnie nie dbam, do tego stopnia, że sąd ich mam nawet w pogardzie jako lekkomyślny [...]. Nie powinno więc dziwić ludzi nauki, jeżeli tacy jacyś i mnie będą wyśmiewać. Dzieła matematyczne pisane są dla matematyków, którzy — o ile się nie myślę — 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 roztrząsano 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 Księżyca. Od tego to 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 wszystkich innych uczonych matematyków”.

*We wstępie księgi pierwszej<sup>1</sup> czytamy:*

<sup>1</sup> W odróżnieniu od pozostałych pięciu, księga pierwsza „Obrotów” napisana jest prosto i zrozumiale, nie zawiera wielu dowodów matematycznych. Przytoczone poniżej fragmenty księgi pierwszej podane są według tłumaczenia Mieczysława Brożka z 1953 r.



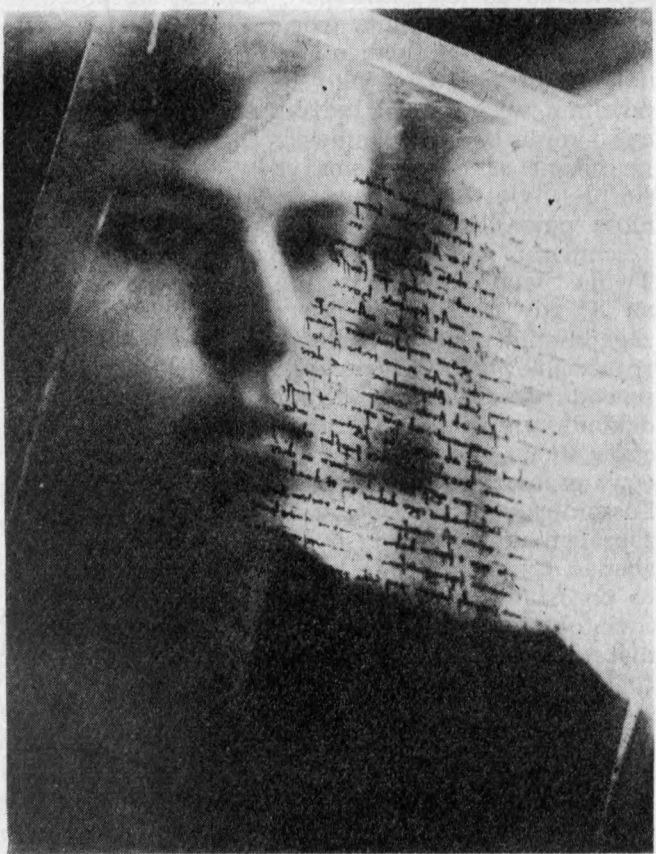
„Spośród licznych i różnorodnych sztuk i nauk, budzących w nas zamiłowanie i będących dla umysłów ludzkich pokarmem, tym — według mego zdania — przede wszystkim poświęcać się należy i te z największym uprawiać zapalem, które obracają się w kręgu rzeczy najpiękniejszych i najbardziej godnych poznania. 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 godną człowieka szlachetnie myślącego, opiera się na wszystkich niemal działach matematyki: arytmetyka, geometria, optyka, geodezja, mechanika i jakie one tam jeszcze być mogą — wszystkie się na nią składają.

A skoro zadaniem wszystkich nauk szlachetnych jest odciągać człowieka od zła i kierować jego umysł ku większej doskonałości, to ta nauka,

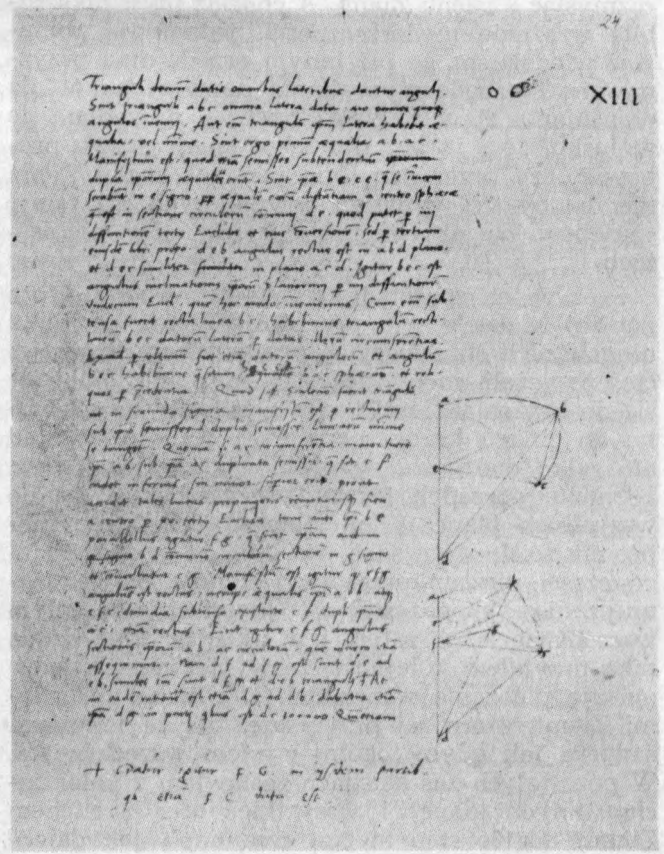
oprócz niepojętej rozkoszy umysłu, sprawić to może w pełniejszej mierze niż inne. Któż bowiem zgłębiając te rzeczy i widząc, jak wszystko w nich ustanowione jest w najlepszym ładzie i boską kierowane wolą, nie wzniesie się na wyżyny cnoty przez pilne ich rozważanie i stałą jakby zażyłość z nimi...?

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 doskonałej 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 nieznanne...”

Prace nad wydaniem rękopisu „De Revolutionibus”.



Karta z zachowanego rękopisu „De Revolutionibus”.



*Pierwszy rozdział księgi pierwszej poświęcony jest kulistości Wszechświata, przy czym bardzo charakterystyczny jest tu zwięzły styl Kopernika:*

„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 kropkach 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.”

*Oto cały rozdział pierwszy. Dowody kulistości Ziemi podane są w rozdziale drugim:*

„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 krągłość, ale to bynajmniej nie zmienia kulistości Ziemi. Oto dowód na nią:

Jeżeli skądkolwiek posuwamy się ku północy, biegun ów dziennego obrotu wznosi się zwolna 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... I odwrotnie, gdy się przenosimy ku południowi, wznoszą się w górę tamte, a zniżają 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.

Że zaś do takiego samego kształtu dążą również wody, stwierdzają to żeglarze, bo łód, 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 zwolna ku dołowi, aż wreszcie kryje się całkowicie, jakby zachodził. Wiadomo również, że wody, z natury swojej płynne, kierują się zawsze ku dołowi 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 łód, gdziekolwiek wystaje z oceanu, o tyle właśnie wznosi się wyżej od powierzchni kuli”.

*O względności ruchów wspominał już w swej „Optyce” Euklides, lecz Kopernik był pierwszym, który zastosował tę zasadę do systemu planetarnego, pisząc w rozdziale piątym:*

„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 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 pomyslenia, a nawet wręcz godną pośmiewiska, to kiedy jednak 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 odzwierciedla 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, że natomiast Ziemia obraca się z zachodu na wschód, to po głębszej rozprawie dojdziemy do wniosku, że tak właśnie ma się rzecz z pozornym wschodem i zachodem Słońca, Księżyca i gwiazd. Skoro zaś niebo, tj. „caelum”, jest tym, co wszystko ogarnia i okrywa, tj. „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 trzymało miejsce, niż temu, co tego miejsca udziela. Takiego zdania istotnie byli pitagorejczycy [...].

Przyjęcie tego faktu nasuwa z kolei inną, bynajmniej nie mniejszą wątpliwość, mianowicie co do miejsca Ziemi; jakkolwiek panuje prawie powszechnie przyjęte przekonanie, że 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 ich kręgów. Tym mniej dowiedziona jest rzeczą, czy to Ziemia przybliżyła 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."

*W rozdziale ósmym, pisząc o ruchach naturalnych, to jest działających zgodnie z naturą, Kopernik dodaje:*

„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 ład 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 okrętu, a — na odwrót — zdaje im się, że sami wraz ze wszystkim, co jest z nimi, stoją w miejscu. Tak samo bez wątpienia może się mieć rzecz w wypadku ruchu Ziemi i sprawiać wrażenie, że to cały obraca się świat”.

*Tak więc kolejno omawia Kopernik kształt Wszechświata i Ziemi, ruch Ziemi i skutki względności ruchu, a wreszcie stwierdza, że zjawiska obserwowane w systemie planetarnym można dobrze wyjaśnić, jeśli w środku Wszechświata umieści się Słońce. Znajdować się ono musi w środku kolejnych sfer planetarnych. Na każdej ze sfer (nie rozumianych zresztą w sensie materialnym) znajdować się miała orbita jednej planety. Od obrotów tych właśnie sfer pochodzi tytuł dzieła Kopernika nadany przez wydawców norymberskich, „O obrotach sfer niebieskich”.*

„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, żeby doń można było odnieść ruch i położenie wszystkich pozostałych ciał niebieskich. [...] 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 [...] 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 moglibyśmy 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 zowie je widzialnym bogiem, Sofoklesowa Elektra — wszystkim widzającym. Tak więc zaprawdę Słońce, jakby na tronie królewskim za-

siadając, kieruje rodziną planet, krążącą się dokoła”.

*Może warto tu zwrócić uwagę na dość dużą dokładność wyznaczonych przez Kopernika okresów obiegu planet w stosunku do przyjmowanych obecnie wartości, różnice te bowiem są rzędu paru procent okresu dla planet dalszych od Słońca niż Ziemia. Wiąże się to również z proporcjami uzyskanego układu planetarnego, odległościami planet i Księżyca, które są zbliżone do wartości podawanych obecnie. Jedynie Słońce według Kopernika znajdowało się około 20 razy bliżej Ziemi niż jest w istocie.*

*Ogromnie charakterystyczne dla Kopernika jest jego przekonanie o uzyskanej w swym systemie harmonii:*

„Odnależliśmy zatem w tym porządku zawiązujący ład świata i ustalony, zharmonizowany związek między ruchem a wielkością sfer, jakiego w inny sposób odkryć nie podobna [...] Wszystko to wynika z jednej i tej samej przyczyny, która tkwi w ruchu Ziemi”.

*A dalej stwierdza Kopernik, że gwiazdy są niezmiernie odległe od Ziemi i Słońca w porównaniu z odległością najdalszej (ówczesznie znanej) planety — Saturna. Nie sposób zatem zauważyć przesunięcia paralaktycznego gwiazd, będącego wynikiem zmiany położenia obserwatora w stosunku do Słońca po upływie pół roku.*

„Jeśli zaś niczego podobnego (tj. zmiany położenia — przyp. autora) 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 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”.

*O trojakim ruchu Ziemi, tzn. ruchu dziennym, rocznym i precesyjnym (zwanym tu ruchem nachylenia) pisze Kopernik w rozdziale następnym w ten sposób:*

„Pierwszy, który Grecy — jak powiedzieliśmy — nazywają nychthemerinos, tj. ruchem noco-dziennym, 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 [...]. 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 [...]

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. [...] 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 przesilenia 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 swoje 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”.

*Mówiąc o tym ostatnim ruchu, ruchu precesyjnym, jest Kopernik bardzo nowoczesny przez to, że ruch ten przypisuje Ziemi, a nie przyjmowanej sferze dziewiątej czy dziesiątej, jak to czynili inni uczeni. Dziś, znając zasady dynamiki, tłumaczymy go bezwzględnością osi ziemskiej, która wykonuje ruch po powierzchni stożkowej wokół osi prostopadłej do płaszczyzny ekliptyki (leży w tej płaszczyźnie pozorna droga Słońca wokół Ziemi) w okresie 26 tysięcy lat. O tym ruchu pisze Kopernik w księdze trzeciej:*

„... punkta równonocne [...] zdają się naprzód postępować nie dlatego, iżby sfera gwiazd stałych [...] poruszać się miała, ale raczej, że równik, będąc nachylony do płaszczyzny ekliptyki, wstecz się po niej ślizga, według ruchu kołyszącego osi ziemskiej [...] W ten sposób przecięcia się owe równonocne ekliptyki z równikiem, wraz z całą pochyłością ekliptyki, z upływem czasu widzimy naprzód postępujące, a gwiazdy stałe w tyle zostające”.

*Cała księga trzecia poświęcona jest rozważaniom nad ruchem rocznym Ziemi dookoła Słońca, ze szczególnym uwzględnieniem ruchu nachylenia. Treść tej księgi, podobnie jak i pozostałych, jest podana niezmiernie lakonicznie, za to wiele jest dowodów i wyprowadzeń matematycznych, wzorów, rysunków, tabel. Ale nic dziwnego, skoro sam autor stwierdza:*

„Dzieła matematyczne pisane są dla matematyków...”

Cecylia Iwaniszewska  
Fot. Maciej Musiał

## Konkurs „Problemów” Na styku dyscyplin wiedzy

Pozytywne efekty konkursu pod hasłem „Szukamy popularyzatorów”, ogłoszonego przez naszą redakcję w styczniu roku ubiegłego, skłaniają nas do rozpisania kolejnego konkursu. Tym razem nie będzie to jednak konkurs ogólnotematyczny. Chcielibyśmy skoncentrować go wokół nowych kierunków naukowych, które powstają na styku dwóch lub kilku dyscyplin wiedzy. Tam właśnie, zdaniem specjalistów, rodzą się najbardziej nośne problemy współczesnej nauki; pojawiają się nowe zagadnienia naukowe, a wiele dawno znanych (i niekiedy zapomnianych) teorii odżywa, zyskuje nowe, niespodziewane interpretacje. Nowe dziedziny interdyscyplinarne, ich obecne znaczenie i perspektywy rozwojowe — to właśnie temat nowego konkursu „Problemów”.

Konkurs nasz otwarty jest dla pracowników naukowych Polskiej Akademii Nauk, szkolnictwa wyższego i placówek resortowych.

Objętość nadesłanej pracy powinna zamykać się w granicach 10—15 stron znormalizowanego maszynopisu. Prosimy o dołączenie materiału ilustracyjnego, jak zdjęcia fotograficzne lub propozycje zdjęć, wykresy, schematy, rysunki poglądowe i tym podobne elementy, ułatwiające przyswojenie treści. Tekst powinien być dostępny dla czytelnika ze średnim wykształceniem, ciekawego „spraw świata tego”. Nie polecamy korzystania z symboliki matematycznej lub chemicznej, z wyjątkiem formuł powszechnie znanych.

Prace prosimy nadsyłać w terminie do 15 października 1972 r.\* pod adresem redakcji „Problemów”, Warszawa, Krucza 6/14, z dopiskiem „Konkurs”. Do czterech egzemplarzy maszynopisu pracy nie podpisanej, a tylko opatrzonej godłem, prosimy dołączyć zaklejoną kopertę opatrzoną tymże godłem, i zawierającą następujące informacje: imię, nazwisko, wiek, adres, miejsce pracy, zajmowane stanowisko, posiadany stopień naukowy.

Komitet Redakcyjny „Problemów”, występując jako jury konkursu (i korzystając ewentualnie z opinii „zewnętrznych” specjalistów), przyzna następujące nagrody:

pierwsza	—	10 000 zł
druga	—	6 000 zł
trzecia	—	4 000 zł

Nagrodzone prace (jury zastrzega sobie prawo innego podziału nagród) zostaną opublikowane na łamach „Problemów”. Redakcja zastrzega sobie także prawo pierwszeństwa publikacji wybranych prac nie nagrodzonych. Autorzy wszystkich prac opublikowanych otrzymają — niezależnie od ewentualnych nagród — honoraria autorskie według obowiązujących stawek.

Wyniki konkursu ogłosimy na początku roku 1973 (w numerze styczniowym lub lutowym „Problemów”).

Podobnie jak przy poprzednim konkursie i tym razem liczymy, że nowa akcja redakcyjna rozszerzy krąg naszych współpracowników.

Komitet Redakcyjny  
„Problemów”

\*) Decyduje data stempla pocztowego.