

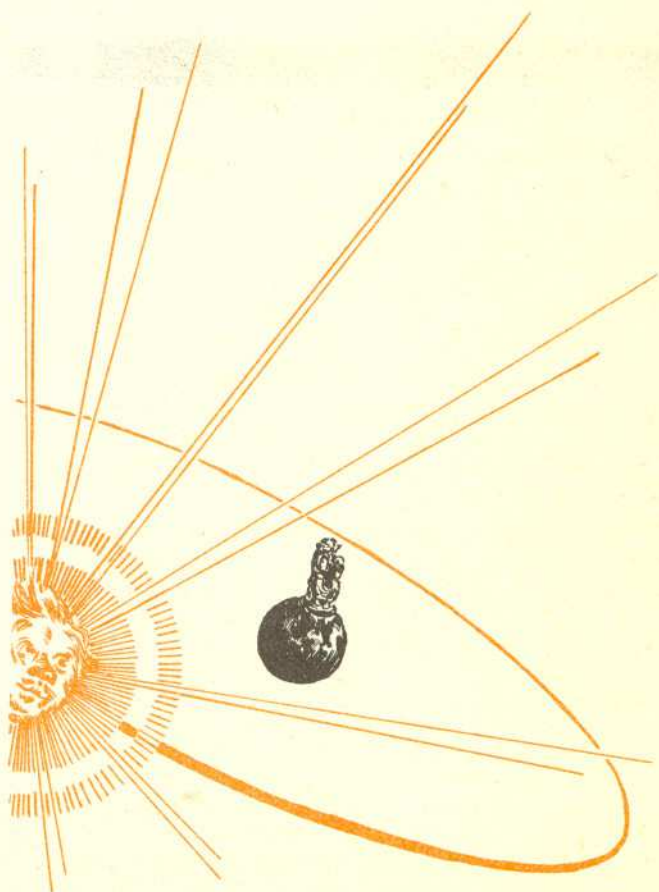
S mała delta



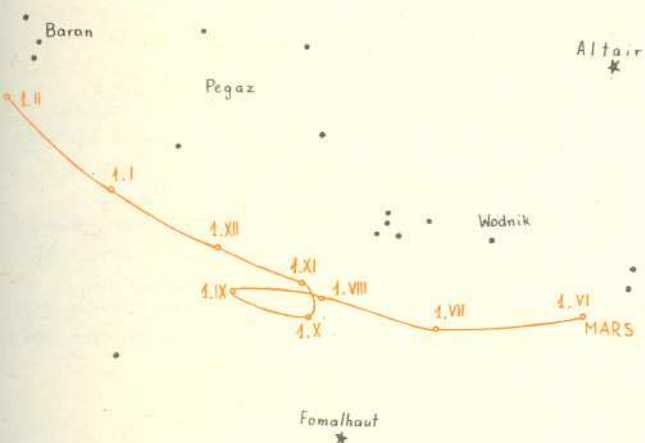
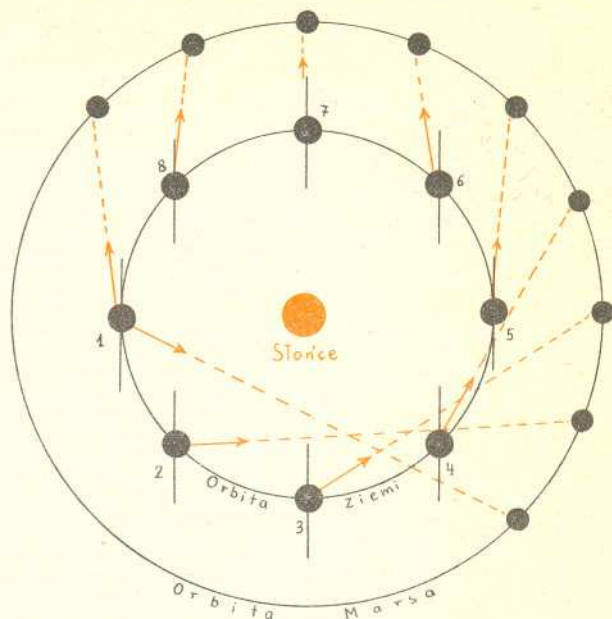
Naokoło Ziemi czy Słońca?

Patrząc z peronu na przejeżdżający pociąg wiemy z pewnością, że to my stoimy, a pociąg jedzie. Dla pasażerów w pociągu nie jest to jednak takie oczywiste. Dopiero obserwacja innych punktów stałych na Ziemi (plus zdrowy rozsądek) upewnia ich, że to oni jadą. Gdyby jednak pozbyć się tych punktów odniesienia, np. zastąpić człowieka i pociąg dwiema raketami poruszającymi się względem siebie ze stałą prędkością gdzieś w przestrzeni kosmicznej? Która raketa wtedy porusza się, a która stoi? Wszystko jedno — odpowiedzie. I słusznie.

Zajmijmy się więc ciałami kosmicznymi: Ziemią, Słońcem i planetami. Z każdego z nich ruch ciał niebieskich wygląda inaczej. Co się więc porusza, a co stoi? Na przykład: czy Słońce porusza się naokoło Ziemi, czy na odwrót. Chodzi nam tu o ruch roczny Słońca, a nie ruch dobowy, który obserwujemy w każdy pogodny dzień. W ruchu dobowym, związanym z obrotem Ziemi dokoła osi północ-południe, wszystkie gwiazdy kręcą się razem ze Słońcem, wracając po 24 godzinach do pozycji wyjściowych. Słońce natomiast nie wraca w to samo miejsce i przesuwa się na tle gwiazd (my tego nie widzimy, ale wierzymy astronomom), zakreślając w ciągu roku pełen okrąg. Słońce oglądane z Ziemi porusza się więc po okręgu. Podobnie Ziemia oglądana ze Słońca (kto to jednak sprawdzi!?) porusza się po okręgu. Co tu stoi, a co się rusza? Każdy boi się odpowiedzieć, że wszystko jedno, bo niedawno był przecież Rok Kopernikowski i wszyscy wiedzą, że Kopernik „wstrzymał Słońce, ruszył Ziemię”. A jednak naprawdę wszystko jedno, jeżeli cała historia rozgrywa się tylko między Ziemią i Słońcem. Dopiero wprowadzenie innych planet komplikuje sprawę i ruchy tych właśnie planet były podstawą idei Kopernika.

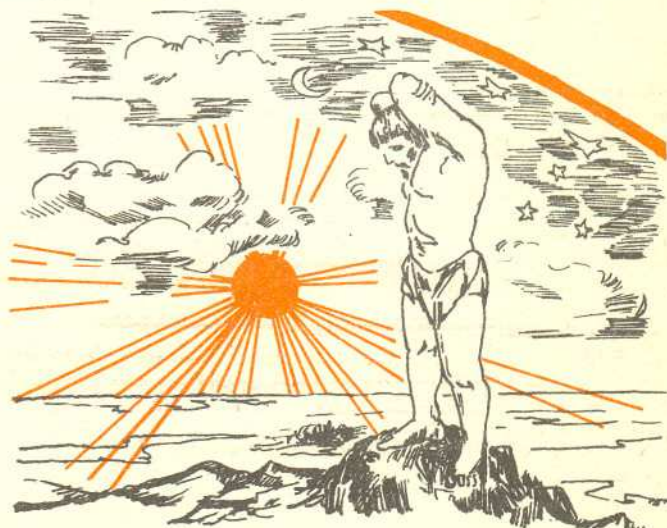


Rozważmy więc ruch Marsa i Ziemi. Wiemy dzisiaj (choć Kopernik musiał to dopiero wymyślić), że planety te, gdyby na nie patrzeć ze Słońca, poruszają się w przybliżeniu po okręgach leżących w przybliżeniu w jednej płaszczyźnie, przy czym okres obiegu Marsa wynosi około dwóch lat. Na rysunku zaznaczone są kolejne położenia Ziemi i Marsa w ciągu jakiegoś roku. Pionowymi kreskami narysowany jest kierunek do pewnej wybranej gwiazdy. Cały rysunek jest oczywiście bardzo uproszczony. Strzałki na rysunku określają kierunek, w jakim widzimy Marsa z Ziemi na tle innych gwiazd. Co się okazuje? W ciągu roku Mars trzy razy przechodzi koło wybranej gwiazdy, czyli dwa razy zmienia swój kierunek ruchu. Ponieważ orbity Marsa i Ziemi nie leżą dokładnie w jednej płaszczyźnie, więc te zmiany dają pętelkę i rzeczywisty ruch Marsa (widziany z Ziemi) wygląda tak:



Nie jest to ruch prosty, a z innymi planetami sprawa ma się jeszcze gorzej. Ze Słońca wszystko wygląda jednak prosto i wszystkie ruchy w przybliżeniu odbywają się po kołach. Tak więc w dalszym ciągu możemy twierdzić, że wszystko jedno czy Ziemia się rusza, czy Słońce. Musimy jednak pamiętać, że ruch planet widziany ze Słońca jest najprostszy. Podobnie kamień upuszczony w pociągu będzie w nim swobodnie spadał po prostej i to jest opis najprostszy. Z punktu widzenia człowieka stojącego na peronie kamień ten będzie poruszał się po krzywej zwanej parabolą, która powstaje z prostego złożenia dwóch ruchów: swobodnego spadku w pociągu oraz ruchu pociągu ze stałą prędkością.

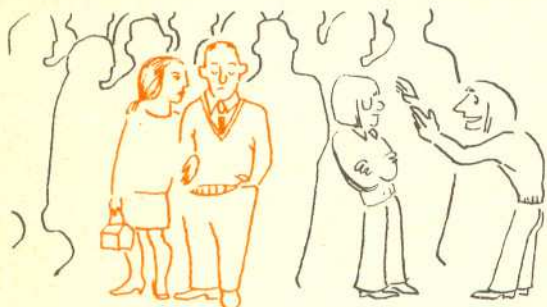
Teraz jesteśmy już prawie tak mądrzy jak Kopernik. Musimy jednak wziąć pod uwagę, że w jego czasach gwiazdy, planety i Słońce były uważane za różnego typu świecące (i grzejące) wycinanki nalepione na kryształowe sfery, wykonujące dookoła Ziemi różne bardzo skomplikowane obroty. Czy z takim obrazkiem Wszechświata łatwo by nam było wykryć względność ruchu!?



Dialogi

Filip żalił się Protowi: — Tylko dwa miesiące wakacji i aż dziesięć miesięcy chodzenia do szkoły, to niesprawiedliwość.

— Nie narzekaj — odparł Prot — bo nie masz powodu. Policzmy dokładnie, ile czasu spędzasz w szkole. Rok ma 365 dni. Odejmij od tego połowę, gdyż tylko przez pół dnia jesteś w szkole. Odejmij jeszcze 52 niedziele, dwa miesiące wakacji, trzy tygodnie przerw świątecznych. Zostało niecałe dwa miesiące. Reszta — przeszło dziesięć miesięcy — to dni wolne od szkoły.

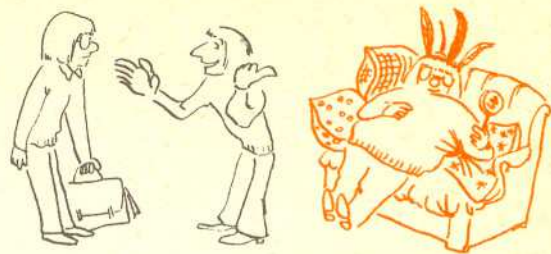


Filip spytał Protę: — Ilu jest na świecie łysych? — Wszyscy ludzie są łysi — odparł Prot. — Wykażę ci to metodą indukcji matematycznej. Po pierwsze, człowiek, który nie ma ani jednego włosa, jest łysy — to pewne. Po drugie, jeśli łysemu dodasz jeden włos — pozostanie łysym, chyba nie zaprzeczysz? Tak więc, jeśli masz jeden włos, jesteś łysym, jeśli masz dwa włosy, jesteś łysym. Nawet jeśli masz 500 tysięcy włosów — też jesteś łysym. Indukcja matematyczna to jednak wielka rzecz.



— Posłuchaj Filipie — rzekł Prot. — Jedna małpa stoi nad brzegiem wielkiego dołu i wrzuca tam co sekundę dwa orzechy kokosowe. Druga małpa jest w dole i co sekundę wyrzuca jeden z wrzuconych tam orzechów na drugą stronę dołu. Pierwsza małpa wrzuciła do dołu nieskończenie wiele orzechów. Ile orzechów jest w dole?

— Chyba nieskończenie wiele — odparł Filip.
— Nie pojmujesz całej głębi matematyki, mój Filipie. Wszystko zależy od tego, które orzechy wyrzuca z dołu druga małpa — zaczął objaśnienia Prot.
— Ponumerujmy orzechy według kolejności, w jakiej wrzuca je do dołu pierwsza małpa: 1 i 2, 3 i 4, 5 i 6 itd. Jeśli druga małpa wyrzucać będzie zawsze jeden z wrzuconych przed chwilą orzechów, np. najpierw pierwszy, potem trzeci, piąty, siódmy itd., to oczywiście orzechy: drugi, czwarty, szósty, ósmy pozostaną do końca w dole. Jeśli jednak druga małpa będzie bardziej systematyczna i wyrzucać będzie orzechy dokładnie w tej kolejności, w jakiej były wrzucone: pierwszy, drugi, trzeci, czwarty itd., wówczas wszystkie orzechy zostaną wyrzucone z dołu i nie pozostanie tam ani jeden.



Filip rzekł do Protę: — Dowiedziałem się, że 1000 lat temu nie było w Polsce nawet miliona mieszkańców. — Nie wierz w takie bajki — odparł Prot. — Wykonamy proste obliczenia. Masz dwoje rodziców. Twój tata i twoja mama także mają po dwoje rodziców — masz więc czworo dziadków. Pradziadków masz ośmiu, prapradziadków szesnaścioro i tak dalej. Na 1000 lat wypada, skromnie licząc, 30 pokoleń. A więc w czasach, o których wspominałeś, żyło w Polsce co najmniej 2^{30} twoich przodków. Policz sobie, jaka to olbrzymia liczba i na przyszłość nie bądź taki bezkrytyczny wobec wszystkiego, co usłyszysz.



— Pójdziemy do kina? — spytał Prot Filipa. — Niestety nie mogę, muszę iść do fryzjera — odparł Filip. — Mówisz bzdury — rzekł Prot. — Nie możesz iść do fryzjera, bo fryzjer nie istnieje. Człowiek, do którego chcesz iść i którego nazywasz fryzjerem, podobno strzyże wszystkich ludzi z naszej ulicy, którzy nie strzygą się sami. Jeśli więc ten fryzjer nie strzyże samego siebie, to jest strzyżony przez fryzjera — czyli przez siebie. Ale jeśli strzyże się sam, to nie strzyże go fryzjer, czyli nie strzyże się sam. Nie może istnieć istota o tak sprzecznej naturze.

