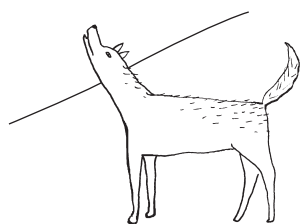


## 5 Pętle na niebie



**Wprowadzenie.** Zapewne każdy zetknął się z informacją, że planety kreślą na niebie tajemnicze pętle. Spodziewamy się, że nie dzieje się to „w oczach”, bo takie zjawiska toczą się dość majestatycznie. Jeżeli jednak ktoś ma cierpliwość, to owe pętle może osobiście zaobserwować. Powiedzmy sobie szczerze od razu, że nie będzie to żadne epokowe odkrycie, będzie to samodzielne powtórzenie pracy, którą wykonali już dawno starożytni astronomowie. A była to praca ogromnie ważna, tylko że dwa tysiące lat temu nie umieli oni wyników obserwacji właściwie zinterpretować. Może więc warto tę rzecz prześledzić – powtarzam – osobiście.

**Warsztat pracy.** Będzie potrzebna mapa nieba. Brzmi to groźnie, ale atlasy nieba bywają po prostu w księgarniach, a potrzebną do naszego celu mapę można sporządzić samemu. Wystarczy raz na tydzień (lub nawet rzadziej) wieczorem nanieść na papier konfigurację gwiazd z tej strefy nieba, przez którą domyślnie przechodzi Słońce. Tych wygwieżdzonych wieczorów z pewnością nie będzie zbyt wiele, bo często będzie przeszkadzać Księżyc, no i pogoda. Za to jeżeli któraś gwiazda będzie z tygodnia na tydzień zmieniać położenie względem niezmiennego tła gwiazd pozostałych, to znaczy, że zobaczyliśmy planetę!

**Interpretacja obserwacji.** Wynikiem takich obserwacji będzie mapa nieba z naniesionymi na nią punktami kolejnych położen jakiejś planety, które ułożą się – jeżeli obserwatorowi starczy cierpliwości – nawet w pętli. Na gruncie heliocentrycznego modelu Układu Słonecznego wyjaśnienie tego faktu jest natychmiastowe. Ziemia i górna planeta (czyli mająca orbitę obszerniejszą) obiegają Słońce w tym samym kierunku, tyle że planeta biegnie wolniej. Wobec tego co jakiś czas Ziemia planetę wyprzedza, przez co jej obraz na niebie musi się cofać względem położen zaobserwowanych wcześniej. Jeżeli jeszcze uwzględnić fakt, że orbity tych dwu ciał nie leżą dokładnie w jednej płaszczyźnie, to mamy wytłumaczenie, dlaczego obserwowane cofanie się planety odbywa się po torze niedokładnie pokrywającym się z przebytym dotychczas – czyli możemy widzieć pętli! Powstawanie pętli w ruchu planet dolnych (obiegających Słońce wewnątrz orbity Ziemi, a więc szybciej) można bez trudu przewidzieć.

Mam nadzieję, że obserwator przyzna, że do zdobycia tej wiedzy wystarczy nawet odręczna mapa nieba i że nie są tu potrzebne żadne przyrządy. Przyczyny takiego akurat ruchu planet zostały poznane dużo później, gdy odkryto prawo powszechnego ciążenia. Wtedy zaszło to, o co zawsze chodzi w naukach przyrodniczych, mianowicie zgodność teorii z obserwacjami (i możliwość przewidywania nowych zjawisk). Hipoteza heliocentryczna stała się prawdziwym obrazem Układu Słonecznego.

*Tomasz KWAST*

## 5 Zadanie Alhazena

Gdy na lustrzaną sferę pada promień światła, odbija się on tak, że kąt między nim a przedłużeniem promienia sfery przechodzącego przez punkt, w którym promień pada, jest równy kątowi między tym przedłużeniem a promieniem odbitym, przy czym wszystko odbywa się w jednej płaszczyźnie wyznaczonej przez padający promień i środek sfery. Geometrycznie sytuacja jest więc dwuwymiarowa.

Mając promień padający i środek sfery, wykreślić promień odbity jest łatwo. Wybitny arabski astronom i matematyk, Al-Haitham (965–1039), znany w Europie jako Alhazen, postawił problem bardzo podobny, ale znacznie trudniejszy.

Dana jest sfera i dwa punkty (albo oba na zewnątrz, albo oba wewnątrz kuli ograniczonej tą sferą). Znaleźć kierunek promienia wysłanego z jednego punktu tak, by po odbiciu od sfery oświetlił drugi punkt.

Polecamy to zadanie naszym Czytelnikom, bo – jak sądzimy – mimo niezwyklej prostoty pozwoli ono spędzić nad rozwiązaniem wiele godzin. Nie jest nawet wcale oczywiste, czy istnieje taka konstrukcja wykonalna cyrklem i linijką. Rozwiązanie rachunkowe (dane współrzędne punktów i środka sfery oraz promień tej sfery) prowadzi do równania wysokiego stopnia i nie wiadomo, czy da się je zredukować do ciągu równań kwadratowych, co, jak wiadomo, dowodziłoby klasycznej konstruowalności.

*M. K.*

