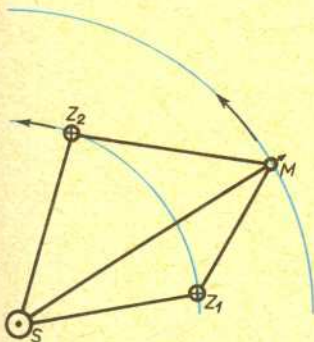


Jak Kepler stwierdził eliptyczność orbit planet

W dziele *Astronomia Nova* wydanym w 1609 r. Johann Kepler ogłosił dwa z trzech nazwanych jego imieniem praw ruchu planet. W tym samym roku Galileusz zaczął dopiero obserwować niebo za pomocą konstruowanych przez siebie lunet. Wynika stąd, że w szczególności pierwsze prawo głoszące, że orbity planet są elipsami, a Słońce znajduje się w ich ognisku, Kepler wyprowadził na podstawie obserwacji wykonanych „gołym okiem” — w każdym razie tylko za pomocą przyrządu typu celownicy. Inaczej mówiąc, mając tak ograniczone możliwości Kepler był w stanie stwierdzić, że odległość np. Marsa od Słońca jest zmienna. Tu trzeba od razu nadmienić, że Kepler był entuzjastą systemu heliocentrycznego i od razu przyjmował, że planety (łącznie z Ziemią) obiegają Słońce. Pozostawał tylko „drobiazg” — znalezienie kształtu ich orbit.



Rozumowanie Keplera przebiegało w przybliżeniu następująco. Przyjmijmy, że orbita Ziemi jest kołowa i leży w płaszczyźnie orbity Marsa. Uznajemy za znany okres obiegu Marsa wokół Słońca — okres ten znany był już od dawna, lecz dopiero od czasów Kopernika zaczął być interpretowany jako „rok marsyjski”. Wyobraźmy sobie, że Marsa w położeniu M obserwujemy z Ziemi w położeniu Z_1 . Po upływie roku marsyjskiego Ziemia znajdzie się w położeniu Z_2 , ponieważ wykona w tym czasie więcej niż jeden obieg wokół Słońca S . W obu sytuacjach można zmierzyć kąty SZ_1M i SZ_2M , jak również na podstawie upływu czasu można określić kąt Z_1SZ_2 . W czworokącie SZ_1MZ_2 mamy zatem znane dwa boki $SZ_1 = SZ_2$ (ich długość można przyjąć za jednostkę odległości) oraz wszystkie kąty, można zatem wyznaczyć boki pozostałe albo też przekątną SM . Wyznaczając w ten sposób wielokrotnie odległość Marsa od Słońca Kepler zdołał stwierdzić, że jest ona zmienna i — jak wiemy — dopasował do orbity elipsę.

Praktycznie Kepler postępował oczywiście trochę inaczej. Dysponując wieloletnimi, odpowiednio „gęstymi” obserwacjami Marsa można skonstruować wiele analogicznych czworokątów odpowiadających sytuacji, gdy Mars w jednym położeniu obserwowany jest jakby z dwóch miejsc. Słowo „jakby” uzasadnione jest tym, że obserwacje takie mogą być nawet w pewnym sensie fikcyjne. Mianowicie, można drogą interpolacji znajdować takie fikcyjne położenia Marsa i odpowiadające im po dwa położenia Ziemi, które spełniałyby założenia metody. Szczęśliwie Kepler miał do dyspozycji ogromny zbiór obserwacji wykonanych przez Tycho Brahego, którego był uczniem i współpracownikiem.

W pewnym stopniu na sukces Keplera złożyły się też sprzyjające okoliczności. Mianowicie, przypadkowo Mars ma orbitę stosunkowo silnie spłaszczoną (jej mimośród wynosi 0,0934) — tylko Merkury i Pluton mają orbity bardziej spłaszczone. Ponadto orbita Ziemi jest rzeczywiście w dobrym przybliżeniu kołowa i rzeczywiście leży prawie w płaszczyźnie orbity Marsa. Gdyby tak nie było, to może Keplerowi nie udało się zauważyć prawidłowości w ruchach planet, a wtedy może z kolei Newton nie miałby z czego wyprowadzić prawa grawitacji itd...

dr Tomasz KWAST



Zadania

Redaguje dr Rafał SZTENCEL

M 439. Pokazać, że $k \cos x + \sin x \leq \sqrt{k^2 + 1}$.

Rozwiązanie na str. 11

M 440. Udowodnić, że liczba $6 \cdot 2^{2^{4n}} + 1$ nie jest liczbą pierwszą, o ile $n \geq 1$.

Rozwiązanie na str. 5

M 441. W kole o promieniu R umieszczono n rozłącznych kół o promieniu r w taki sposób, że nie da się umieścić ani jednego więcej. Dowieść, że

$$\left(\frac{R-r}{2r}\right) < \sqrt{n} < \frac{R}{r}.$$

Rozwiązanie na str. 3

Redagują mgr Tomasz TRATKIEWICZ i mgr Włodzimierz ZIELICZ

F 200. W kawiarni dwaj konsumenci otrzymali równocześnie herbatę. Pierwszy posłodził ją natychmiast, a drugi dopiero po zjedzeniu przyniesionego równocześnie kremu. Obaj zaczęli pić herbatę jednocześnie.

Który z nich pił cieplejszą herbatę?

Rozwiązanie na str. 4

F 201. Dlaczego cienki drut miedziany topi się w płomieniu kuchenki gazowej, a miedziany pręt nawet nie rozgrzewa się do czerwoności?

Rozwiązanie na str. 7