Pomysły Keplera

Keplerowi należy się miano twórcy mechaniki nieba przynajmniej z jednego powodu: chciał on nie tylko znaleźć zręczny sposób opisu ruchu planet, lecz chciał też dociec przyczyn takiego ruchu. Dlatego nie podobały mu się deferenty i epicykle; w środkach tych wszystkich kół niczego przecież nie ma. Nie jest łatwo prześledzić, jak w końcu doszedł do nazwanych jego nazwiskiem praw ruchu planet. Uporczywie szukał harmonii we Wszechświecie, ale pomysły trafne przeplatają się u niego z zupełnie szalonymi. Takim szalonym z dzisiejszego punktu widzenia pomysłem jest np. zauważenie, że jeżeli między sześć sfer o promieniach takich, jakie mają orbity (znanych wtedy) planet, wpisać pięć wielościanów foremnych (w odgadniętym porządku), to konstrukcja taka całkiem nieźle przedstawi względne rozmiary orbit.

Co do praw ruchu planet, to nawet ich dzisiejsza numeracja nie odpowiada kolejności chronologicznej ich odkrywania. Kepler odkrył najpierw prawo drugie o stałości prędkości polowej planet. Dokonał tego, gdyż dysponował bardzo dokładnymi, jak na owe czasy, obserwacjami Marsa, wykonanymi przez jego mistrza, Tychona Brahego. W dodatku Mars ma przypadkowo orbitę dość silnie różną od koła, dlatego drugie prawo Keplera dało się odkryć. Trudno dociec, dlaczego pierwsze prawo, mówiące o eliptyczności orbit, sformułował Kepler później – zdawałoby się, że gdy badacz ma odległości Marsa od Słońca dla różnych kierunków, to kształt elipsy sam mu się pojawi. Może przyczyną tego opóźnienia było zaangażowanie się Keplera w próby wyjaśnienia ruchu planet oddziaływaniem magnetycznym Słońca. Wynik był w każdym razie przełomowy: Kepler zerwał z odwieczną tradycją deferentów i epicykli i ogłosił, że każda z planet obiega Słońce po elipsie, przy czym Słońce tkwi w jednym z jej ognisk. Przyjąwszy, że dotyczy to też orbity Ziemi, Kepler uzyskał dla Marsa zgodność teorii z obserwacjami z dokładnością do $1'$, czyli z dokładnością obserwacji Brahego. Dostał też to, na czym mu zawsze zależało, a mianowicie, że w ognisku elipsy znajduje się ciało materialne, Słońce, które jest źródłem siły rządzącej ruchem planet.

A co z trzecim prawem? Kepler tak był przekonany o istnieniu harmonii obejmującej cały Układ Słoneczny, że w końcu ją znalazł, aczkolwiek zajęło mu to jeszcze kilka lat. Harmonia ta mówi, że okresy obiegu planet wokół Słońca są wprost proporcjonalne do rozmiarów orbit w potędze $3/2$. W tym przypadku uczony właściwie nie mógł mieć żadnych pomysłów – z dopasowania znanych już w jego czasach wartości liczbowych, po prostu wyszedł mu taki właśnie wykładnik potęgi. Później prawa Keplera posłużyły Newtonowi do wyprowadzenia prawa grawitacji, obecnie natomiast mówi się o nich raczej jako o skutkach prawa grawitacji, ale to już tylko sprawa dydaktyki.

T. K.

Zadania

Redaguje Ewa CZUCHRY

F 571. Naturalny izotop wodoru – deuter – odkryto odparowując cztery litry wodoru do momentu, gdy zostało tylko kilka centymetrów sześciennych cieczy. Badając następnie widmo pozostałej cieczy, stwierdzono obecność deuteru. Dlaczego parowanie zwiększa procentową zawartość deuteru w próbce?
Rozwiązanie na str. 9

F 572. Wodór występuje normalnie w postaci cząsteczek H_2. Jeśli z jednego mola H_2 powstaną dwa mole atomów H, entropia wzrasta ze 130 do 230 J/K. Dlaczego więc wodór występuje w postaci cząsteczkowej, skoro dysocjacja prowadzi do wzrostu entropii? Energia wiązania cząsteczek wodoru wynosi $4{,}3 \cdot 10^5$ J/mol.
Rozwiązanie na str. 16

Redaguje Łukasz WIECHECKI

W poniższych zadaniach przez S_l będziemy oznaczać symetrię osiową na płaszczyźnie lub w przestrzeni względem prostej l.

M 988. a) Dane są proste l_1, l_2, l_3 spełniające warunek $l_3 = S_{l_1}(l_2)$. Udowodnić, że $S_{l_3} = S_{l_1} \circ S_{l_2} \circ S_{l_1}$.
b) Udowodnić, że jeśli wielokąt ma więcej niż dwie osie symetrii, to wszystkie one przecinają się w jednym punkcie.
Rozwiązanie na str. 6

M 989. Udowodnić, że jeśli wielokąt W na płaszczyźnie ma parzystą liczbę symetrii, to ma również środek symetrii.
Rozwiązanie na str. 7

M 990. Udowodnić, że w przestrzeni nie istnieje bryła, która ma parzystą, większą od 0, skończoną liczbę osi symetrii.
Rozwiązanie na str. 7