

Закони Кеплера

Рухом планет Сонячної системи керує Гравітація. Без неї планети, що складають Сонячну систему, розбіглися б у різні сторони і загубилися в безмежних просторах світового простору.

Закономірності руху планет віддавна привертали увагу людей. Вивчення руху планет і будови Сонячної системи і привело до створення теорії гравітації – відкриттю закону всесвітнього тяжіння.

З погляду земного спостерігача планети рухаються по дуже складних траєкторіях. Перша спроба створення моделі Всесвіту була розпочата Птолемеєм. У центрі світобудови Птолемей помістив Землю, навколо якої по великих і малих колах, як у хороводі, рухалися планети і зорі.

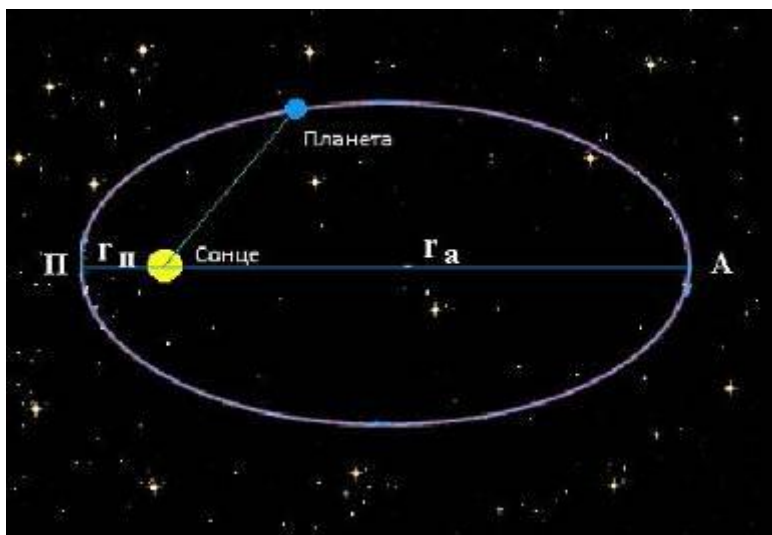


Геоцентрична система Птолемея протрималася більш 14 сторіч і тільки в середині XVI століття була замінена геліоцентричною системою Коперника. У системі Коперника траєкторії планет виявилися більш простими. Німецький астроном Й. Кеплер на початку XVII століття на основі системи Коперника сформулював три емпіричних закони руху планет Сонячної системи. Кеплер використовував результати спостережень за рухом планет датського астронома Т. Браге.

Перший закон Кеплера (1609 р.):

Усі планети рухаються по еліптичних орбітах, в одному з фокусів яких знаходиться Сонце.

На малюнку показана еліптична орбіта планети, маса якої набагато менша від маси Сонця. Сонце знаходиться в одному з фокусів еліпса. Найближча до Сонця точка П траєкторії називається *перигелієм*, точка А, найбільш ввідалена від Сонця – *афелієм*. Відстань між афелієм і перигелієм – велика вісь еліпса.



Перигелійна і афелійна відстані планети від Сонця пов'язані з великою піввіссю a і ексцентриситетом e орбіти наступними співвідношеннями:

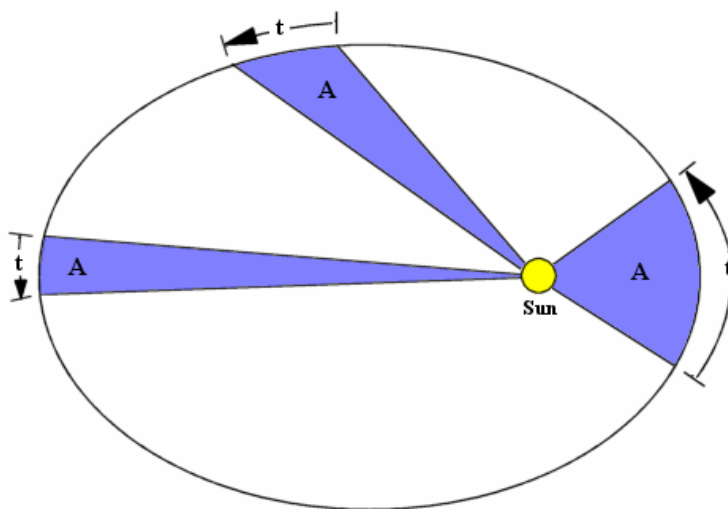
$$a = \frac{r_{\Pi} + r_A}{2}, \quad e = \frac{r_{\Pi} - r_A}{2a}, \quad r_{\Pi} = a(1 - e), \quad r_A = a(1 + e).$$

Майже всі планети Сонячної системи рухаються по орбітах, близькими до колових.

Другий закон Кеплера (1609 р.):
Радіус-вектор, що сполучає планету з Сонцем, описує в рівні проміжки часу рівні площі.

Звідси випливає нерівномірність еліптичного руху планети. Максимального значення (v_{Π}) вона набуває в перигелії і мінімального (v_A) – в афелії, причому

$$\frac{v_{\Pi}}{v_A} = \frac{r_A}{r_{\Pi}}, \text{ або } \frac{v_{\Pi}}{v_A} = \frac{1+e}{1-e}.$$



Середня лінійна швидкість руху планети навколо Сонця $v_c = \frac{2\pi a}{T}$, де a - велика піввісь орбіти або середня відстань планети від Сонця, T – її зоряний (сидеричний період).

Третій закон Кеплера (1619 р.): *Квадрати періодів обертання планет відносяться як куби великих півосей їхніх орбіт:*

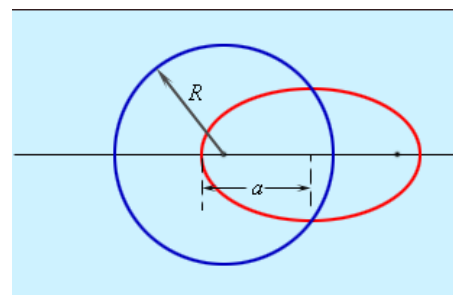
$$\frac{T_1^2}{T_2^2} = \frac{a_1^3}{a_2^3},$$

$$\text{або } \frac{T^2}{a^3} = \text{const}.$$

Якщо тут періоди обертання вимірювати в земних сидеричних роках, а великі півосі орбіт – в астрономічних одиницях, то для довільної планети $T^2 = a^3$.

Третій закон Кеплера виконується для всіх планет Сонячної системи з точністю вище 1 %.

На малюнку зображені дві орбіти, одна з яких – коло з радіусом R , а інша – еліптична з великою піввіссю a . Третій закон стверджує, що якщо $R = a$, то періоди обертання тіл по цих орбітах однакові.



Незважаючи на те, що закони Кеплера стали найважливішим етапом у розумінні руху планет, вони все-таки залишалися тільки емпіричними правилами, отриманими з астрономічних спостережень. Закони Кеплера були теоретично обґрунтовані тільки після відкриття Ісааком Ньютоном законун всесвітнього тяжіння.



Я з'ясував, що всі небесні рухи, як в їхньому цілому, так і у всіх окремих випадках, пройняті загальною гармонією — правда, не тій, яку я припускав, але ще більш здійсненою.

Йогáннес Кéплер (нім. *Johannes Kepler*; 1571— 1630) — німецький філософ, математик, астроном, астролог і оптик, відомий насамперед відкриттям законів руху планет, названих законами Кеплера на його честь. В обчислювальній математиці на його честь названо метод наближеного обчислення інтегралів. Він поширював логарифмічне числення у Німеччині, заснував оптику як науку, вдосконалив телескоп-рефрактор та допоміг довести відкриття, зроблені з допомогою телескопа його сучасником Галілео Галілеєм.