

Закони і формули в астрономії

Виконала: учениця групи
11-2

Фінансово-економічного
ліцею

Дорошкова Тетяна

Закони Кеплера — три емпіричні залежності, що описують рух планет навколо Сонця. Названо на честь німецького астронома Йоганеса Кеплера, який відкрив їх шляхом аналізу спостережень руху Марса навколо Сонця, здійснених данським астрономом Тихо Браге.

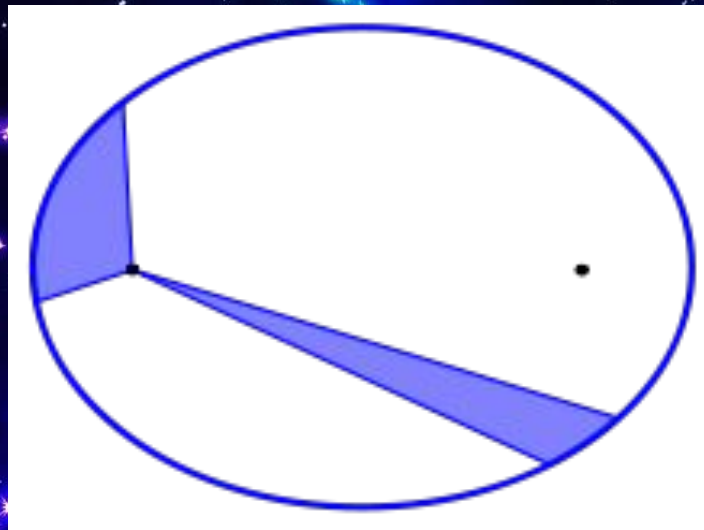
Перший закон Кеплера

- Всі планети обертаються навколо Сонця еліптичними орбітами, в одному з фокусів в яких перебуває Сонце (всі орбіти планет і тіл Сонячної системи мають один спільний фокус, в якому, власне, і розташовано Сонце).



Другий закон Кеплера

- Радіус-вектор планети (тіла Сонячної системи) за рівні проміжки часу описує рівновеликі площі.



Третій закон Кеплера

- Квадрати зоряних періодів обертання планет відносяться, як куби великих півосей їхніх орбіт.

На відміну від двох перших законів Кеплера, що стосуються властивостей орбіти кожної окремо взятої планети, третій закон пов'язує властивості орбіт різних планет між собою. Якщо сидеричні періоди обертання двох планет T_1 та T_2 , а довжини великих півосей їхніх орбіт, відповідно, a_1 та a_2 , то виконується співвідношення:

$$\left(\frac{T_1}{T_2}\right)^2 = \left(\frac{a_1}{a_2}\right)^3.$$

T_1 та T_2 . — сидеричні періоди обертання будь-яких планет;
 a_1 та a_2 — великі півосі орбіт цих планет.

Закон всесвітнього тяжіння — фізичний закон, що описує гравітаційну взаємодію в рамках Ньютонівської механіки. Закон стверджує, що сила притягання між двома тілами (матеріальними точками) прямо пропорційна добутку їхніх мас, і обернено пропорційна квадрату відстані між ними.

Закон всесвітнього тяжіння сформулював Ісаак Ньютон у 1687 році у трактаті «Philosophiæ Naturalis Principia Mathematica».

$$F = G \frac{m_1 m_2}{r^2}$$

G- гравітаційна стала

R- відстань між цими тілами

Закон Габбла

Закон астрономії, за яким швидкість взаємного віддалення (розбігання) галактик пропорційна відстані між ними. Відкритий американським астрономом Едвіном Габблом 1929 року.

$$v = H_0 d$$

v - швидкість галактики
 H - стала Габбла
 d -відстань до галактики

Закон Стефана — Больцмана

Закон Стефана-Больцмана дає залежність енергії випромінювання з одиниці площі поверхні в одиницю часу від ефективної температури тіла, що випромінює.

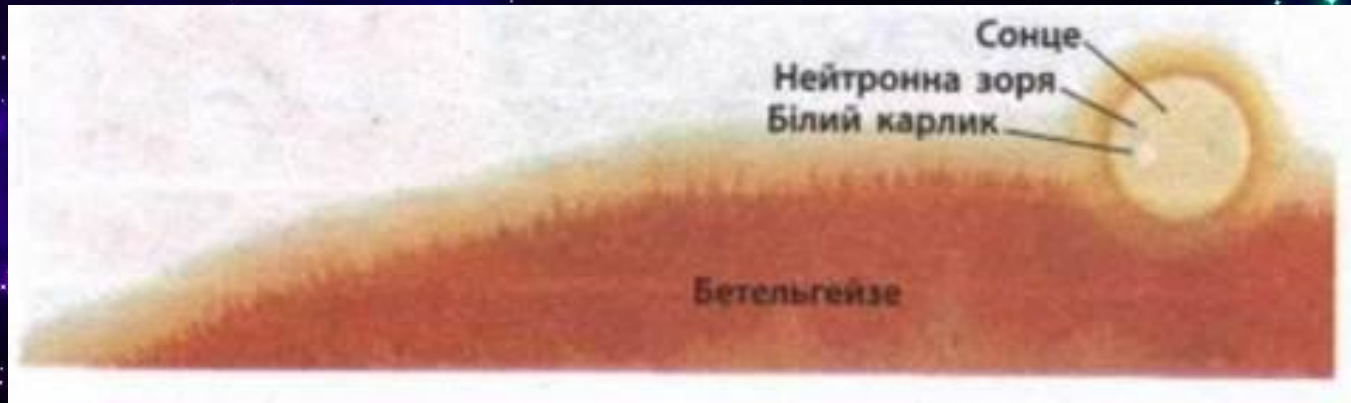
$$F = \sigma T^4$$

F- потужність на одиницю площі
поверхні випромінювання
T-абсолютна температура
поверхні зорі

$$\sigma = \frac{2\pi^5 k^4}{15c^2 h^3} \simeq 5,6704 \cdot 10^{-8}$$

Потужність, що випромінює вся зоря з радіусом R , визначається загальною площею її поверхні.

$$E = 4\pi R^2 \cdot Q = 4\pi R^2 \cdot \sigma \cdot T^4 .$$



Енергія, що випромінює Сонце:

$$E_{\odot} = 4\pi R_{\odot}^2 \cdot \sigma \cdot T_{\odot}^4 .$$

Таким чином, з рівнянь можна визначити невідомий радіус зорі, якщо відомі радіус R і температура T Сонця:

$$\frac{R}{R_{\odot}} = (L)^{0.5} \frac{T_{\odot}^2}{T^2} ,$$

L — світність зорі в одиницях світності Сонця.

Абсолютна зоряна величина (M)

Знаючи відстань до зір r та її видиму зоряну величину m , можна обчислити абсолютну зоряну величину:

$$M = m + 5 - 5 \lg r .$$

Світність зорі

Світність зорі визначає кількість енергії, що випромінює зоря за одиницю часу, тобто потужність випромінювання зорі.

$$L = \frac{E}{E_{\odot}} = 10^{0,4(5-M)}$$

Світність L деяких зір	
Зоря	L
Сонце	1
Денеб	90 000
Рігель	70 000
Бетельгейзе	25 000
Полярна	17 600
Капелла	150
Арктур	102
Вега	54
Сіріус	23
Альтаір	10

Відстань від Землі до зорі

Відстань від Землі до зорі визначається з трикутника CBS:



$$r = \frac{BC}{\sin p} = \frac{1 \text{ a. o.}}{\sin p}$$

Відстань до зір вимірюють у світлових роках, але в астрономії ще використовують одиницю парсек (пк) — відстань, для якої річний паралакс $p = 1''$ (парсек — скорочення від паралакс-секунда).

$$1 \text{ пк} = \frac{1 \text{ a. o.}}{\sin 1''} = 206\,265 \text{ a. o.} \approx 3,08 \cdot 10^{13} \text{ км.}$$

Світність Сонця

$$L_{\odot} = 4\pi R^2 \cdot q \approx 4 \cdot 10^{26} \text{ Вт},$$

q — енергію, яку отримує 1 м поверхні Землі за 1 с

$R = 1,5 \cdot 10^{11} \text{ м}$ — відстань від Землі до Сонця.

Сонце ☉

Радіус	$109 R_{\oplus}$
Маса	$330\,000 M_{\oplus}$
Середня густина	$1,4 \text{ г/см}^3$
Хімічний склад за масою, %:	
H_2	71
He	27
Світність	$4 \cdot 10^{26} \text{ Вт}$
Температура, К:	
фотосфери	5780
ядра	15 000 000

Колова швидкість

$$V_k = \sqrt{G \frac{M}{R + H}}$$

$M = 6 \cdot 10^{24}$ кг — маса Землі;

$G = 6,67 \cdot 10^{-11}$ (Н м²)/кг² — стала всесвітнього тяжіння;

H — висота супутника над поверхнею Землі,

$R = 6,37 \cdot 10^3$ м — радіус Землі.

Перша космічна швидкість

$$V_1 = \sqrt{G \frac{M_{\oplus}}{R_{\oplus}}}$$

Дякую за увагу!