

# ЗАКОНИ І ФОРМУЛИ В АСТРОНОМІЇ

Учениці групи 11-2  
Нікульшиної Анастасії

---

# Закони Кеплера

## Перший закон Кеплера

Кожна планета обертається по еліпсу, в одному з фокусів якого міститься Сонце.

Точка  $O$  - центр еліпса,  $K$  і  $S$  - фокуси. Сонце знаходиться в даному разі у фокусі  $S$ .  $DO = OA$  -  $a$  - велика піввісь еліпса. Вона є середньою відстанню планети від Сонця:

$$a = (DS + SA)/2.$$

Найближча до Сонця точка орбіти  $A$  називається перигелієм, а найдальша від нього точка  $D$  - афелієм.

Ступінь витягнутості еліпса характеризується його ексцентриситетом  $e$ .

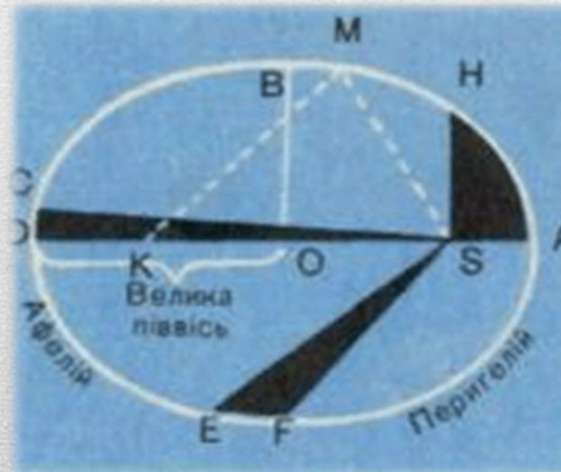
Ексцентриситет дорівнює відношенню відстані фокуса від центра ( $OK = OS$ ) до довжини великої півосі  $a$ .

Коли фокуси й центр збігаються ( $e = OS/OA$ ), еліпс перетворюється в коло.

---

## Другий закон Кеплера (закон площ)

Радіус-вектор планети за однакові проміжки часу описує рівні площі, тобто площі  $SAH$  і  $SCD$  рівні, якщо дуги  $AH$  і  $CD$  планета описує за однакові проміжки часу. Але довжини цих дуг, що обмежують рівні площі, різні:  $AH > CD$ .



## Третій закон Кеплера

Квадрати зоряних періодів обертання планет відносяться, як куби великих півосей їхніх орбіт. Якщо велику піввісь орбіти і зоряний період обертання однієї планети позначити через  $a_1$ ,  $T_1$ , а другої планети - через  $a_2$ ,  $T_2$ , то формула третього закону матиме такий вигляд:

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

---

# Закон всесвітнього тяжіння

У 1687 р. Ньютон сформулював цей закон так: будь-які два тіла з масами  $M$  і  $m$  притягуються із силою, величина якої пропорційна добуткові їхніх мас, та обернено пропорційна квадрату відстані між ними ( $R$ ).

$$F = G \frac{Mm}{R^2}$$

де  $G$ - гравітаційна стала;  $R$ - відстань між цими тілами

---

# Формула колової швидкості

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

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

$G = 6.67 \cdot 10^{-11}$  (Н\*м<sup>2</sup>)/кг<sup>2</sup> – стала всесвітнього тяжіння;

$H$  – висота супутника над поверхнею Землі;

$R = 6.37 \cdot 10^3$  м – радіус Землі

---

# Формула першої космічної швидкості

$$V_1 = \sqrt{G \frac{M}{R}}$$

де —  $M = 61024$  кг — маса Землі;

$G=6,67 \cdot 10^{-11}$  (Н м<sup>2</sup>)/кг<sup>2</sup> — стала всесвітнього тяжіння;

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

---

# Формула другої космічної швидкості

$$V_2 = \sqrt{2V_1}$$

де  $V_1$ -перша космічна швидкість

---



# Зорі

У 1837 р. російський астроном В. Я. Струве (1793-1864) уперше визначив річний паралакс зорі Веги ( $\alpha$  Ліри):  $\pi = 0,123''$ . Відстань від Землі до зорі :

$$r = \frac{a_0}{\sin \pi}$$

де  $a_0 = 1$  а.о. = 150 млн. км — радіус земної орбіти,  $\pi$  — річний паралакс зорі.

---

# Формула світності зорі

$$L = \frac{E}{E_{\odot}} = 10^{0.4(5-M)}$$

де  $E$ -яскравість зір

---

# Період обертання космічного апарату

$$\frac{T_C^2}{T_M^2} = \frac{a_C^3}{a_M^3},$$

де  $T_C$  — період обертання супутника навколо Землі;  $T_M = 27,3$  доби — сидеричний період обертання Місяця навколо Землі;  $a_C$  — велика піввісь орбіти супутника;  $a_M = 380000$  км — велика піввісь орбіти Місяця.

---

# Закон Габбла

Закон Габбла — закон астрономії, за яким швидкість взаємного віддалення галактик пропорційна відстані між ними. Стала Габбла.  $H \approx 70 \text{ км}/(\text{с} * \text{Мпк})$ .

$$V = Hr$$

де  $V$ —швидкість галактики;

$H$ -стала Габбла;

$r$ -відстань до галактики в мегаарсеках.

---

# Формула Погсона

Для будь-яких двох зоряних величин  $m_1$ ,  $m_2$  буде справедливе таке відношення їх яскравості  $E_1, E_2$

$$\frac{E_1}{E_2} = 10^{0,4(m_2 - m_1)}$$

---

# Закон Стефана-Больцмана

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

Загальна енергія теплового випромінювання визначається як:

$$Q = \sigma * T^4$$

де  $Q$ -енергія, що випромінює одиниця поверхні зорі за одиницю часу;

$\sigma$ -стала Стефана Больцмана;

$T^4$ -абсолютна температура поверхні зорі.

---

# Абсолютна зоряна величина (M)

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

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

---

# СВІТЛОВИЙ РІК

1 св. р. =  $9,5 \cdot 10^{15} \text{ м} = 63240 \text{ а.о.} =$   
0,3066 ПК.

1 ПК = 3,26 св.р.

---



ДЯКУЮ ЗА УВАГУ!

---