

Формули та закони Астрономії



Презентація
Учениці групи 11-2
Фінансово – економічного ліцею
Комарицької Катерини

Закони Кеплера

1-й закон Кеплера:

Всі планети обертаються навколо Сонця по еліпсах, а Сонце розташоване в одному з фокусів цих еліпсів.

2-й закон Кеплера:

Радіус – вектор планети за однакові проміжки часу описує рівні площі.

3-й закон Кеплера:

Квадрати сидеричних періодів обертання планет навколо Сонця відносяться як куби великих півосей їх орбіт:

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

T_1 та T_2 – сидеричні періоди;

a_1 та a_2 – великі півосі орбіт цих планет.

Закон Всесвітнього Тяжіння

Всі тіла притягуються одне до одного з силами, прямо пропорційними їх масам і обернено пропорційними квадрату відстані між ними.

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

де G — гравітаційна стала; R — відстань між цими тілами.

Колова швидкість

$$V_k = \sqrt{G \frac{M_{\oplus}}{R_{\oplus} + H}}, \quad (5.1)$$

де — $M_{\oplus} = 6 \cdot 10^{24}$ кг — маса Землі; $G = 6,67 \cdot 10^{-11}$ (Н · м²)/кг² — стала всесвітнього тяжіння; H — висота супутника над поверхнею Землі.
 $R_{\oplus} = 6,37 \cdot 10^3$ м — радіус Землі.

Перша космічна

ш

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

Друга космічна

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

Період обертання космічного апарата



$$\frac{T_C^2}{T_M^2} = \frac{a_C^3}{a_M^3}, \quad (5.3)$$

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; $a_M = 380\,000$ км — велика піввісь орбіти Місяця.
З рівняння (5.3) визначимо:

$$T_C = T_M \cdot \sqrt{\frac{a_C^3}{a_M^3}} \quad (5.4)$$

Збільшення телескопа
визначається за формулою:

$$n = \frac{\alpha_2}{\alpha_1} = \frac{F}{f}, \quad (6.1)$$

де α_2 — кут зору на виході окуляра;
 α_1 — кут зору, під яким світило видно
неозброєним оком; F , f — фокусні відста-
ні відповідно об'єктива й окуляра.

Відстань від Землі до зорі:

з інтервалом 6 місяців; $BC=1$ а. о.— відстань від Землі до Сонця (велика піввісь земної орбіти); S — зоря, до якої треба визначити відстань; $\angle BSC=p$ — річний паралакс зорі.

Відстань від Землі до зорі визначається з прямокутного трикутника CBS :

$$r = \frac{BC}{\sin p} = \frac{1 \text{ а. о.}}{\sin p} \quad (13.1)$$

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

$$1 \text{ ПК} = \frac{1 \text{ а. о.}}{\sin 1''} = 206\,265 \text{ а. о.} \approx 3,08 \cdot 10^{13} \text{ км.} \quad (13.2)$$

Співвідношення між парсеком та світловим роком таке: $1 \text{ ПК} \approx 3,26 \text{ св. року}$.

Якщо річний паралакс вимірюється кутовими секундами, то відстань до зір у парсеках можна виразити такою формулою:

$$r \approx 1/p'' \text{ ПК.} \quad (13.3)$$

Видимі зоряні величини

ни (рис. 13.2). Видиму зоряну величину позначають літерою m . Для будь-яких зоряних величин m_1 , m_2 буде справедливе таке відношення їх яскравості E_1 та E_2 :

$$\frac{E_1}{E_2} = 10^{0,4(m_2 - m_1)} . \quad (13.4)$$

Абсолютні зоряні величини та світність зорі

Якщо відома відстань до зорі r в парсеках та її видима зоряна величина m , то абсолютну зоряну величину M можна визначити за допомогою такої формули:

$$M = m + 5 - 5 \lg r. \quad (13.5)$$

$$L = \frac{E}{E_0} = 10^{0,4(5-M)}$$

Світність
зорі



Радіуси зір

Для визначення радіуса зір астрономи використовують закон Стефана—Больцмана:

$$Q = \sigma \cdot T^4, \quad (13.7)$$

де Q — енергія, що випромінює одиниця поверхні зорі за одиницю часу; σ — стала Стефана—Больцмана; T^4 — абсолютна температура поверхні зорі.

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

$$E = 4\pi R^2 \cdot Q = 4\pi R^2 \cdot \sigma \cdot T^4. \quad (13.8)$$

З іншого боку, таке ж співвідношення ми можемо записати для енергії, що випромінює Сонце:

$$E_{\odot} = 4\pi R_{\odot}^2 \cdot \sigma \cdot T_{\odot}^4. \quad (13.9)$$

Таким чином, з рівнянь (13.8), (13.9) можна визначити невідомий радіус зорі, якщо відомі радіус $R_{\odot}$ і температура $T_{\odot}$ Сонця:

$$\frac{R}{R_{\odot}} = (L)^{0.5} \frac{T_{\odot}^2}{T^2}, \quad (13.10)$$

де L — світність зорі в одиницях світності Сонця.

Виявилось, що існують зорі, які мають радіус у сотні разів більший за радіус Сонця, і зорі, що мають радіус менший, ніж радіус Землі (рис. 13.5).



Закон Габбла

6

Закон Габбла

У 1929 р. американський астроном *Е. Габбл* досліджував спектри галактик і звернув увагу на те, що лінії поглинання у всіх спектрах зміщені в червоний бік. Згідно з ефектом Доплера, це свідчить про те, що всі галактики від нас віддаляються. Крім того, за допомогою величини зміщення спектральних ліній можна визначити швидкість, з якою галактики віддаляються. Виявилося, що швидкість, з якою «тікають» від нас інші галактики, збільшується прямо пропорційно відстані до цих галактик (*закон Габбла*): $V = Hr$, де V — швидкість галактики, H — стала Габбла, r — відстань до галактики в мегапарсеках. За останніми вимірами $H \approx 70$ км/(с·Мпк).

Розлітання галактик — дивний процес розширення Всесвіту, який супроводжується збільшенням відстаней між галактиками

Стала Габбла
 $H \approx 70$ км/(с·Мпк)
Швидкість розлітання галактик збільшується на 70 км/с на кожний мільйон парсеків