

# Закони і формули

**ПІДГОТУВАЛА**  
**УЧЕНИЦЯ ГРУПИ 11-2**  
**ФІНАНСОВО-ЕКОНОМІЧНОГО ЛІЦЕЮ**  
**ДЬОРОВА ЄВГЕНІЯ**

# 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  $e$ .

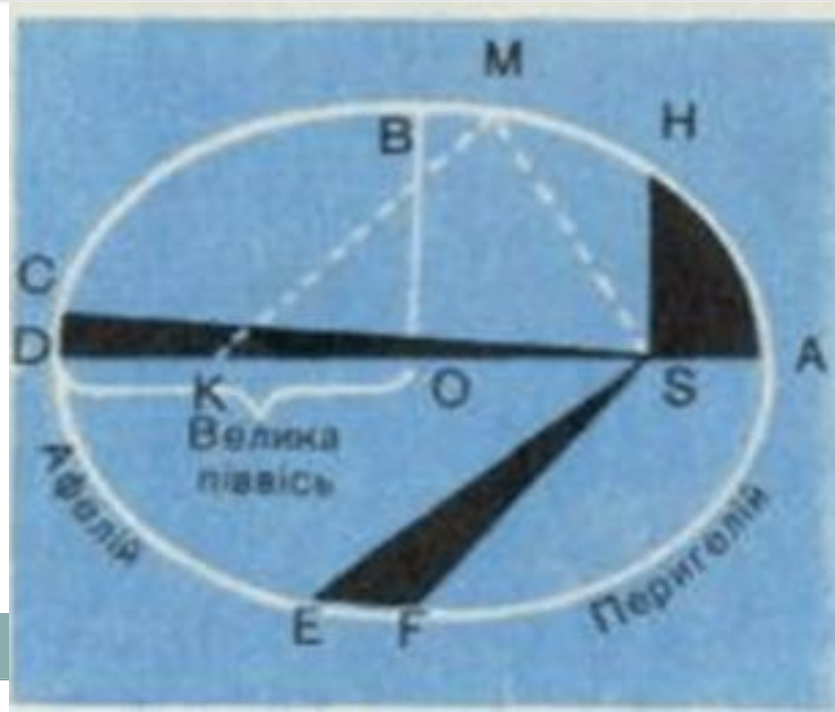
**Ексцентриситет** дорівнює відношенню відстані фокуса від центра ( $OK = OS$ ) до довжини великої півосі  $a$ .

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:  $AH > CD$ .

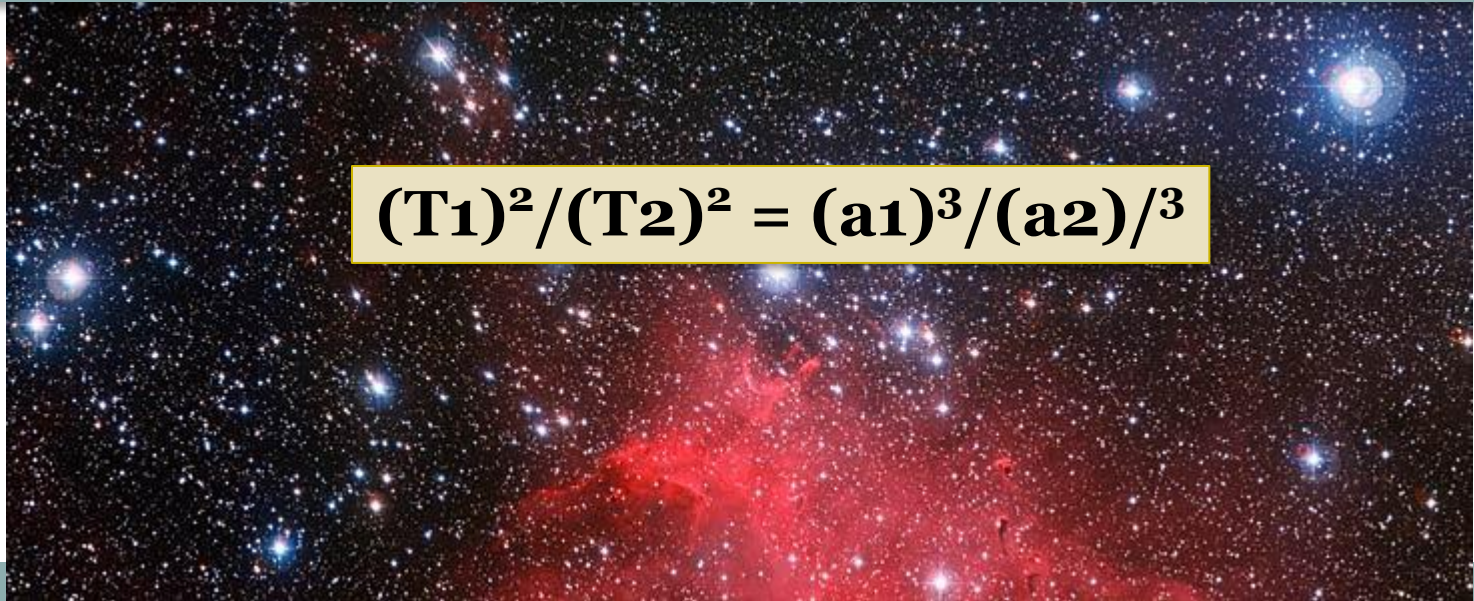


# Третій закон Кеплера



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:

$$(T_1)^2 / (T_2)^2 = (a_1)^3 / (a_2)^3$$



# Закон Габбла



Швидкість, з якою «тікають» від нас інші галактики, збільшується прямо пропорційно відстані до цих галактик.

$$V=Hr$$

*де  $V$  – швидкість галактики,  
 $H$  – стала Габбла,  
 $r$  – відстань до галактики в мегапарсеках. З  
а останніми вимірами  $H= 70$  км/(с • Мпк).*

# 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

:

$$r = \frac{\alpha_0}{\sin \pi}$$

$\alpha_0 = 1$  а.о. = 150 млн. км — радіус земної орбіти,  $\pi$  — річний паралакс зорі.

Річні паралакси зір дуже малі, а для малих кутів справедливе співвідношення:  $\sin p \approx p$  ( $p$ —у радіанах). Паралакси зручно визначати в секундах ( $1 \text{ рад} = 206265''$ ), отже:

$$r = \frac{206265''}{\pi''} \alpha_0$$

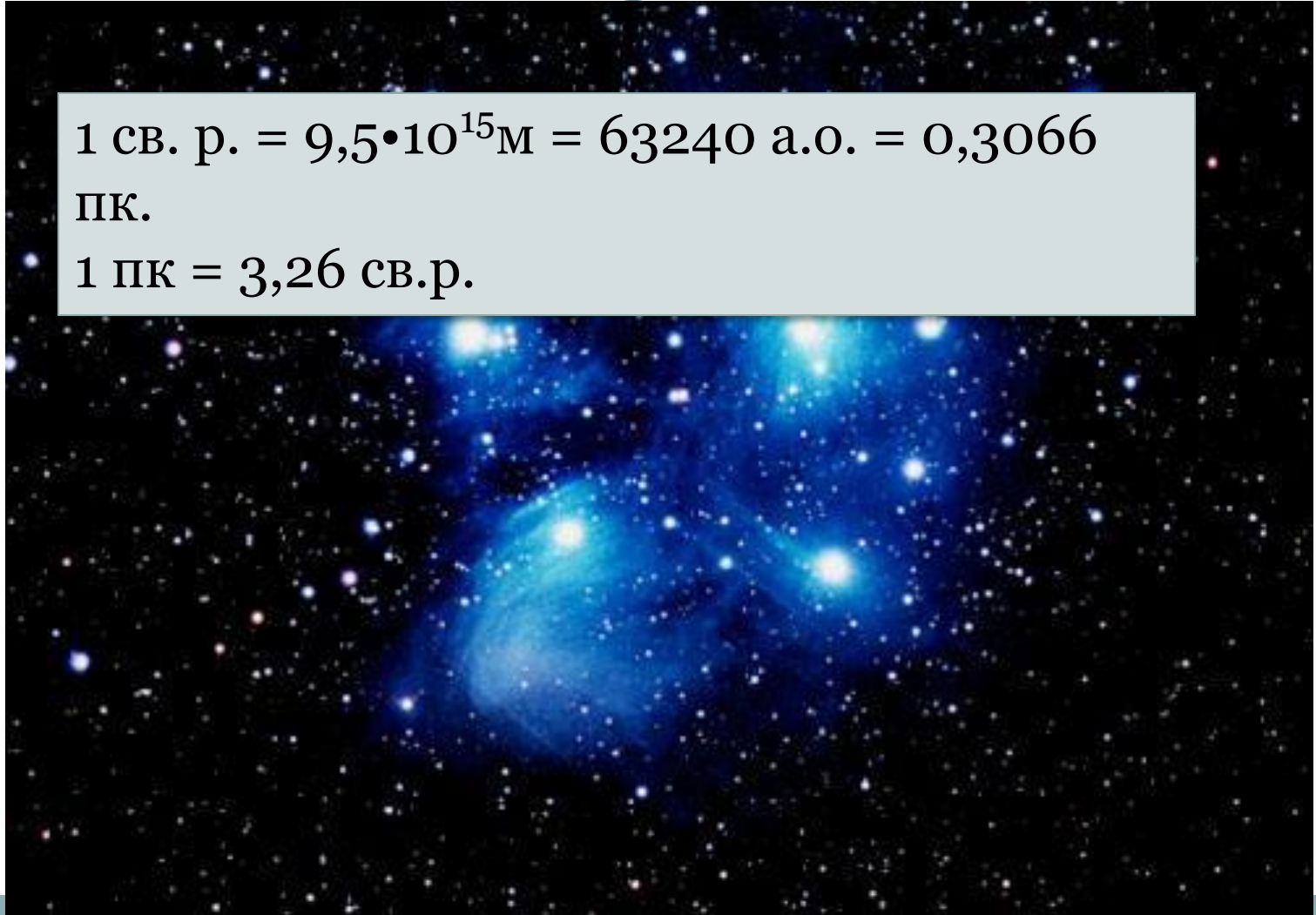


# СВІТЛОВИЙ РІК



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

1 ПК = 3,26 св.р.





# Абсолютна зоряна величина (M)



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

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

де  $r$  — виражене в парсеках.

Якщо відома абсолютна зоряна величина зорі  $M$ , то її світність визначається за допомогою такої формули:

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



Знаючи зі спостережень видиму зоряну величину ( $m$ ), обчислюють відстань до світила за формулою:

$$\lg r = 0,2(m-M) + 1.$$



Для визначення радіуса зір астрономи використовують закон *Стефана—Больцмана*:

$$Q = \sigma \cdot T^4,$$

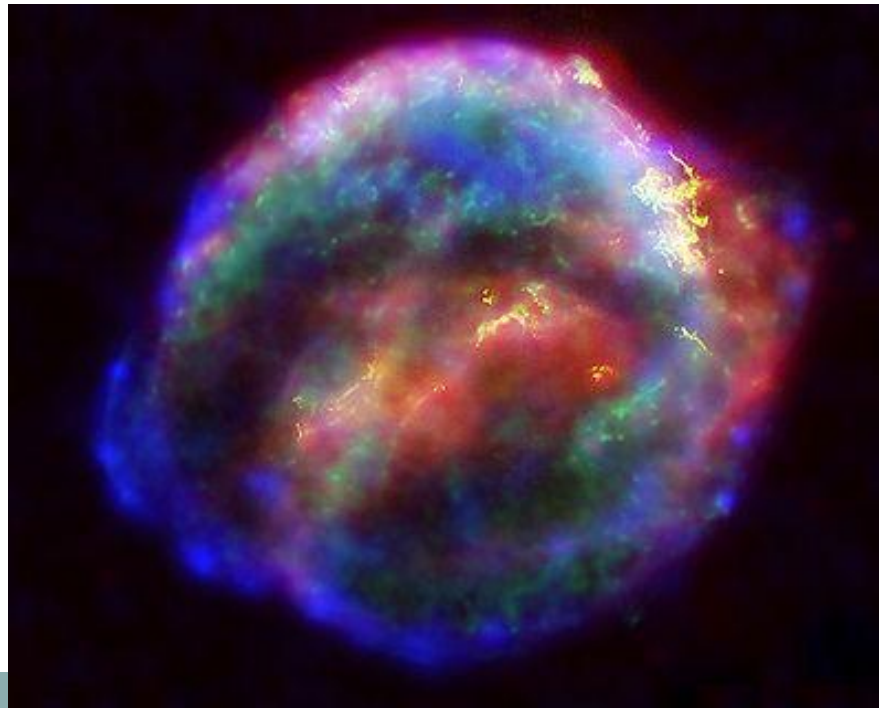
де  $Q$  — енергія, що випромінює одиниця поверхні зорі за одиницю часу;

$\sigma$  — стала Стефана—Больцмана;

$T_4$  — абсолютна температура поверхні зорі.

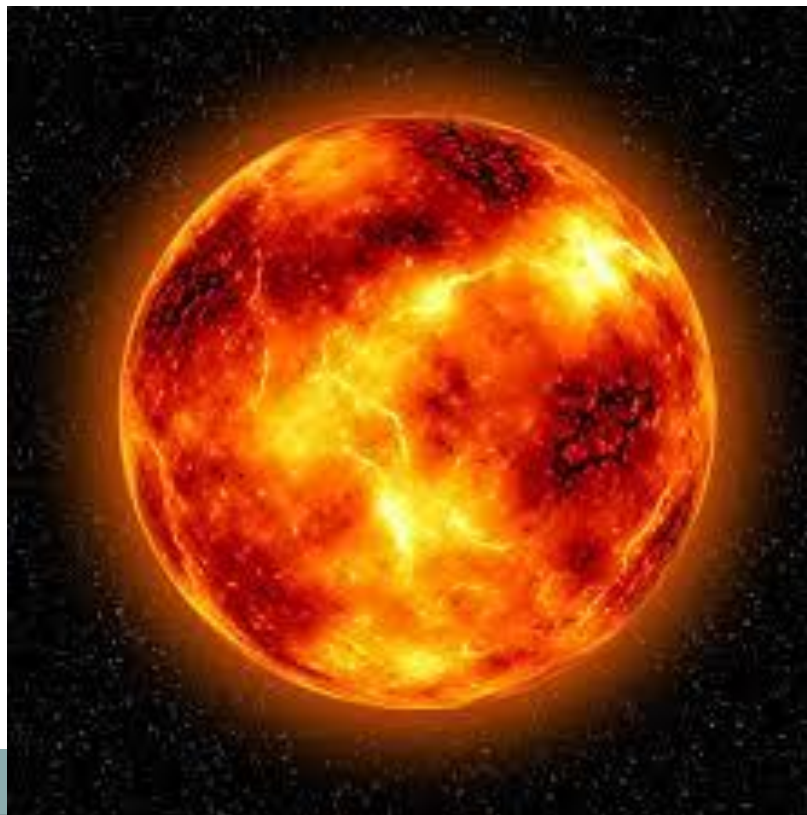
Потужність, що випромінює вся зоря з радіусом  $R$ , визначається загальною площею її поверхні, тобто:

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



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

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



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

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

де  $L$  – світність зорі в одиницях світності Сонця.

Для визначення світності Сонця треба виміряти сонячну сталу  $q$  — енергію, яку отримує 1 м поверхні Землі за 1 с за умови, що Сонце розташоване в зеніті. Для визначення світності Сонця необхідно величину сонячної сталої помножити на площу сфери з радіусом  $R$ :

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

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



# Телескопи



Збільшення телескопа визначається так:

$$n = \frac{\alpha_2}{\alpha_1} = \frac{F}{f},$$

де  $\alpha_2$  кут зору на виході окуляра;  
кут зору, під яким світило видно неозброєним оком;  
 $F, f$  – фокусні відстані відповідно об'єктива й окуляра.

Дякую за увагу!

