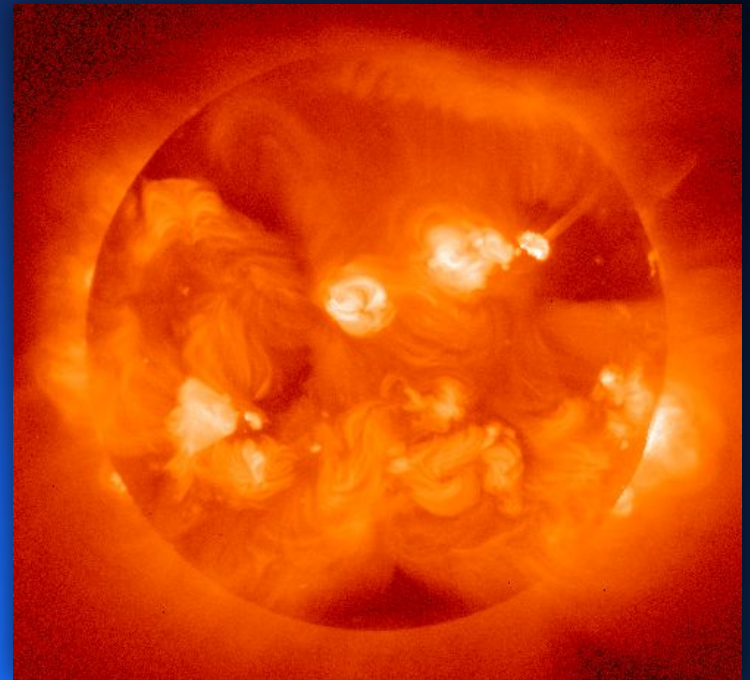
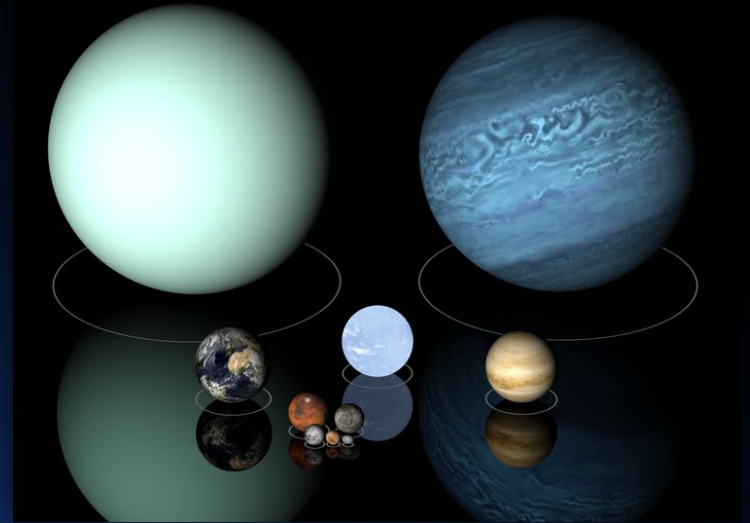


The background is a deep blue space filled with various celestial bodies and constellation patterns. In the upper left, there are two blue spheres, one of which is Saturn with its rings. Below them are several orange and yellow spheres of different sizes, representing gas giants and stars. In the lower right, a small Earth-like planet with blue oceans and white clouds is visible. The background is overlaid with a network of white lines connecting dots, representing constellations. Labels for various constellations like Perseus, Triangulum, Canis Major, and Fornax are scattered across the image.

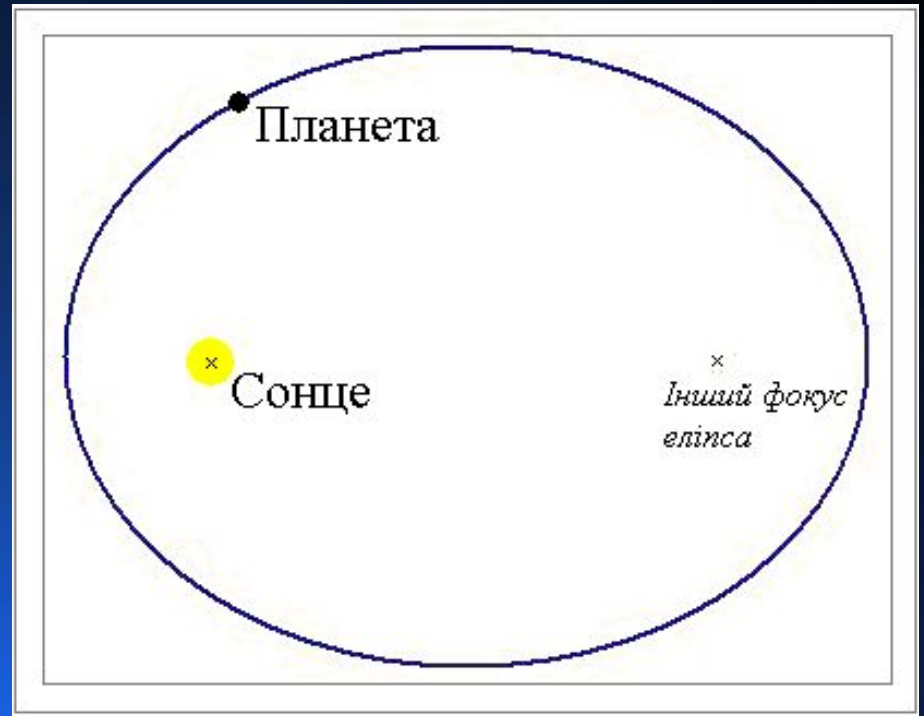
Законы Кеплера

***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.***

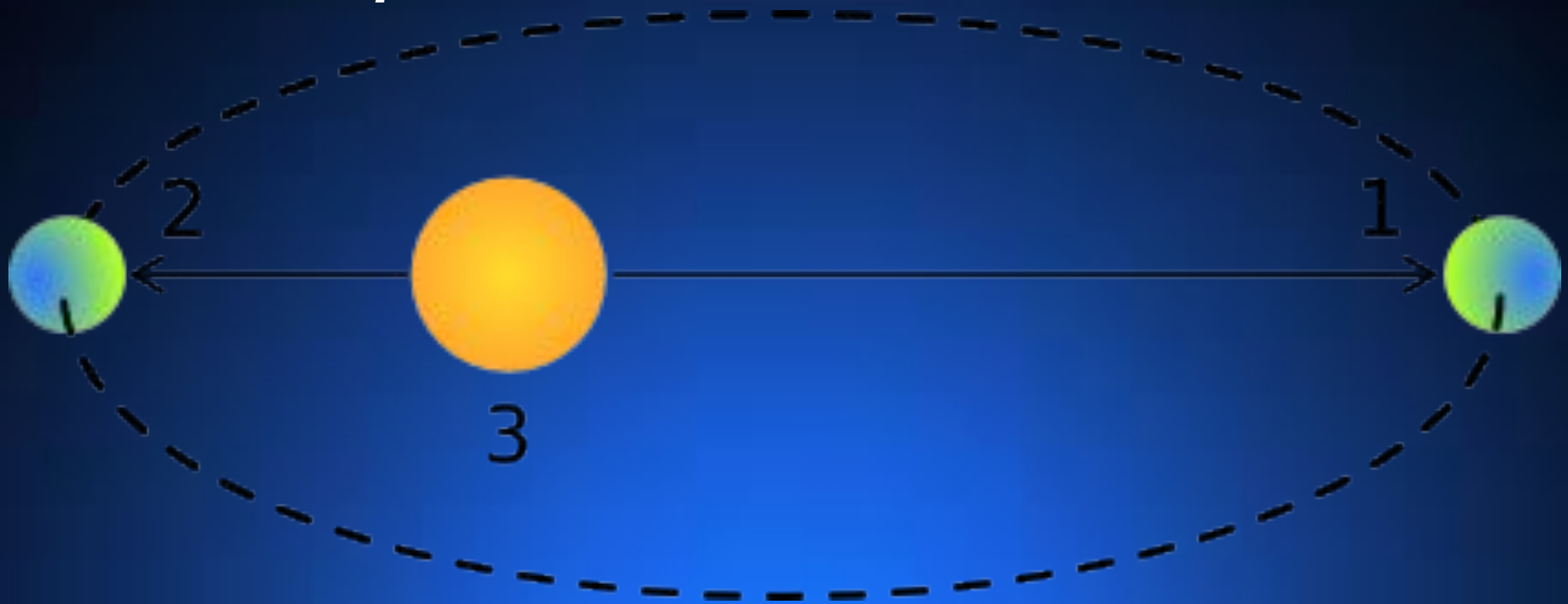


Перший закон Кеплера

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



**Найближча до Сонця
точка орбіти
називається
перигелієм, а
найдальша від нього
точка — афелієм.**

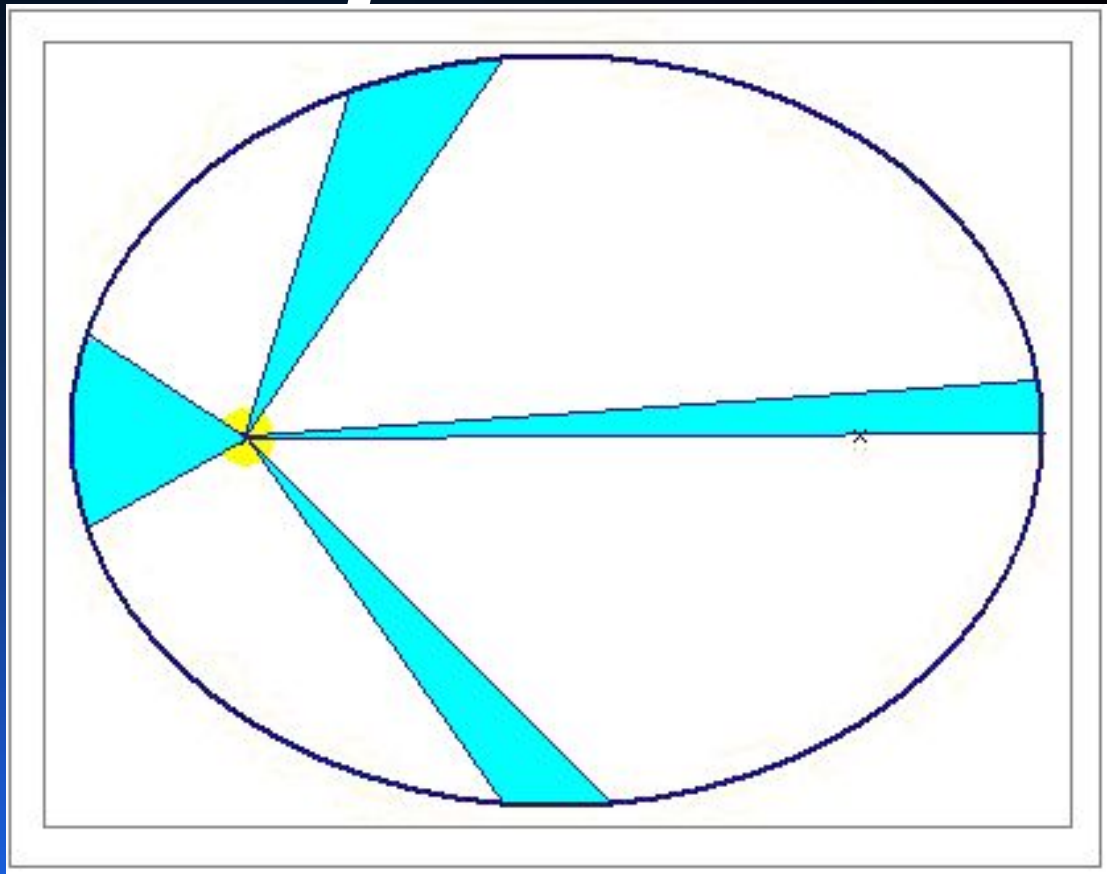


Ступінь витягнутості еліпса характеризується його ексцентриситетом. Ексцентриситет дорівнює відношенню відстані фокуса від центра до довжини великої півосі (середньої відстані планети до Сонця). Коли фокуси й центр збігаються, еліпс перетворюється на коло. Орбіти планет — еліпси, які мало відрізняються від кіл; їх ексцентриситети малі. Наприклад, ексцентриситет орбіти



Другий закон Кеплера

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



Лінійна швидкість руху планети неоднакова в різних точках її орбіти: що ближча планета до Сонця, то більша її швидкість. Швидкість руху планети у перигелії найбільша, а в афелії — найменша. Однак площа, яку "замітає" радіус-вектор за певний проміжок часу, не залежить від того, в якій частині орбіти перебуває планета. Площа, яку "замітає" радіус вектор за одиницю часу називається секторною (сегментною) швидкістю.



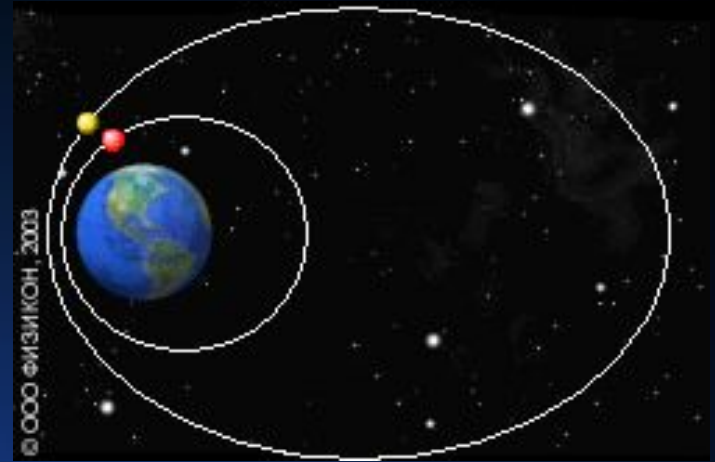
*Таким чином,
другий закон
Кеплера кількісно
визначає зміну
швидкості руху
планети орбітою.
З погляду класичної
механіки, другий
закон Кеплера є
проявом закону
збереження
моменту імпульсу.*



Третій закон

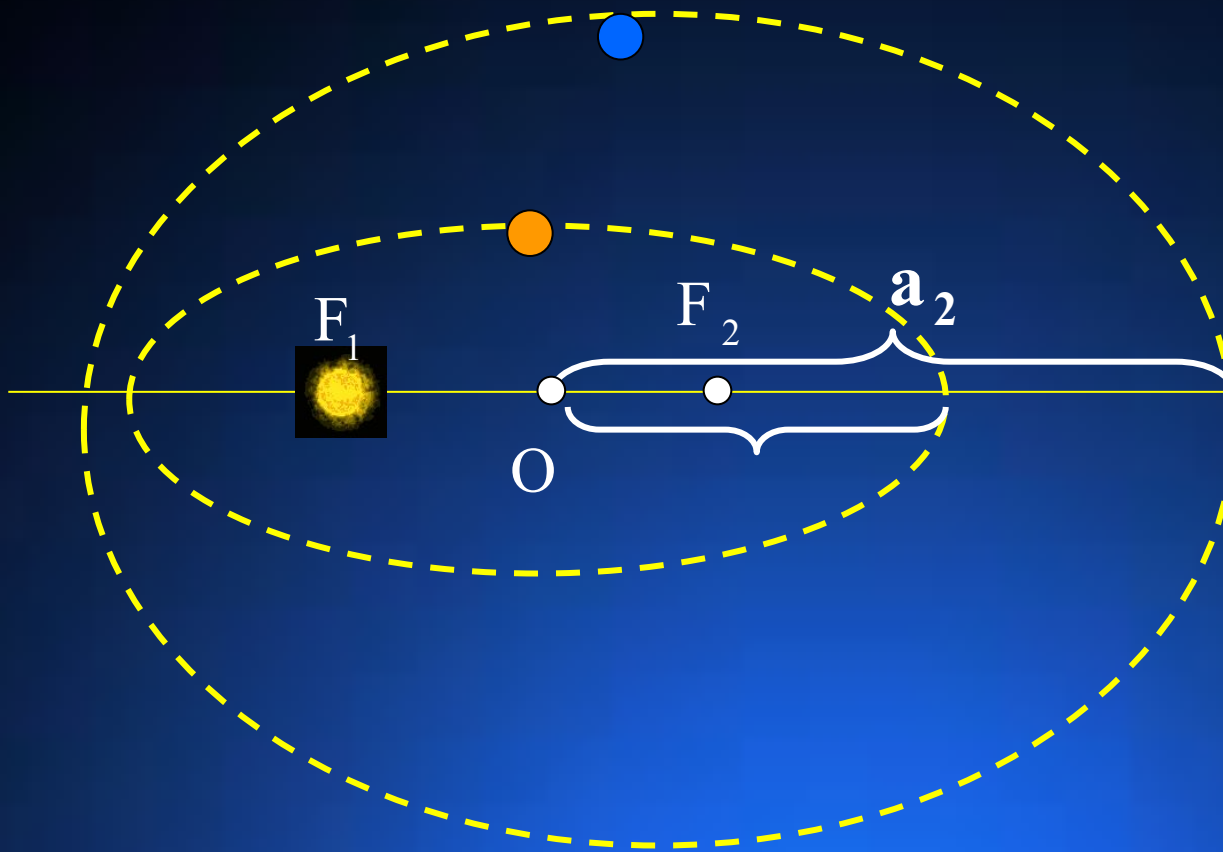
Кеплера

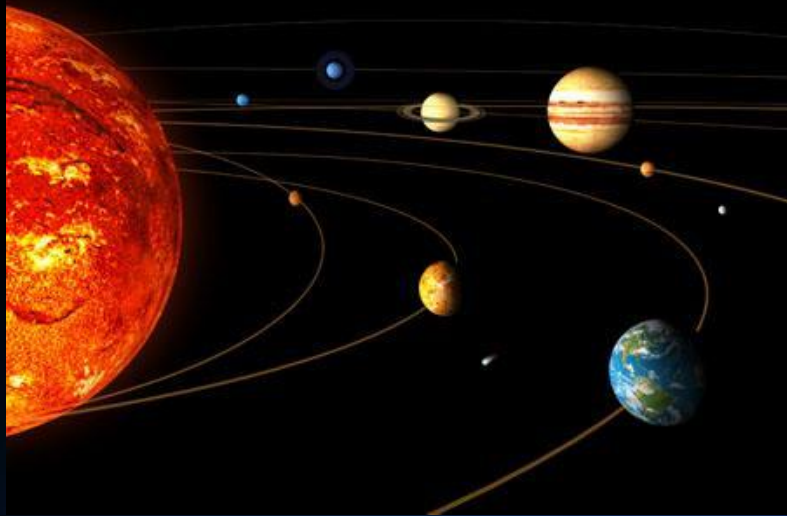
На вірш історії сучасних законів Кеплера, що стосуються властивостей орбіти кожної окремо взятої планети, третій закон пов'язує властивості орбіт різних планет між собою. Якщо періоди обертання двох планет та, а довжини великих півосей їхніх орбіт, відповідно, a_1 та a_2 , то



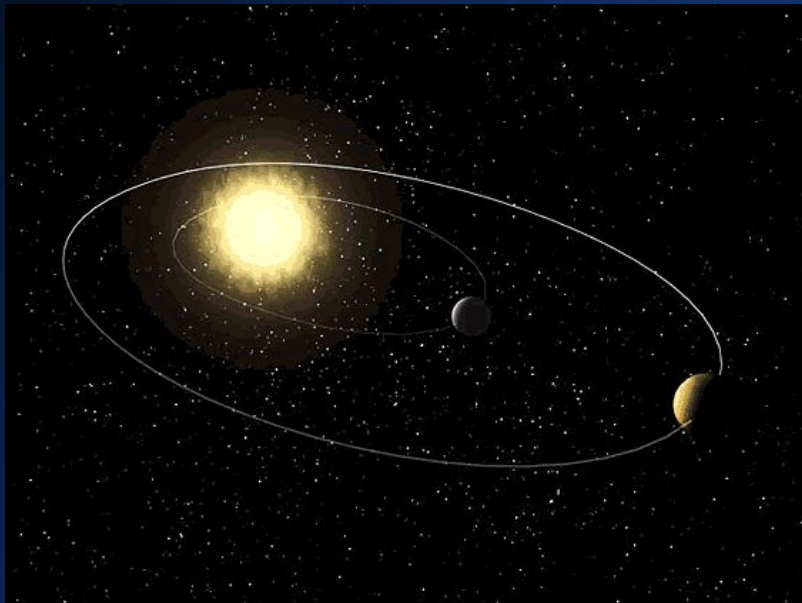
$$\left(\frac{T_1}{T_2} \right)^2 = \left(\frac{a_1}{a_2} \right)^3$$

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





Цей закон Кеплера пов'язує середні відстані планет від Сонця з їхніми зоряними періодами обертання і надає змогу встановити відносні відстані планет від Сонця, інакше кажучи, дає змогу подати великі півосі всіх планетних орбіт в одиницях великої півосі земної орбіти.



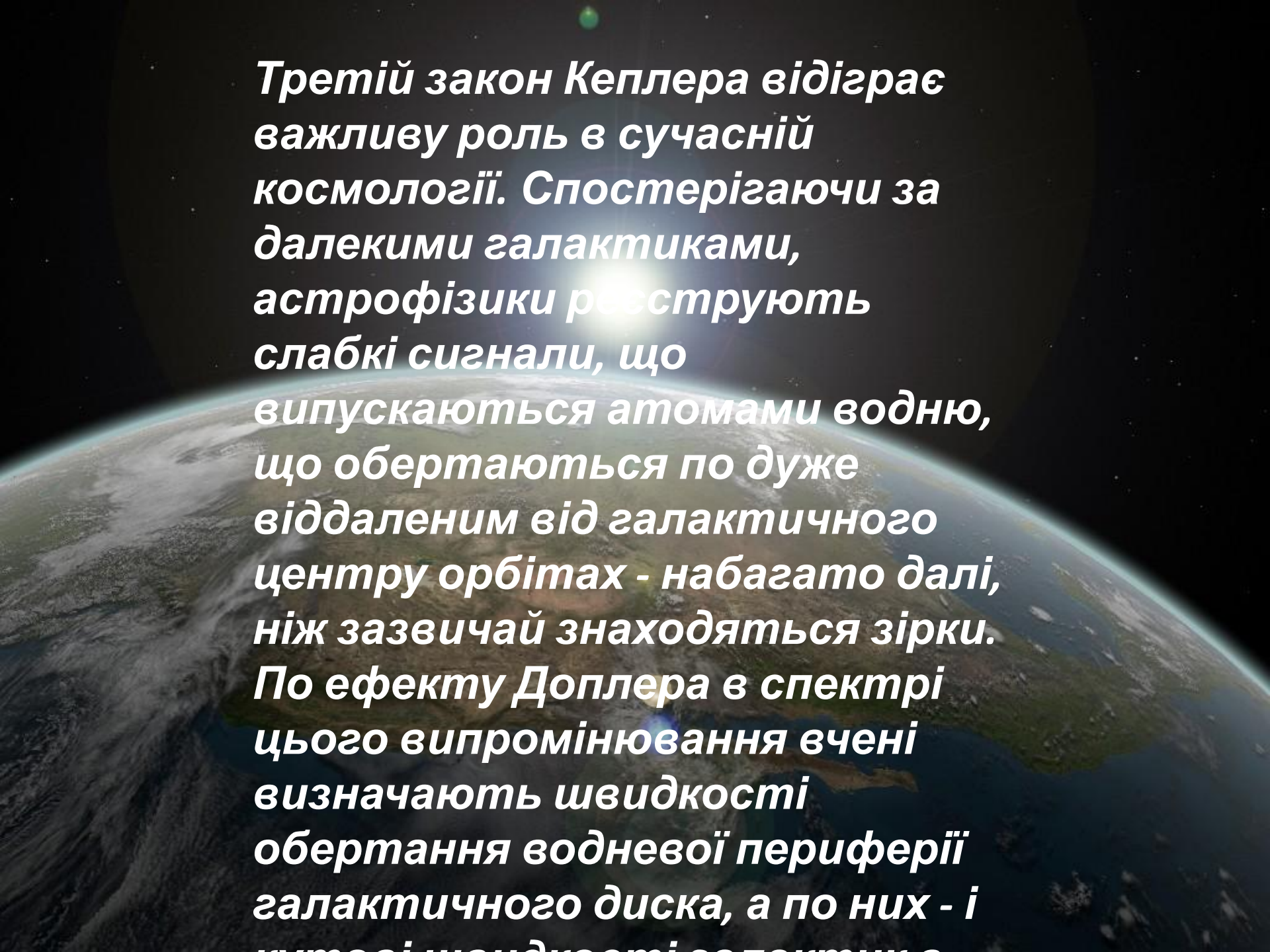
Велику піввісь земної орбіти взято за астрономічну одиницю відстаней, але її абсолютне значення було визначено пізніше, лише у XVIII столітті.

**Відношення кубу півосі
до квадрата періоду
обертання є сталою
для всіх планет
Сонячної системи і
залежить лише від
маси Сонця і
гравітаційної сталої, як**

$$\frac{a_3^3}{T_1^2} = \frac{GM_{\odot}}{4\pi^2}$$



**Таким чином, це співвідношення дає
можливість «зважити» Сонце.**



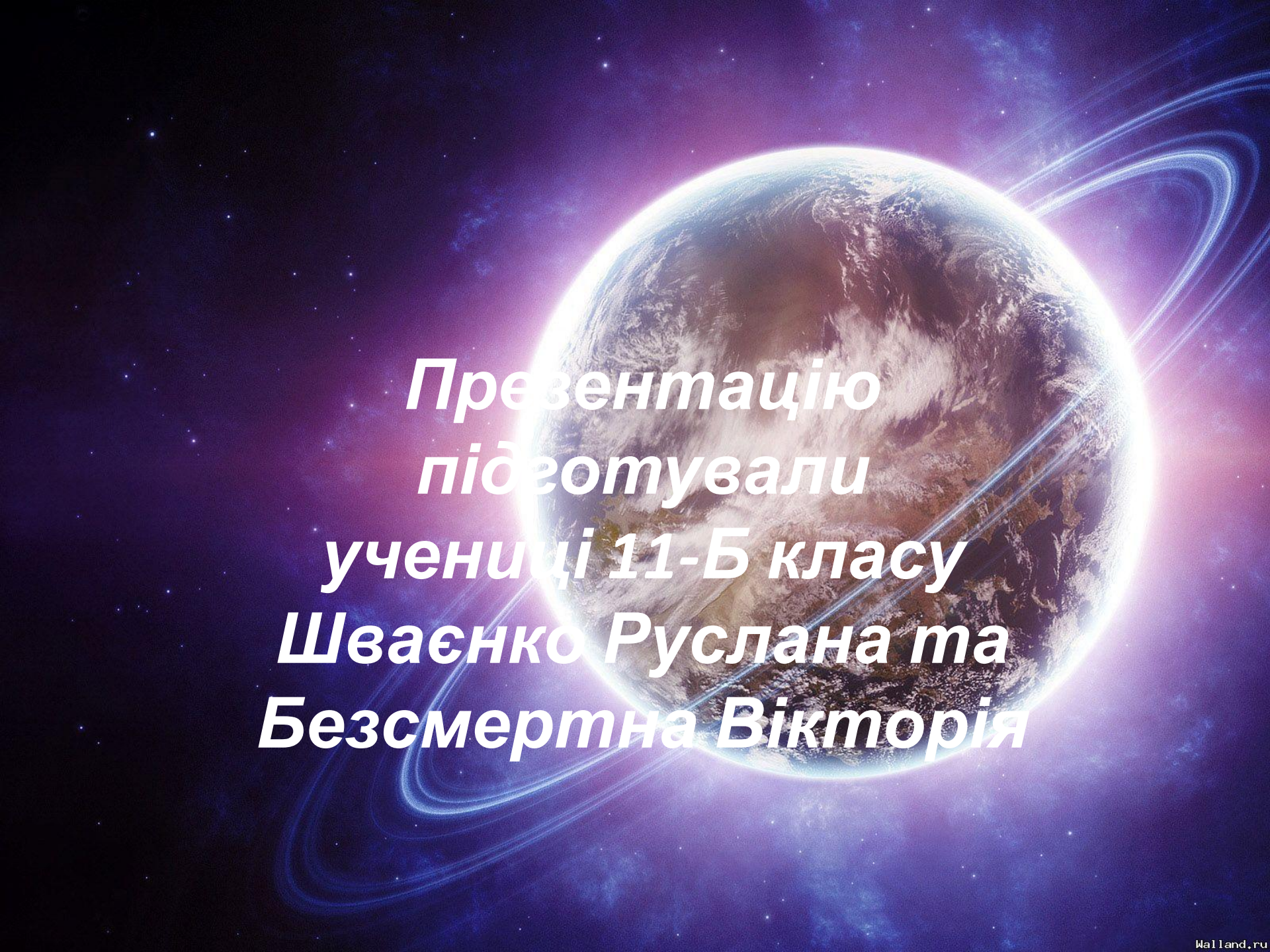
Третій закон Кеплера відіграє важливу роль в сучасній космології. Спостерігаючи за далекими галактиками, астрофізики rejestрують слабкі сигнали, що випускаються атомами водню, що обертаються по дуже віддаленим від галактичного центру орбітах - набагато далі, ніж зазвичай знаходяться зірки. По ефекту Доплера в спектрі цього випромінювання вчені визначають швидкості обертання водневої периферії галактичного диска, а по них - і швидкості обертання всередині диска.

Відхилення від законів

Кеплера у фізики, закони Кеплера

**описують рух матеріальної точки
навколо нерухомого центра мас у межах
ньютонівської теорії гравітації.**

**Насправді на рух планети впливає сила
тяжіння не лише з боку Сонця, а й з боку
інших планет. Сонце має скінченну масу, а
отже центр Сонця також рухається
внаслідок тяжіння планет. Крім того,
ньютонівська теорія не враховує ефекти,
які можна розрахувати лише у рамках
загальної теорії відносності. Перелічені
фактори призводять до збурень —
невеликих відхилень фактичного руху**

The background of the slide is a composite image of Earth and Saturn's rings in space. The Earth is shown as a large, detailed sphere with visible continents and clouds, positioned in the center-right. To its right and slightly behind it are the rings of Saturn, which appear as a series of concentric, glowing blue and white bands. The background is a deep purple and blue space with scattered white stars.

**Презентацію
підготували
учениці 11-Б класу
Шваєнко Руслана та
Безсмертна Вікторія**