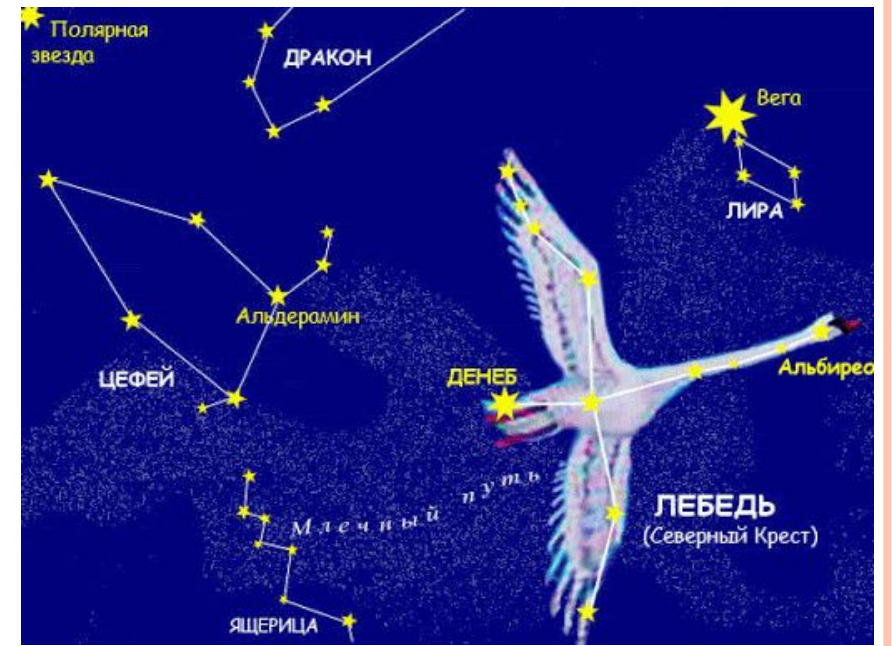
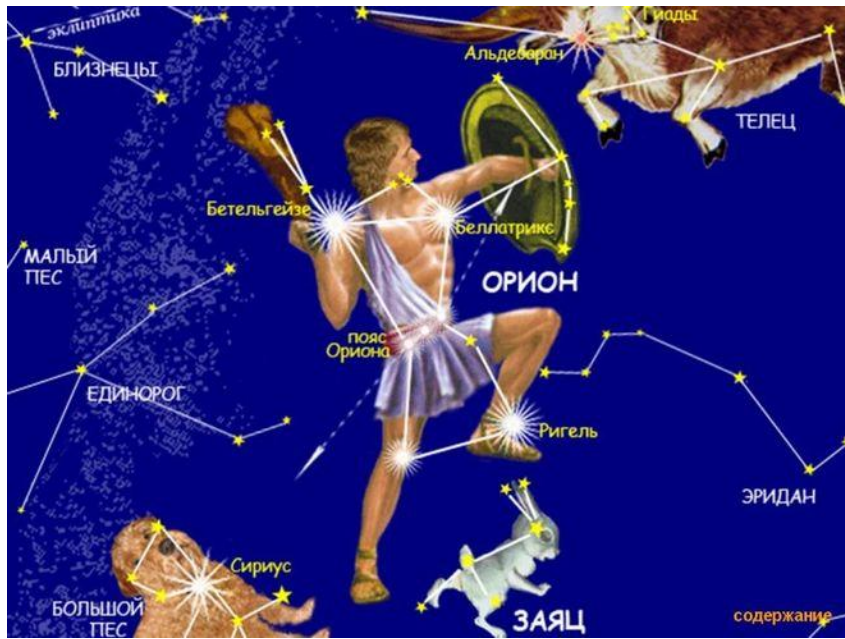


УРОК 8

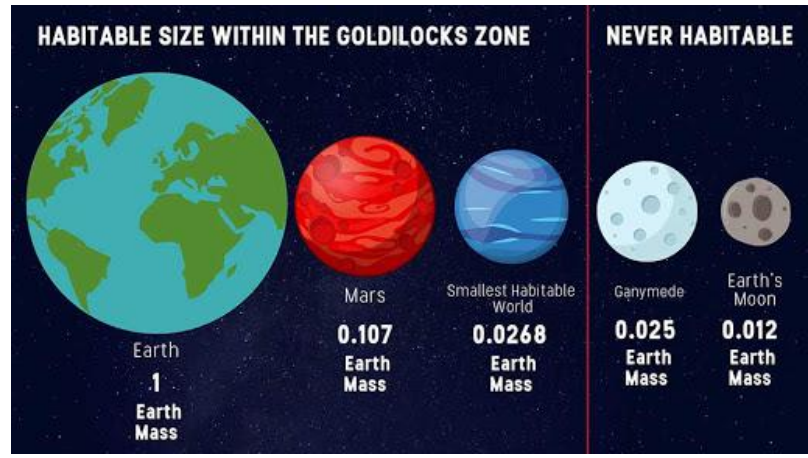
ВИЗНАЧЕННЯ МАСИ І РОЗМІРІВ НЕБЕСНИХ ТІЛ



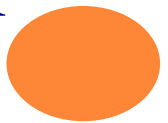


Сузір'я — ділянки, на які поділена небесна сфера для зручності орієнтування на зоряному небі. Для вимірювання відстаней у космічному просторі використовують астрономічні одиниці та світлові роки.





Найважливішою характеристикою небесного тіла є його маса, яку можна обчислити шляхом вимірювання сили тяжіння на його поверхні (гравіметричний спосіб). Закон всесвітнього тяжіння дозволяє обчислити масу Землі та інших небесних тіл.





МАСУ НЕБЕСНОГО ТІЛА МОЖНА ВИЗНАЧИТИ:

- ІЗ ВИМІРЮВАННЯ СИЛИ ТЯЖІННЯ НА ЙОГО ПОВЕРХНІ (ГРАВІТАЦІЙНИЙ МЕТОД).
- ЗА ТРЕТІМ (УТОЧНЕНИМ) ЗАКОНОМ КЕПЛЕРА.
- ІЗ АНАЛІЗУ СПОСТЕРЕЖЕНЬ ЗБУРЕНЬ, ЯКІ ВИКЛИКАЄ НЕБЕСНЕ ТІЛО В РУСІ ІНШИХ НЕБЕСНИХ ТІЛ.



НА ТІЛО МАСОЮ m , ЯКЕ РОЗТАШОВАНЕ ПОБЛИЗУ ПОВЕРХНІ ЗЕМЛІ, ДІЄ СИЛА ТЯЖІННЯ $F = mg$, ДЕ g — ПРИСКОРЕННЯ ВІЛЬНОГО ПАДІННЯ.

ЯКЩО ТІЛО РУХАЄТЬСЯ ЛИШЕ ПІД ДІЄЮ СИЛИ ТЯЖІННЯ, ТО ЗАСТОСОВУЮТЬ ЗАКОН ВСЕСВІТНЬОГО ТЯЖІННЯ. ПРИСКОРЕННЯ ВІЛЬНОГО ПАДІННЯ, СПРЯМОВАНЕ ДО ЦЕНТРУ ЗЕМЛІ, ОБЧИСЛЮЮТЬ ЗА ФОРМУЛОЮ:

$$g = G \frac{M}{R_{\oplus}^2}$$



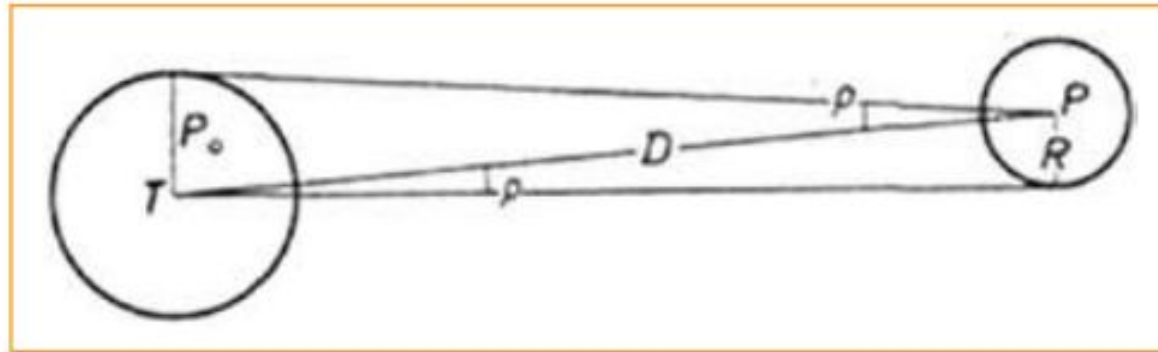
РАДІУС ЗЕМЛІ $R_{\oplus}=6370$ км, А МАСУ ЗЕМЛІ МОЖНА
ОБЧИСЛИТИ ЗА ФОРМУЛОЮ:



$$M = \frac{gR_{\oplus}^2}{G}$$

$$M = 5,97 \cdot 10^{24} \text{ кг}$$





ЩОБ ВИЗНАЧИТИ ЛІНІЙНИЙ РОЗМІР НЕБЕСНОГО ТІЛА, ПОТРІБНО ВИМІРЯТИ КУТ, ПІД ЯКИМ МИ БАЧИМО ЙОГО РАДІУС, І ЗНАТИ ВІДСТАНЬ ДО НЬОГО. НА РИС. СПОСТЕРІГАЧ ІЗ ЦЕНТРУ T ЗЕМЛІ МОЖЕ БАЧИТИ ЛИШЕ ЛІНІЙНИЙ РАДІУС R ТІЛА ПІД КУТОМ ρ .



ВІДСТАНЬ ВІД ЦЕНТРА ЗЕМЛІ ДО ЦЕНТРА НЕБЕСНОГО ТІЛА ПОЗНАЧИМО ЛІТЕРОЮ D .

Тоді: $R = D \cdot \sin(p)$.

Якщо D виразити в радіусах Землі, то й R ми знайдемо в радіусах Землі. Якщо D виразити в кілометрах, то R вийде в кілометрах. Наприклад, відстань до Місяця D дорівнює 60 земним радіусам, а радіус Місяця ми бачимо під кутом $16'$.

Для Місяця $R = 60 \cdot \sin(16') = 0,27$ радіуса Землі.



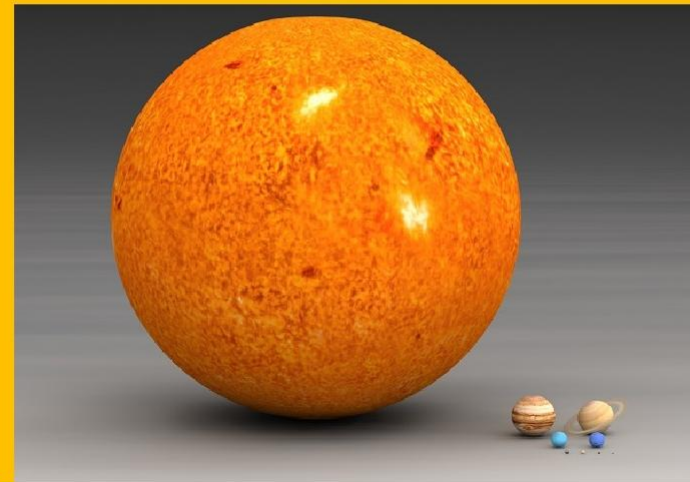
РЕЗУЛЬТАТИ НАВЕДЕНИХ ОБЧИСЛЮВАНЬ ДОВОДЯТЬ
ВІДСУТНІСТЬ ПРИНЦИПОВИХ ВІДМІННОСТЕЙ МІЖ ЗЕМЛЕЮ І
НЕБЕСНИМИ ТІЛАМИ.



МАСА СОНЦЯ: $M=(1,98847) \cdot 10^{30}$ КГ.



Маса сонця становить 99,8% від усієї маси Сонячної системи.



СОНЦЕ

Середня відстань від Землі до Сонця
149 597 870 км (1 а.о.)

Кутовий діаметр на небі 32°

Радіус 696 000 км (109 земних)

Середній період осьового обертання 25,38 діб

Нахил площини екватора
до екліптики 7 град 15 мін.

Маса $1,989 \cdot 10^{30}$ кг (333 000 земних)

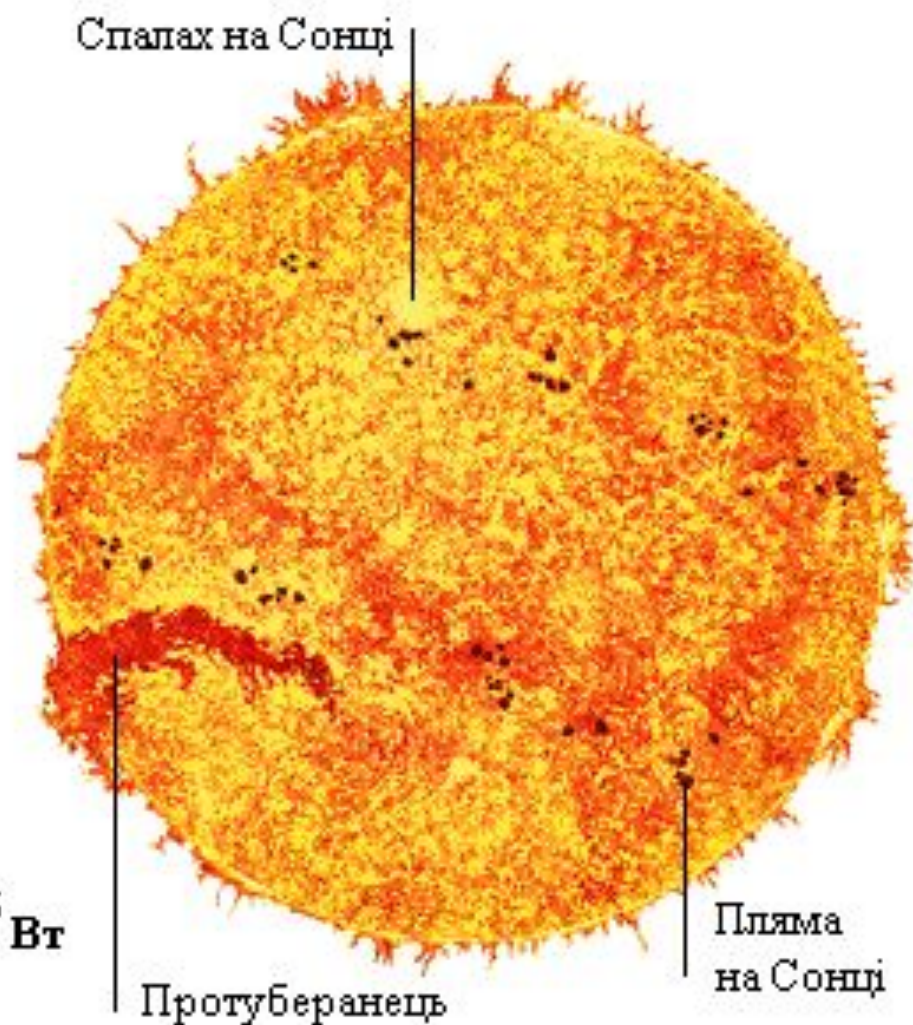
Середня густина $1,41 \text{ г / см}^3$

Густина в центрі 156 г / см^3

Ефективна температура поверхні 5780 К

Сонячна стала $1,37 \text{ кВт / м}^2$

Повна випромінювальна потужність $3,86 \cdot 10^{26} \text{ Вт}$



Сонячна маса перевищує масу Землі майже в 332 946 разів. Близько 99,86% маси Сонячної системи припадає саме на Сонце, а загальна маса усіх планет становить лише 0,0013 M_{\odot} , причому більша частина сумарної маси планет належить Юпітеру (його маса у 1047,56 разів менша за сонячну).



МАСА БІЛЬШОСТІ ОКРЕМИХ ЗІР У ВСЕСВІТІ СКЛАДАЄ ВІД 0,08 до $50 M_{\odot}$, А МАСА ЧОРНИХ ДІР І ЦІЛИХ ГАЛАКТИК МОЖЕ СЯГАТИ МІЛЬЙОНІВ І МІЛЬЯРДІВ МАС НАШОГО СВІТИЛА.



НАВЧАЛЬНІ ЗАВДАННЯ

Визначити масу Юпітера m , якщо відомо, що його супутник Ганімед обертається навколо планети на відстані $a = 1070000$ км з періодом $T = 7,2$ доби.

Розв'язання: З формули (9.5) $m = 4\pi^2/G a^3/T^2$ підставляючи числові значення, знаходимо

$$m = \frac{5,9 \cdot 10^{11} \frac{\text{кгс}^2}{\text{м}^3} \cdot (1,07 \cdot 10^9 \text{с})^3}{(6,22 \cdot 10^5 \text{с})^2} = 1,9 \cdot 10^{27} \text{кг}$$

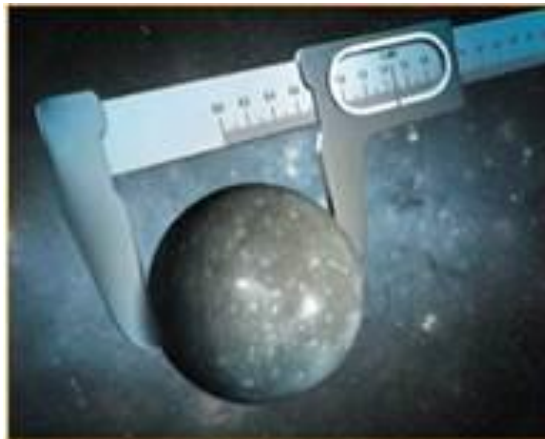
Відповідь: Маса Юпітера становить майже $2 \cdot 10^{27}$ кг.



ПОМІРКУЙТЕ:

1. ЯКИЙ ЗАКОН ДОПОМАГАЄ ОБЧИСЛИТИ МАСУ НЕБЕСНОГО ТІЛА? НАЗВІТЬ ЙОГО ФОРМУЛУ.

2. ЯКИМИ ДАНИМИ НЕОБХІДНО СКОРИСТАТИСЯ, ЩОБ ВИЗНАЧИТИ РОЗМІР НЕБЕСНОГО ТІЛА? У ЧОМУ ЙОГО МОЖНА ВИРАЗИТИ?



ДЯКУЮ ЗА УВАГУ

