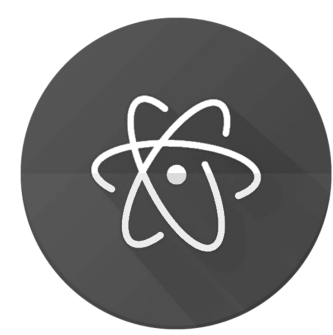
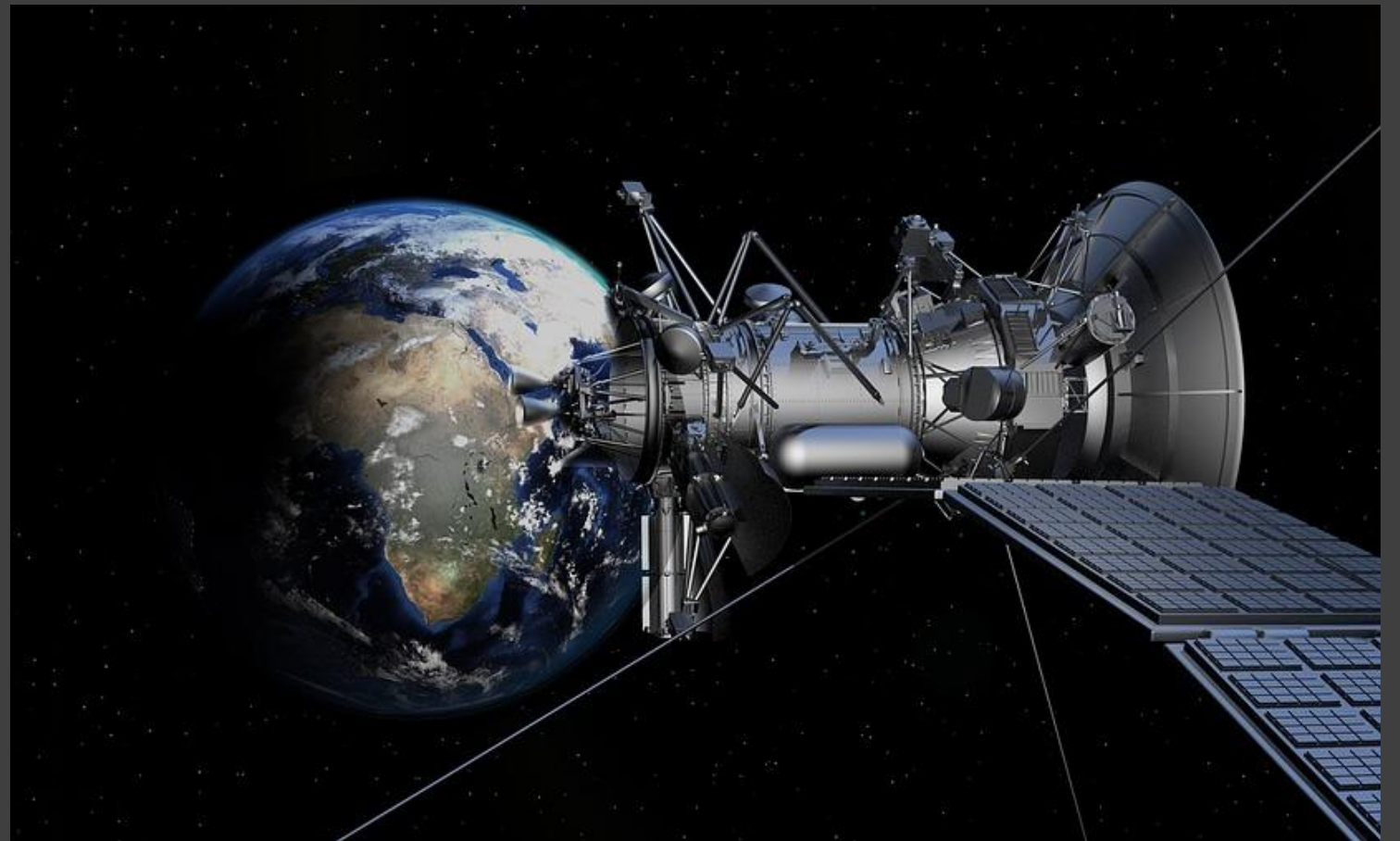


# УРОК 21



ФІЗИКА 10

Гравітаційне  
поле. Сила  
тяжіння. Перша  
космічна  
швидкість





# Проблемні запитання

**Ми знаємо, що між собою взаємодіють**

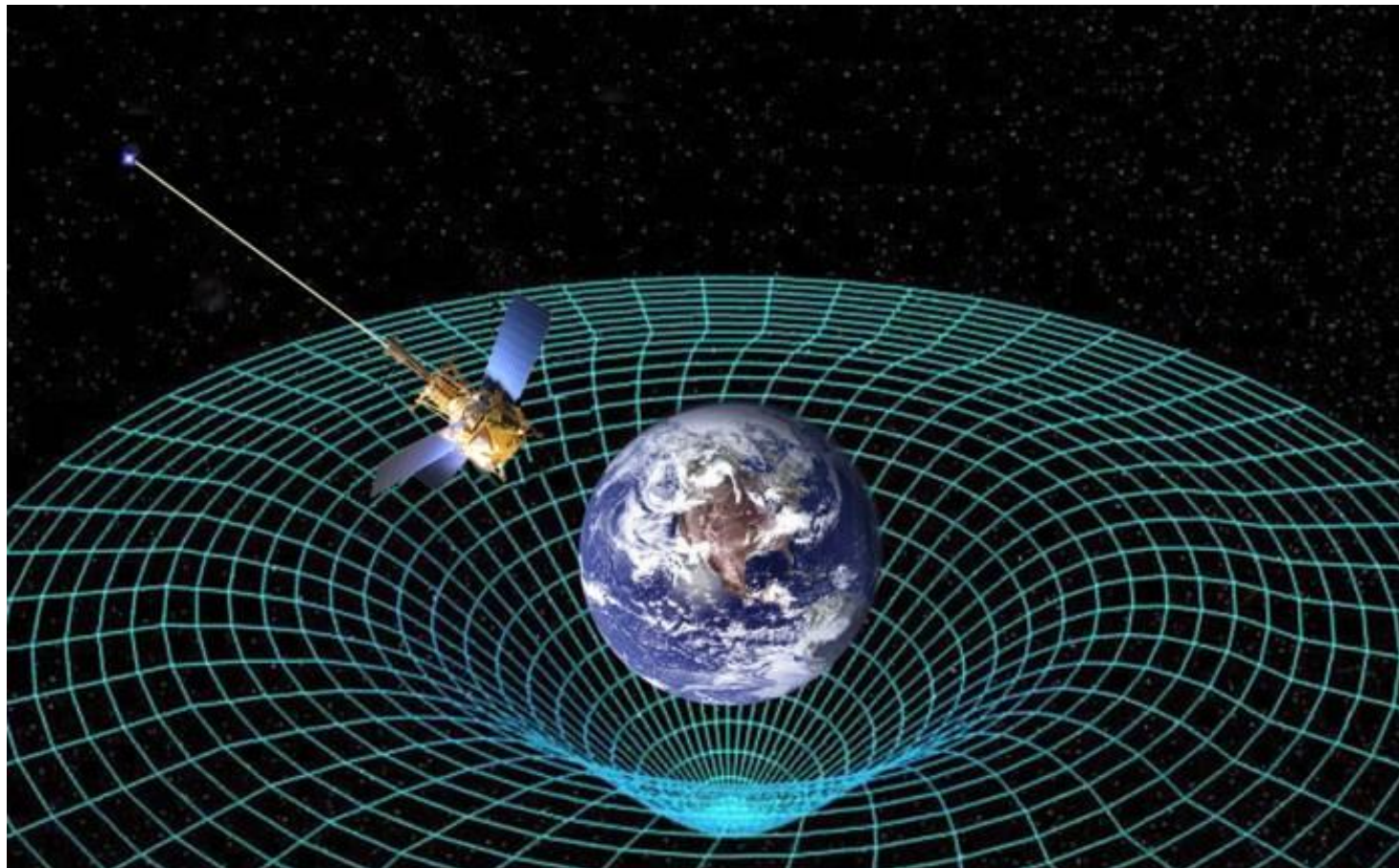
**Чи тільки небесні тіла можуть  
взаємодіяти?**





# Гравітаційна взаємодія

**Гравітаційна взаємодія** – взаємодія, яка є властивою всім тілам у Всесвіті й виявляється в їхньому взаємному притяганні одне до одного



Гравітаційна  
взаємодія  
здійснюється за  
допомогою  
**гравітаційного  
поля**

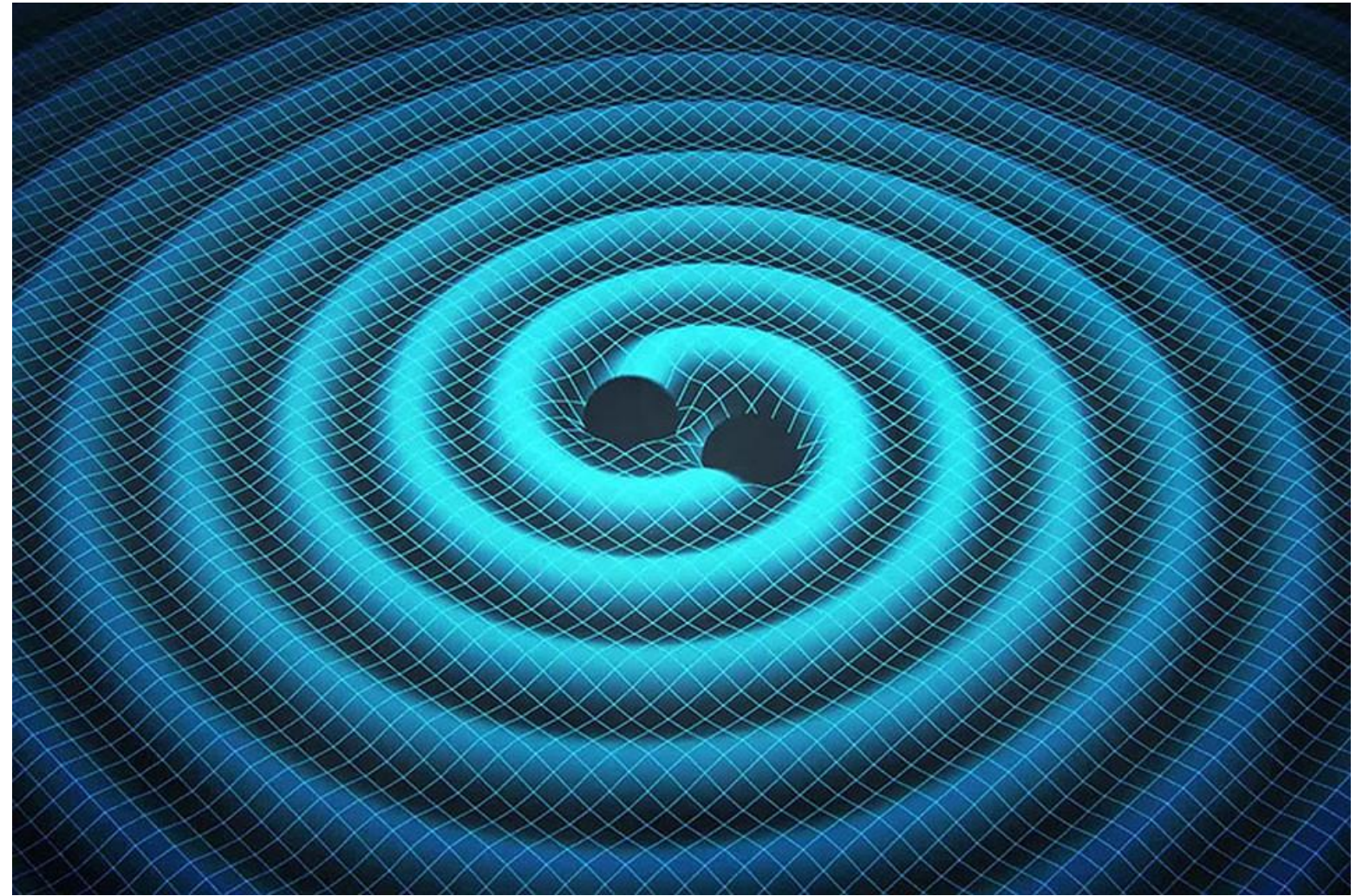




# Гравітаційна взаємодія

**Гравітаційна хвиля** –  
поширення змінного  
гравітаційного поля  
в просторі

Випромінюється  
рухомою масою і  
може відірватися від  
свого джерела

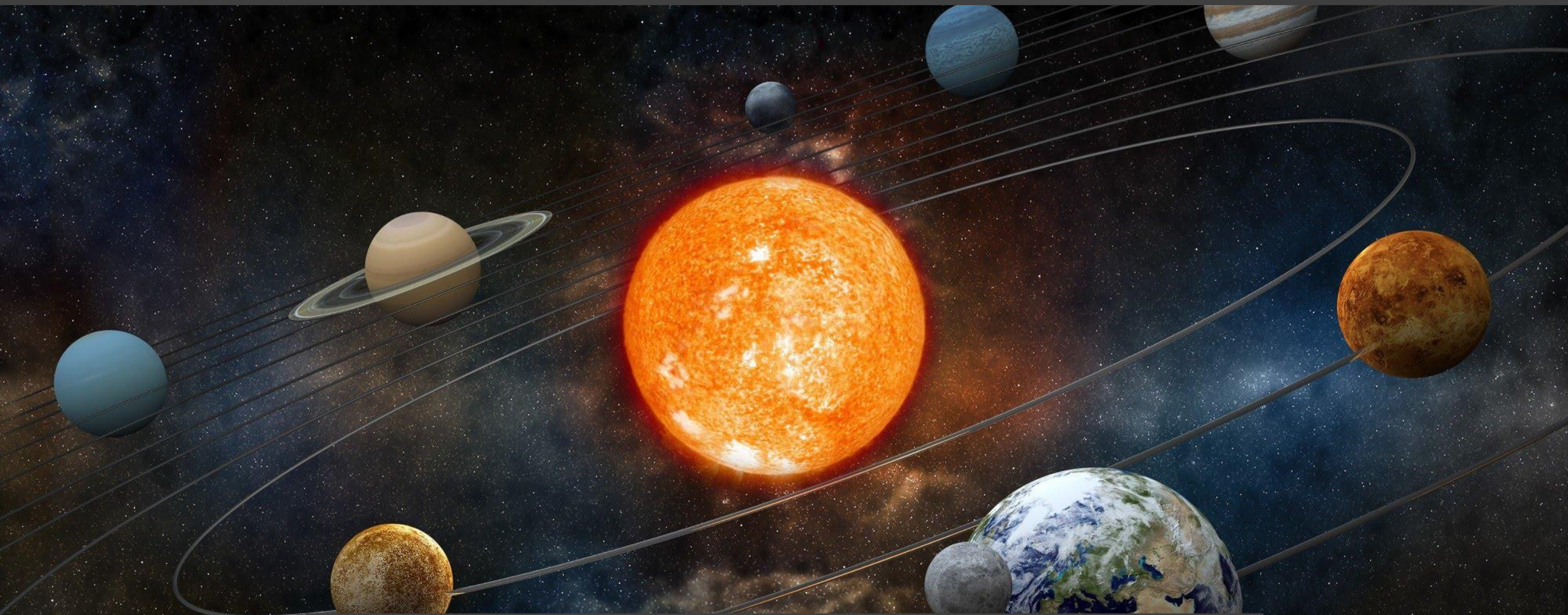


Офіційно підтверджені  
11 лютого 2016 року





# Закон всесвітнього тяжіння



Як розрахувати **силу**  
**гравітаційного притягання?**

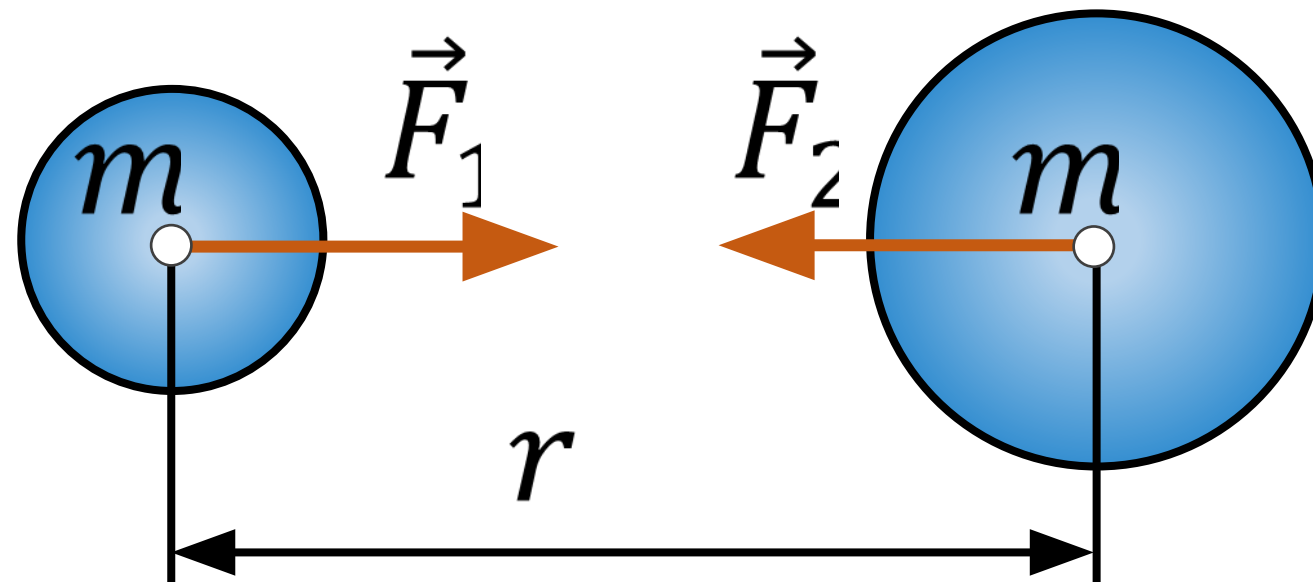




# Закон всесвітнього тяжіння

## Закон всесвітнього тяжіння:

Між будь-якими двома тілами діють сили гравітаційного притягання, які прямо пропорційні добутку мас цих тіл і обернено пропорційні квадрату відстані між ними



$$F = G \frac{m_1 m_2}{r^2}$$



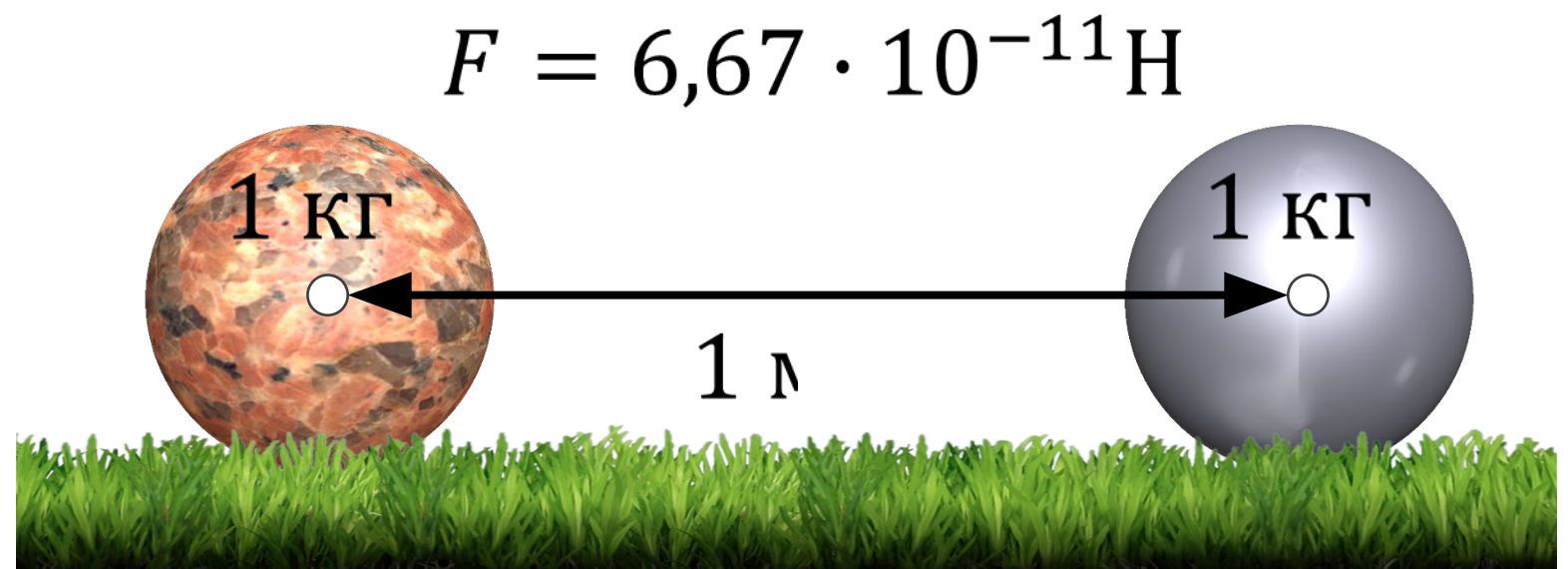
# Гравітаційна стала



Генрі Кавендіш  
(1731 – 1810)

Виміряв гравітаційну сталу (1798 р.)

$$G = 6,67 \cdot 10^{-11} \frac{\text{Н} \cdot \text{м}^2}{\text{кг}^2}$$

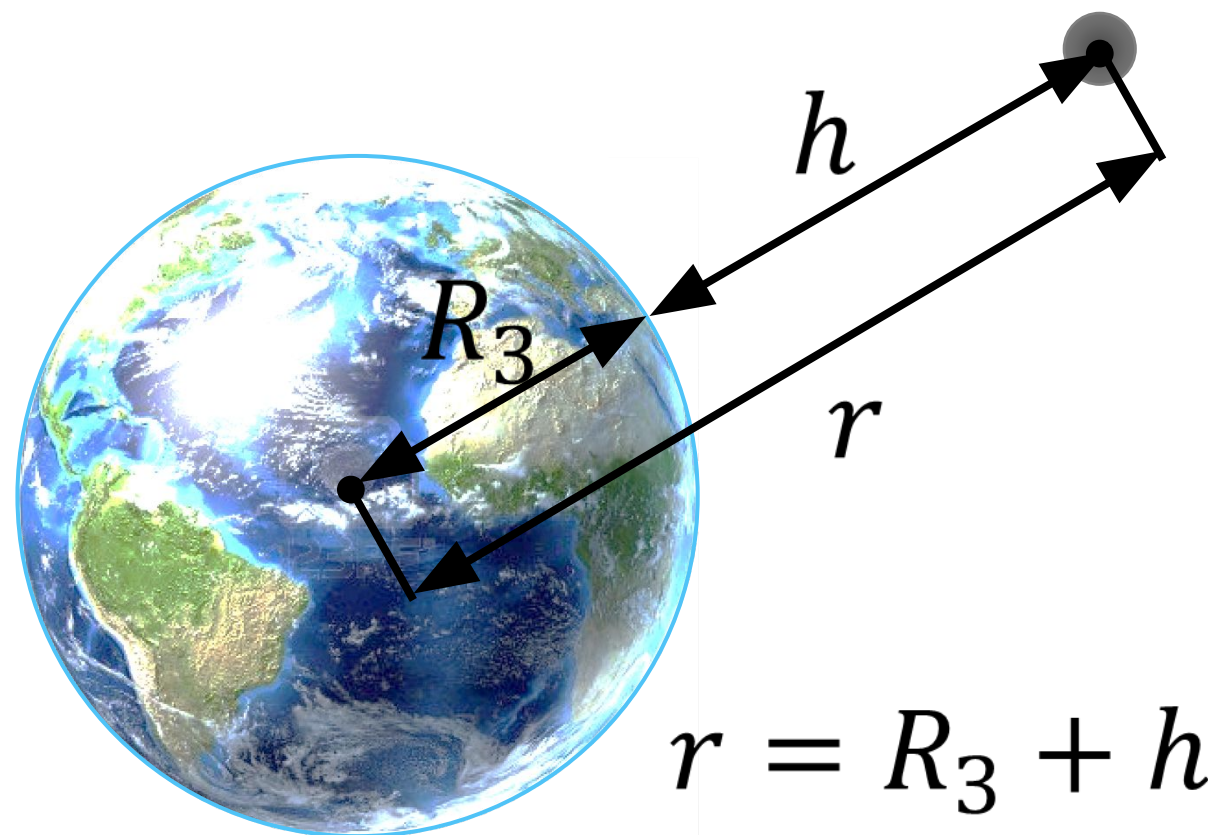


# Сила тяжіння

**Сила тяжіння**  $\vec{F}_{\text{ТЯЖ}}$  – сила, з якою Земля (або інше астрономічне тіло) притягує до себе тіла, що перебувають на її поверхні або поблизу неї

$$F_{\text{ТЯЖ}} = G \frac{mM_3}{r^2}$$

$$F_{\text{ТЯЖ}} = G \frac{mM_3}{(R_3 + h)^2}$$





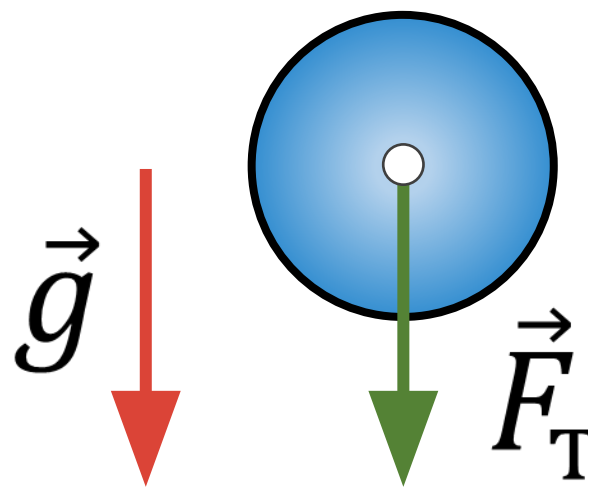
# Прискорення вільного падіння

## Прискорення вільного падіння

$$\vec{g} = \frac{\vec{F}_{\text{ТЯЖ}}}{m}$$

$$F_{\text{ТЯЖ}} = mg$$

$$F_{\text{ТЯЖ}} = G \frac{mM_3}{(R_3 + h)^2}$$



$$g = G \frac{M_3}{(R_3 + h)^2}$$



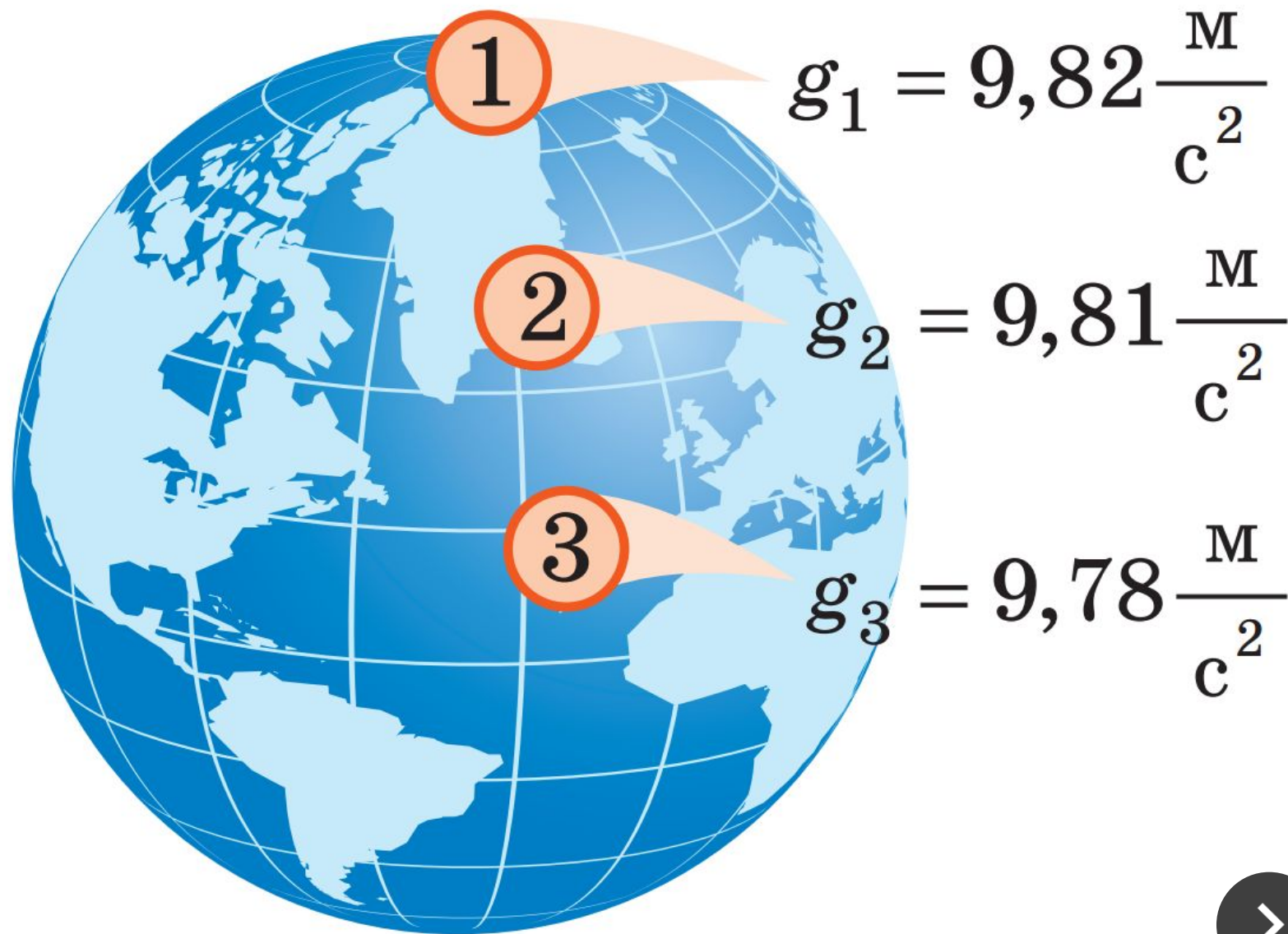


# Прискорення вільного падіння

$$\text{Аналіз формули } g = G \frac{M_3}{(R_3+h)^2}$$

3. Якщо тіло перебуває на поверхні Землі ( $h = 0$ ) або на висоті кількох кілометрів ( $h \ll R_3$ ):

$$g = G \frac{M_3}{R_3^2} \approx 9,8 \frac{\text{М}}{\text{с}^2}$$





# Перша космічна швидкість

Прокоментуйте слова



**Ціолковський  
Костянтин (1857-1935)**

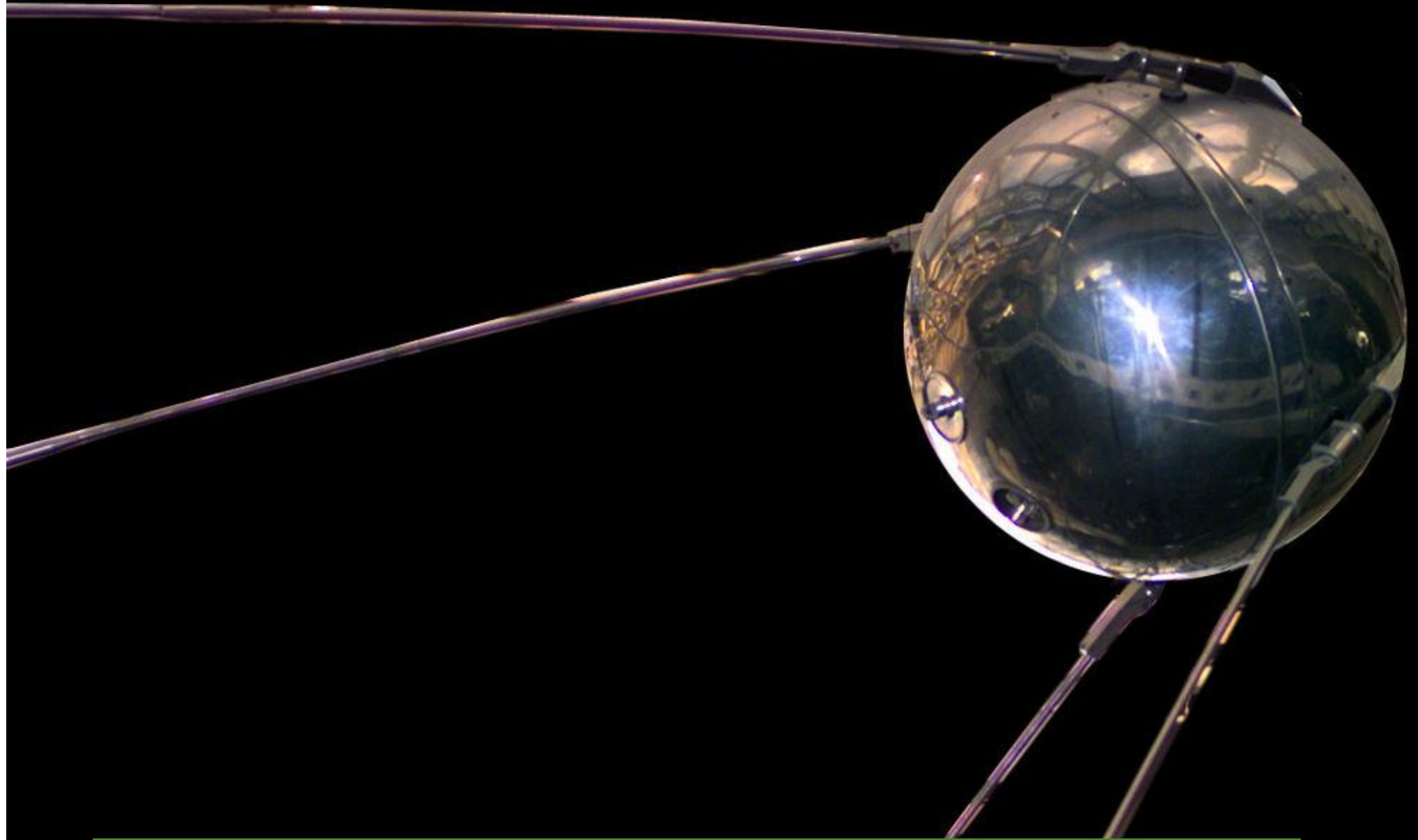
**«Людство не залишиться назавжди на Землі, але в гонитві за простором спочатку несміливо проникне за межі атмосфери, а потім підпорядкує собі весь навколосонячний простір»**





# Перша космічна швидкість

**Штучний  
супутник Землі**  
– це тіло, яке  
рухається на  
певній висоті  
над поверхнею  
Землі по  
коловій орбіті



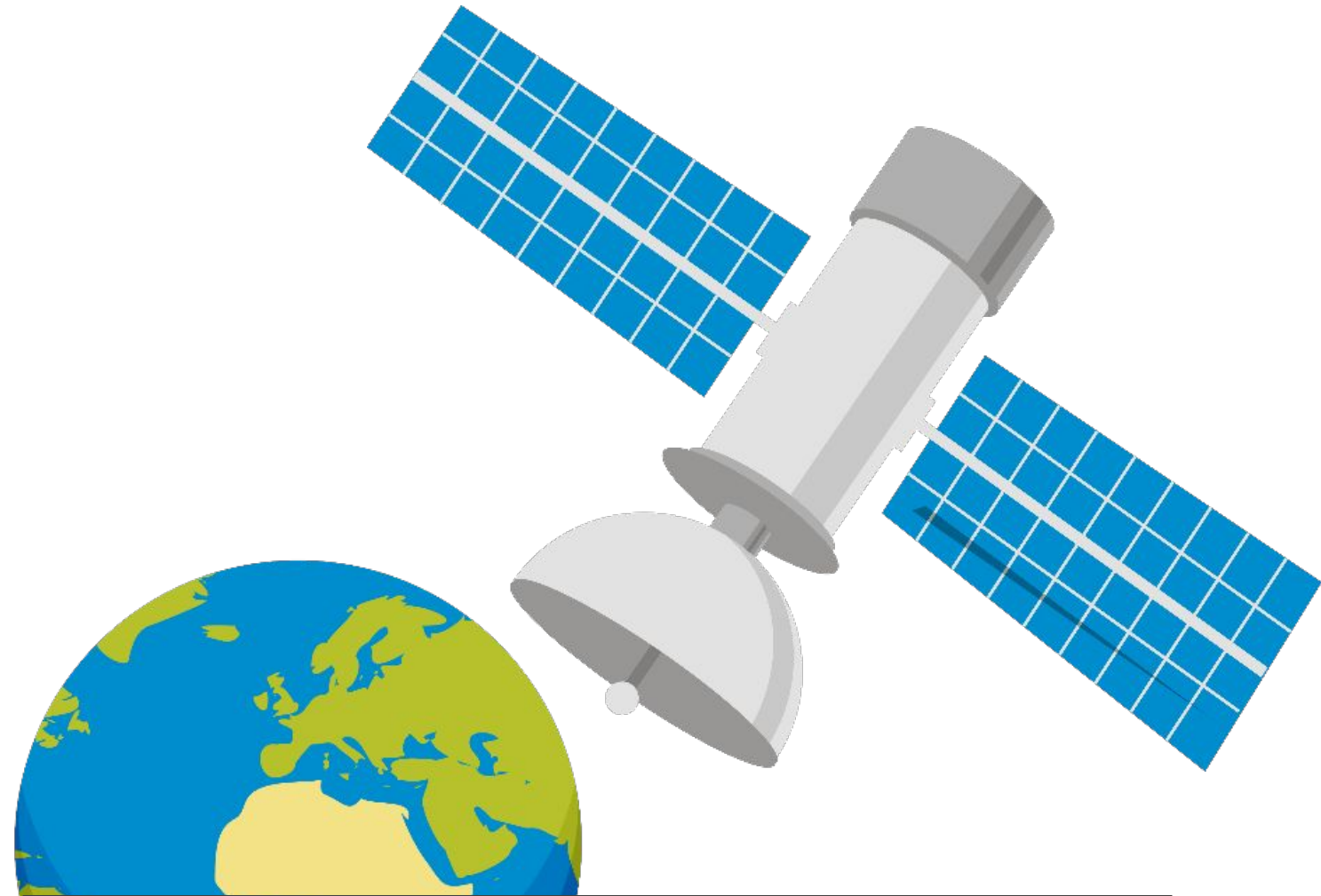
**Простий Супутник-1**  
(Перший штучний супутник Землі  
4 жовтня 1957)





# Перша космічна швидкість

**Перша космічна швидкість** – це швидкість, яку потрібно надати тілу в момент запуску з даної планети, щоб тіло стало її штучним супутником і при цьому рухалося б по колу, центр якого збігається з центром цієї планети



Як **обчислити першу космічну швидкість** для будь-якої планети?



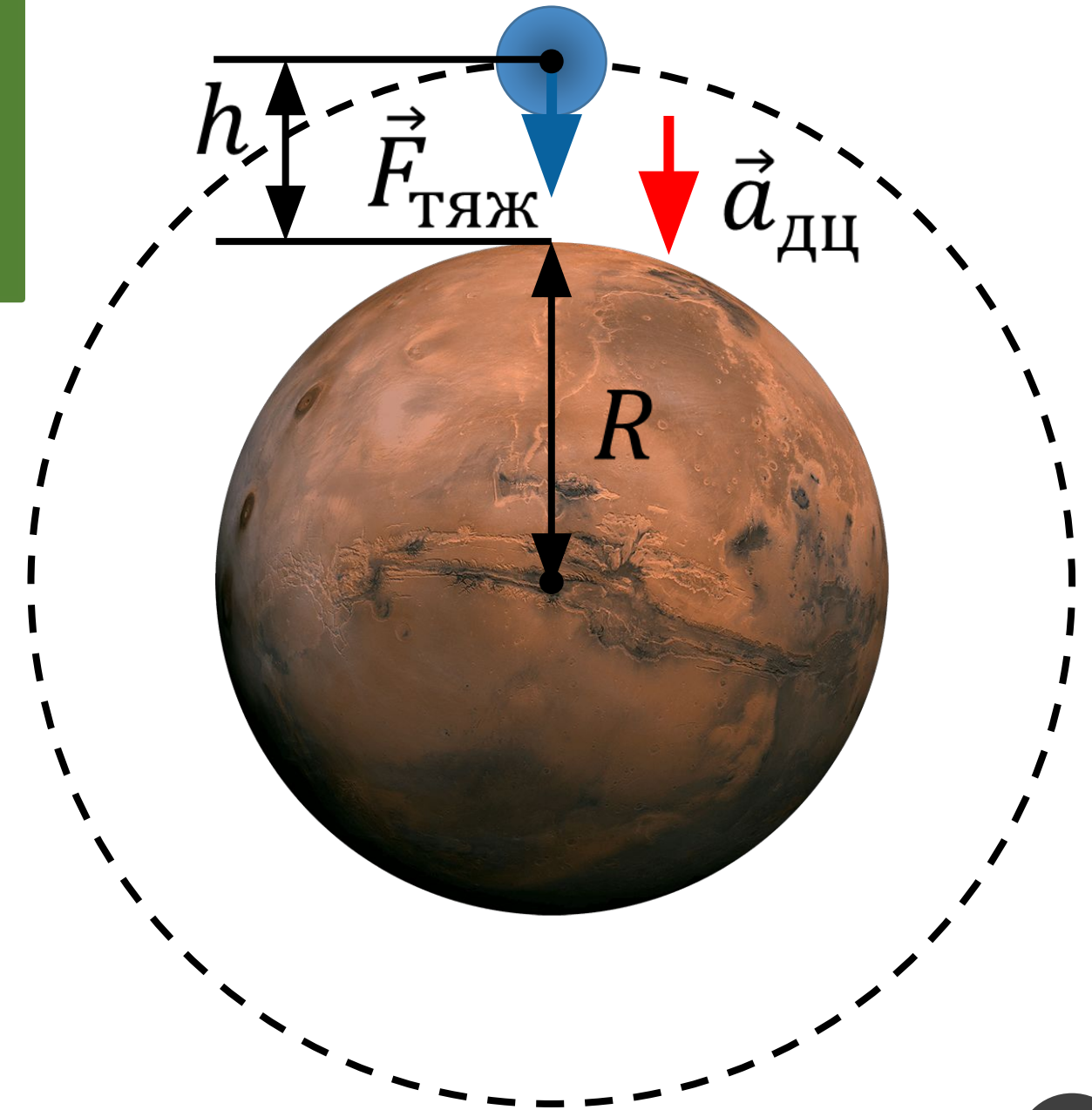


# Перша космічна швидкість

$$a_{\text{дц}} = \frac{v^2}{R + h}$$

$$a_{\text{дц}} = \frac{GM}{(R + h)^2}$$

$$v = \sqrt{\frac{GM}{R + h}}$$



Як **обчислити першу космічну швидкість** для Землі?





# Перша космічна швидкість

$$h \approx 0$$

$$v = \sqrt{\frac{GM_3}{R_3}}$$

$$v = \sqrt{gR_3}$$

$$v_I = 7,9 \frac{\text{KM}}{\text{c}}$$



# Перша космічна швидкість

Що станеться, якщо тіло матиме швидкість, **більшу за першу космічну?**

$$v_{IV} \approx 550 \frac{\text{км}}{\text{с}}$$

Дозволяє подолати тяжіння галактики





# Запитання для фронтального опитування

1. Яку взаємодію називають **гравітаційною**?  
Наведіть приклади.

2. Сформулюйте й запишіть  
**закон всесвітнього тяжіння.**

3. Яким є фізичний зміст **гравітаційної сталої**?  
Чому вона дорівнює?



# Запитання для фронтального опитування

4. Дайте визначення **сили тяжіння**. За якими формулами її обчислюють?

5. Як розрахувати **прискорення вільного падіння** поблизу поверхні Землі?

6. Дайте визначення **першої космічної швидкості**.





# Домашнє завдання

Опрацювати § 11,  
Вправа № 11 (3, 5)