

# Закон всесвітнього тяжіння

## Закон всесвітнього тяжіння

1667 р.,  
Ісаак Ньютон,  
Англія

*Усі тіла у всесвіті притягають одне одне з силою, прямо пропорційною добутку їх мас і обернено пропорційною квадрату відстані між ними*

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

**Закон виконується:**

- ✓ для матеріальних точок;
- ✓ для тіл із сферично розподіленою масою;
- ✓ для тіла із сферично розподіленою масою та матеріальної точки

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

*Генрі Кавендіш,  
1789*

# Прискорення вільного падіння

---

- ▶  $M_3$  – маса планети
- ▶  $R_3$  – радіус планети
  
- ▶ Для планети Земля:

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



# Залежність прискорення вільного падіння від висоти

---

- ▶ Чим далі тіло від планети, тим слабше планета його притягує.
- ▶ Отже, зі збільшенням висоти прискорення вільного падіння зменшується!

$$g = G \frac{M}{(R + h)^2}$$



Відстань між центрами куль 8 м. Кулі притягуються одна до одної з силою  $26,68 \cdot 10^{-10}$  Н. Маса одної кулі 40 кг. Знайти масу другої кулі.

- ▶ Розв'язання на наступному слайді



$$R=8\text{м} \quad m_1=40\text{кг} \quad F=26,68 \cdot 10^{-10}\text{ Н} \quad m_2- ?$$

---

► Розв'язання:

$$F = \frac{Gm_1m_2}{R^2}$$

$$m_2 = \frac{FR^2}{Gm_1} = \frac{26,68 \cdot 10^{-10} \cdot 8^2}{6,67 \cdot 10^{-11} \cdot 40} = 64 \text{ кг}$$



Маса планети становить 0,4 маси Землі, а радіус планети становить 0,8 радіуса Землі. Знайти прискорення вільного падіння на цій планеті, якщо прискорення вільного падіння на Землі  $9,8 \text{ м/с}^2$ .

- ▶ Розв'язання на наступному слайді



$$m_{\text{п}} = 0,4m_3 \quad R_{\text{п}} = 0,8R_3$$

$$g_3 = 9,8 \text{ м/с}^2 \quad g_{\text{п}} = ?$$

---

► Розв'язання:

$$g = \frac{Gm}{R^2} \quad g_3 = \frac{Gm_3}{R_3^2} \quad g_{\text{п}} = \frac{Gm_{\text{п}}}{R_{\text{п}}^2}$$

► Зробимо заміну, використовуючи умову задачі умови:

$$g_{\text{п}} = \frac{Gm_{\text{п}}}{R_{\text{п}}^2} = \frac{G \cdot 0,4m_3}{(0,8R_3)^2} = \frac{G \cdot 0,4m_3}{0,64R_3^2} = \frac{0,4 \cdot Gm_3}{0,64 \cdot R_3^2}$$

► Винесемо числа вперед і зробимо заміну:

$$g_{\text{п}} = \frac{0,4 \cdot Gm_3}{0,64 \cdot R_3^2} = \frac{0,4}{0,64} \cdot \frac{Gm_3}{R_3^2} = 0,625g_3 = 0,625 \cdot 9,8 = 6,125 \text{ м/с}^2$$

---



## Задачі для самостійного опрацювання:

---

- ▶ 1. На якій відстані одна від одної перебувають кулі, якщо їх маси тіл 4 кг та 8 кг, а сила їх взаємодії  $13,34 \cdot 10^{-11}$  Н.
- ▶ 2. Знайти прискорення вільного падіння на планеті, якщо її маса в 3 рази більша за масу Землі, а радіус в 4 рази менший за радіус Землі. Прискорення вільного падіння на Землі  $9,8 \text{ м/с}^2$ .

▶ (підказка:  $m_{\text{п}} = 3m_{\text{з}}$        $R_{\text{п}} = \frac{R_{\text{з}}}{4} = \frac{1}{4}R_{\text{з}} = 0,25R_{\text{з}}$  )

