

# МОУ лицей № 77

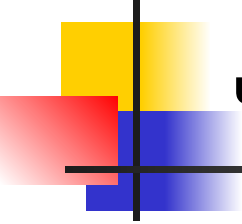
Урок – объяснение нового материала: 9 класс

## Закон всемирного тяготения. Сила тяжести.

---

Автор: **Лемишева ТИ**  
учитель физики, первой категории

Цели и задачи



**Цель урока:** Изучить закон всемирного тяготения, границы его применимости, частные случаи.

---

## **Задачи урока:**

- Повторить типы сил в природе.
- Изучить закон всемирного тяготения, его границы применимости.
- Разобрать частный случай силы всемирного тяготения – силу тяжести, ввести формулу ускорения свободного падения.



# Повторим изученное

---

- Сколько ВИДОВ СИЛ существует в природе?
  - Какие это виды?
  - Какие силы относятся к гравитационной природе?
-

# В природе существует 4 вида сил

---

- Виды: гравитационные силы  
электромагнитные силы  
ядерные силы  
слабые взаимодействия

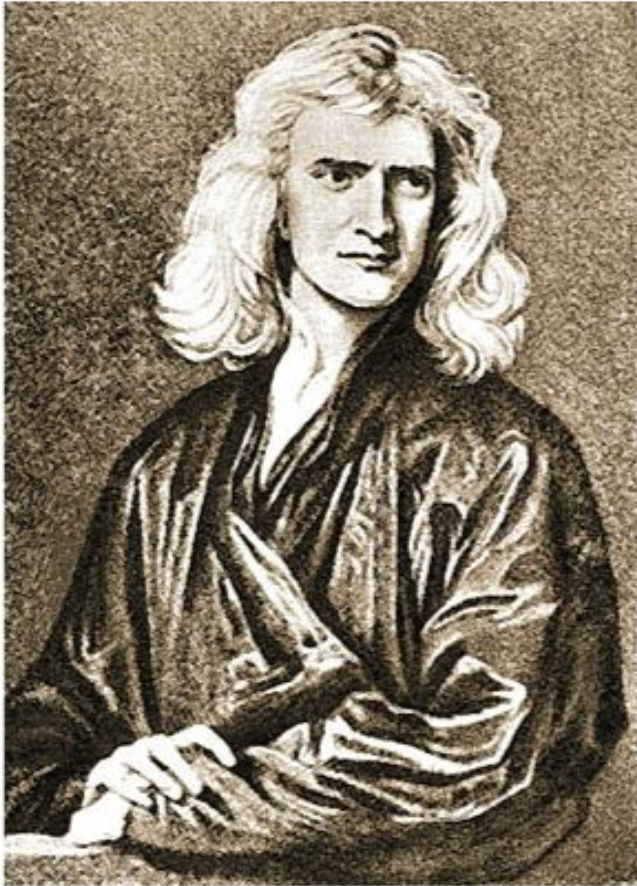


# Гравитационные силы:

---

- Сила всемирного тяготения
- Сила тяжести

# Сила всемирного тяготения



- **Догадка Ньютона:**

Причина, вызывающая падения камня на Землю, движение Луны вокруг Земли и планет вокруг Солнца, одна и та же.

# Сила всемирного тяготения

- это сила тяготения,  
действующая между любыми  
телами Вселенной



# Закон всемирного тяготения

## Что помогло открытию?

Наблюдени  
е за  
яблоками





# Движение тел в поле тяжести Земли

Может помогли научные  
рассуждения?

Опыт



# От чего зависит сила всемирного тяготения?

- От масс притягиваемых тел

(по III з. Ньютона силы, действующие на тела равны по модулю, а каждая сила пропорционально массе тела, на которое она действует)

- От расстояния между телами

На помощь пришла Луна

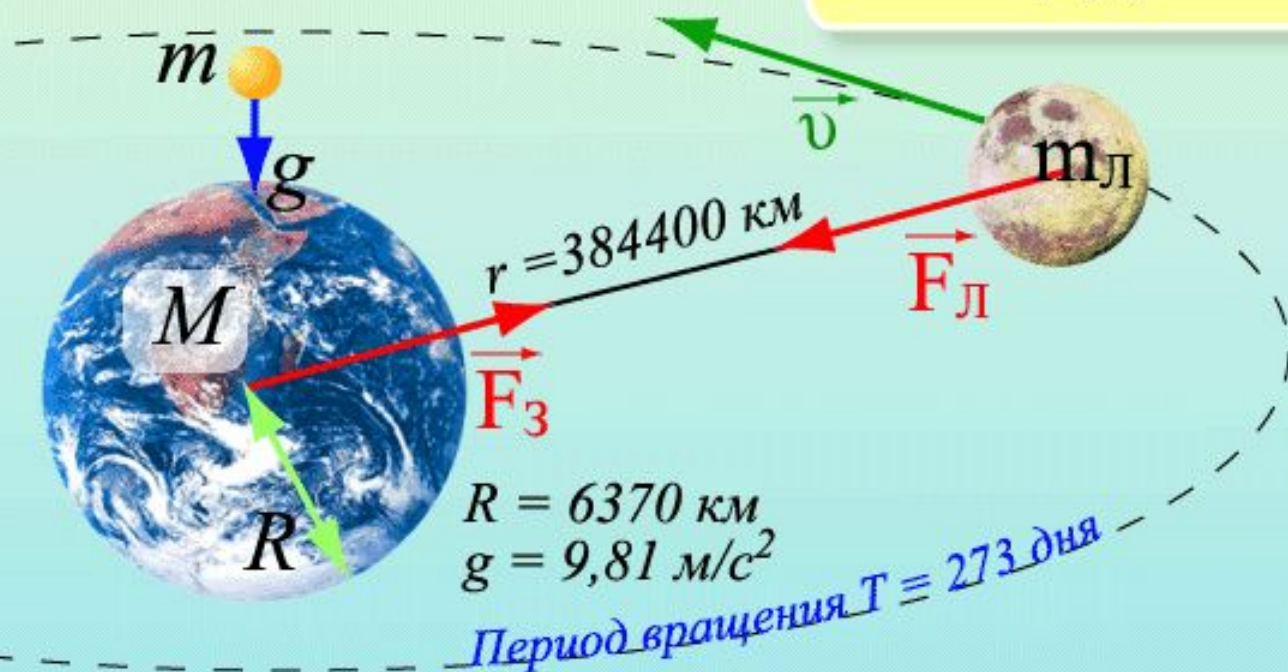
# Центростремительное ускорение Луны

$$a_{цс} = \frac{v^2}{r} = \frac{4\pi^2 r}{T^2} = 2,7 \cdot 10^{-3} \text{ м/с}^2$$

$$m_{Л} a = \gamma \frac{M m_{Л}}{r^2}$$

$$m g = \gamma \frac{m M}{R^2}$$

$$a = g \left( \frac{R}{r} \right)^2 \approx 2,7 \cdot 10^{-3} \text{ м/с}^2$$



Совпадение  $a_{цс}$  и  $a$  убедило Ньютона в справедливости закона

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

# Закон всемирного тяготения

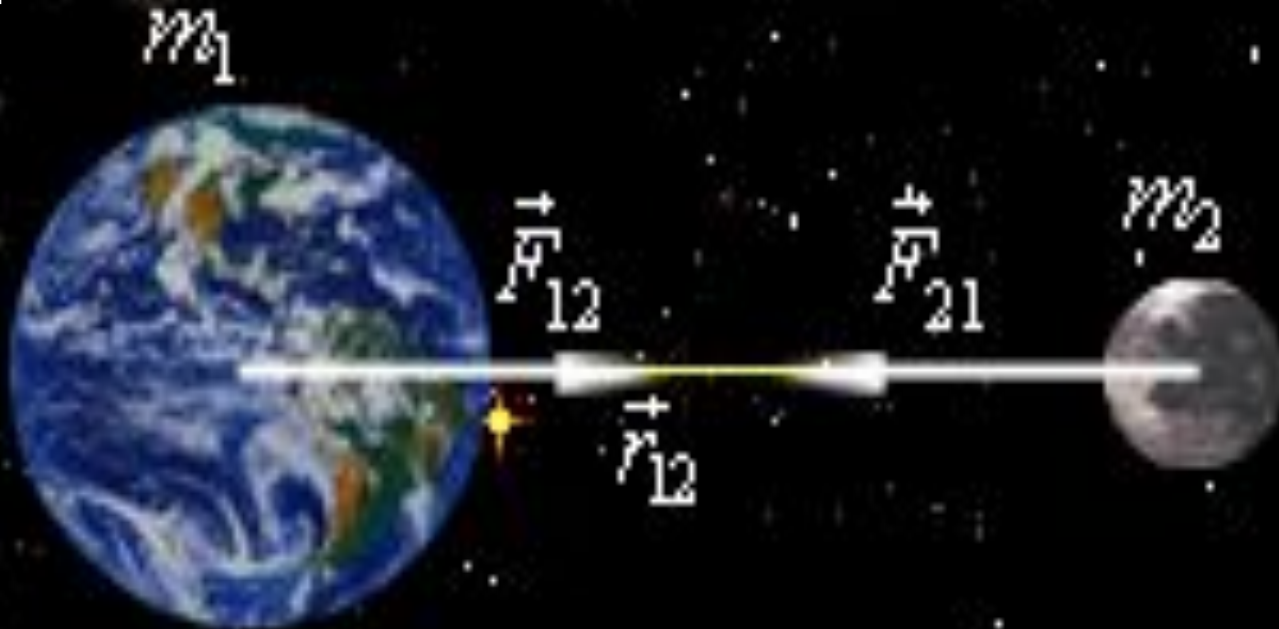
$$F = G \frac{m_1 m_2}{r^2}$$

$F$  – сила гравитационного притяжения  
 $m_1, m_2$  – массы взаимодействующих тел, кг  
 $r$  – расстояние между телами  
(центрами масс тел), м  
 $G$  – коэффициент (гравитационная  
постоянная)  $\approx 6,7 \cdot 10^{-11} \text{ Н} \cdot \text{м}^2 / \text{кг}^2$

формулировка

а

Сила взаимного притяжения тел  
прямо пропорциональна  
произведению масс этих тел и



обратно пропорциональна квадрату  
расстояния между ними

1667 год

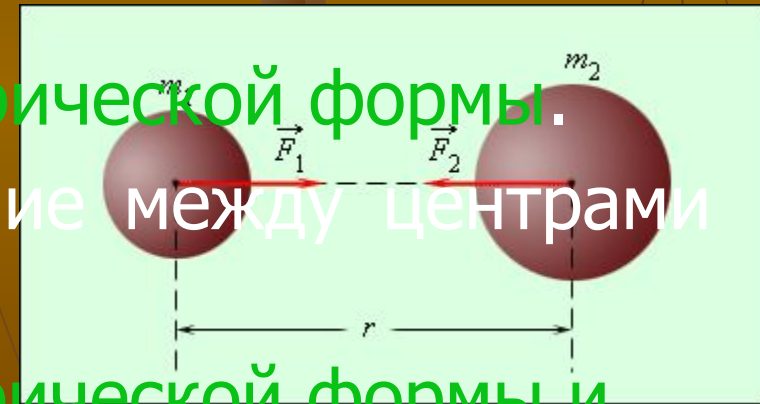
# Границы применимости закона всемирного тяготения

- Справедлив для материальных точек.

Силы гравитационного взаимодействия направлены вдоль линии, соединяющей эти точки

- Справедлив для тел сферической формы.

В этом случае –  $R$  – расстояние между центрами шаров.

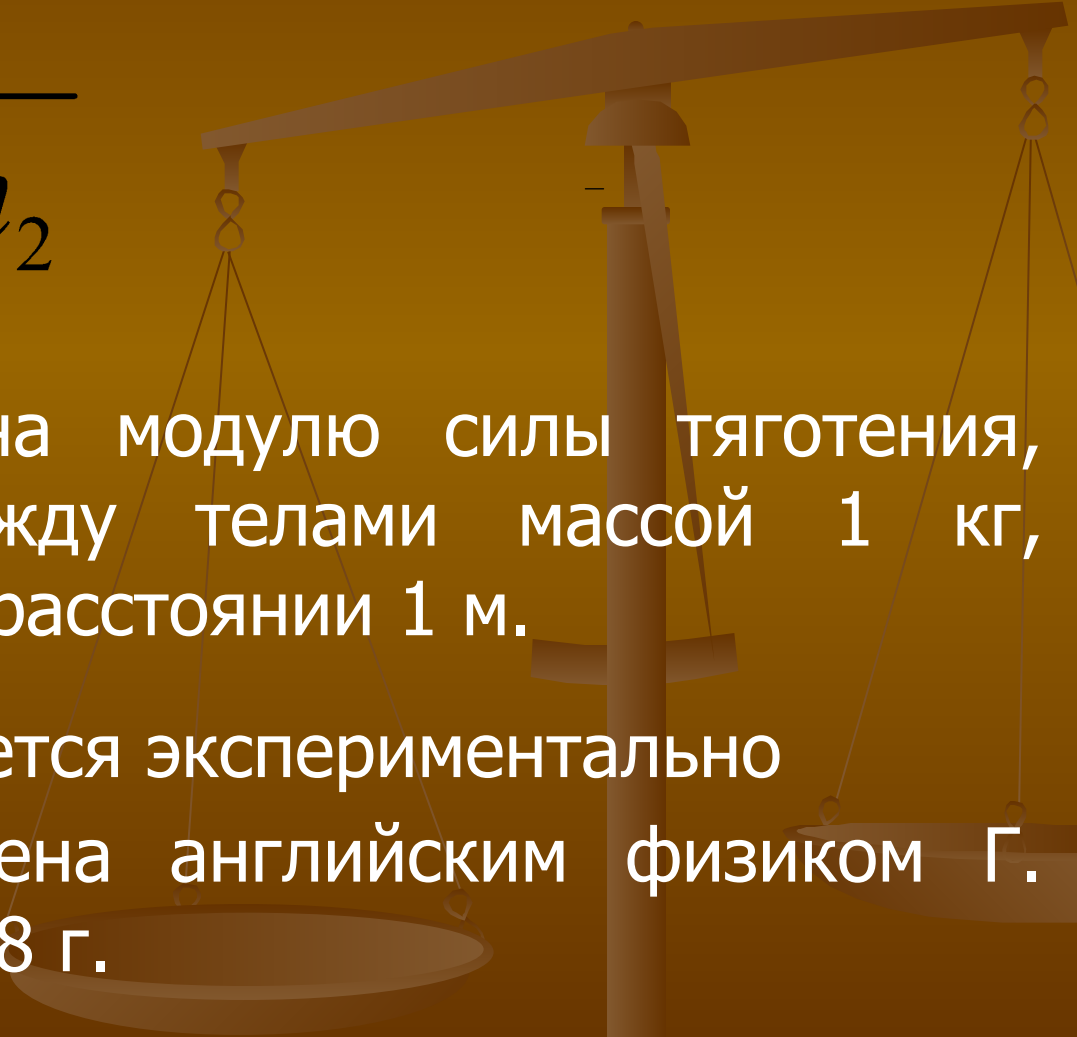


- Справедлив для тела сферической формы и материальной точки (тело и Земля)

В этом случае –  $R$  – расстояние от данного тела до центра Земли.

# Гравитационная постоянная

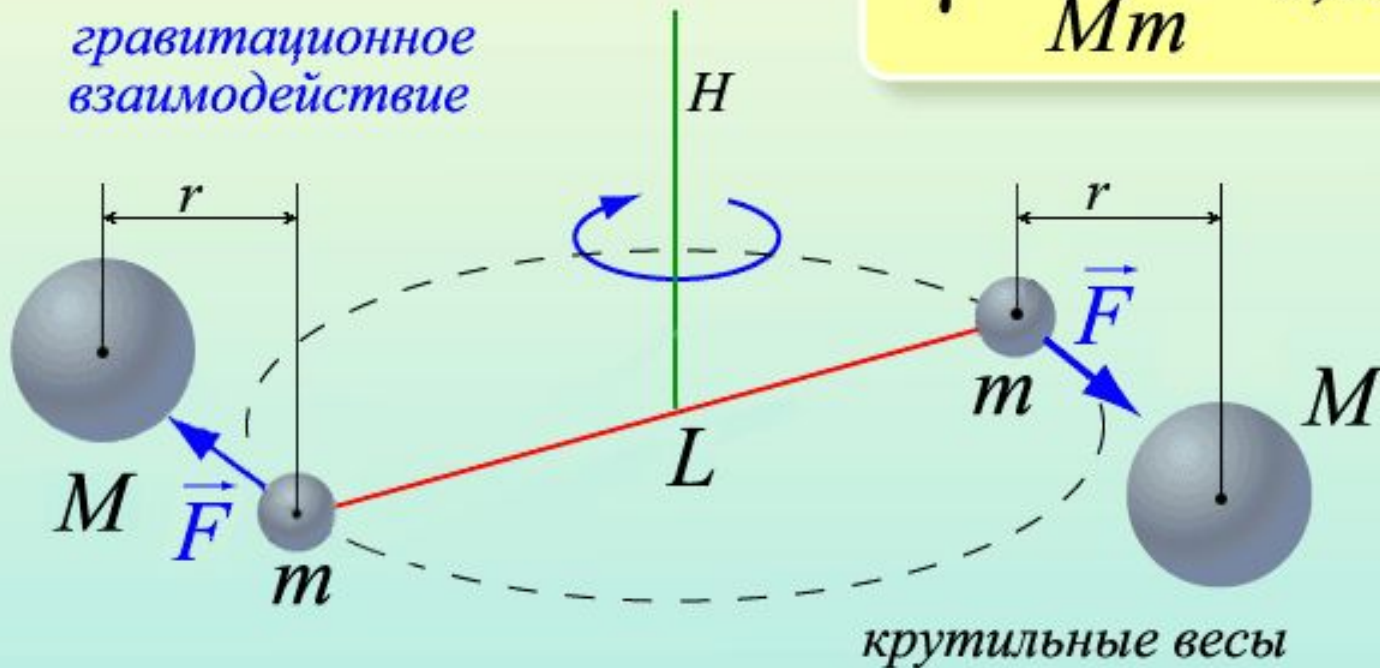
$$G = \frac{F \cdot R^2}{m_1 \cdot m_2}$$

- Численно равна модулю силы тяготения, действующей между телами массой 1 кг, находящимися на расстоянии 1 м.
    - Определяется экспериментально
  - Впервые измерена английским физиком Г. Кавендишем в 1798 г.
- 

# Опыт Кавендиша

$$\gamma = \frac{Fr^2}{Mm} = 6,65 \cdot 10^{-11} \frac{\text{Н} \cdot \text{м}^2}{\text{кг}^2}$$

гравитационное  
взаимодействие



*H* – тонкая нить

*L* – двухметровый стержень

*m* – свинцовые шары (диаметром 5 см и массой 775 г)

*M* – свинцовые шары (диаметром 20 см и массой 49,5 кг)

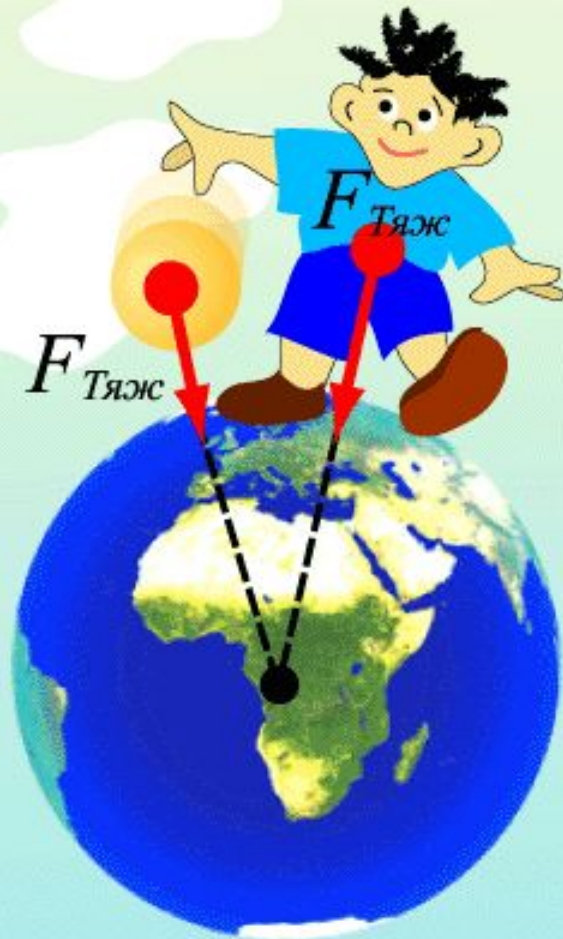
*r* – расстояния между большими и малыми шарами





# Сила тяжести

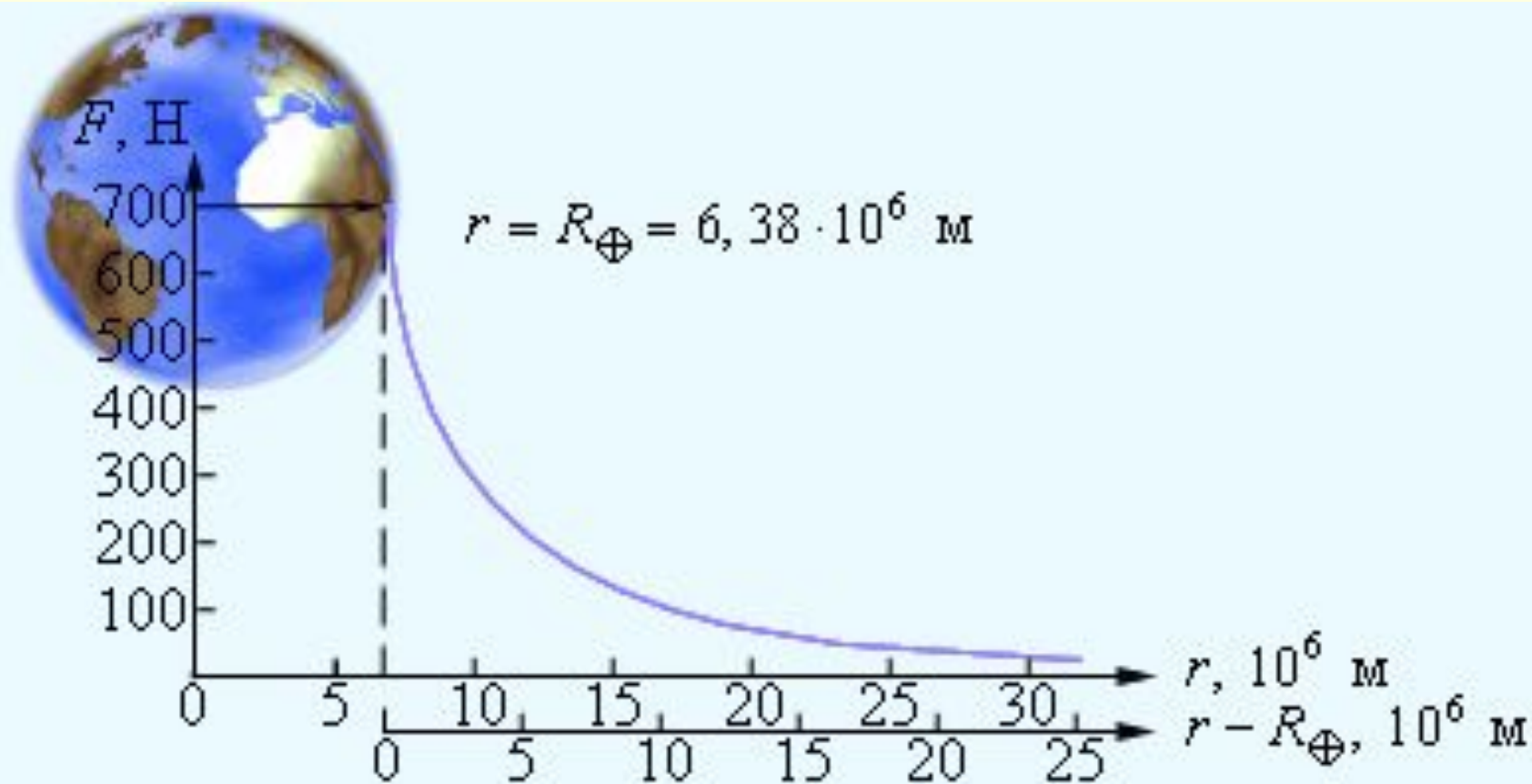
– сила, действующая на все тела со стороны Земли



$$F_{\text{Тяж}} = mg$$

*В каждой точке вокруг Земли сила тяжести направлена вниз, то есть к центру планеты.*

$F$  тяж – как частный случай  $F$  вс.тяг. – убывает обратно пропорционально квадрату расстояния между телом и центром Земли.



# Сила всемирного тяготения и сила тяжести

- Сила всемирного тяготения между телом и землёй:

$$F_{\text{вс.тяг.}} = G \frac{M_3 \cdot m_m}{(R_3 + h)^2}$$

- Сила тяжести:  $F_{\text{тяж}} = m_T \cdot g$

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

# Ускорение свободного падения

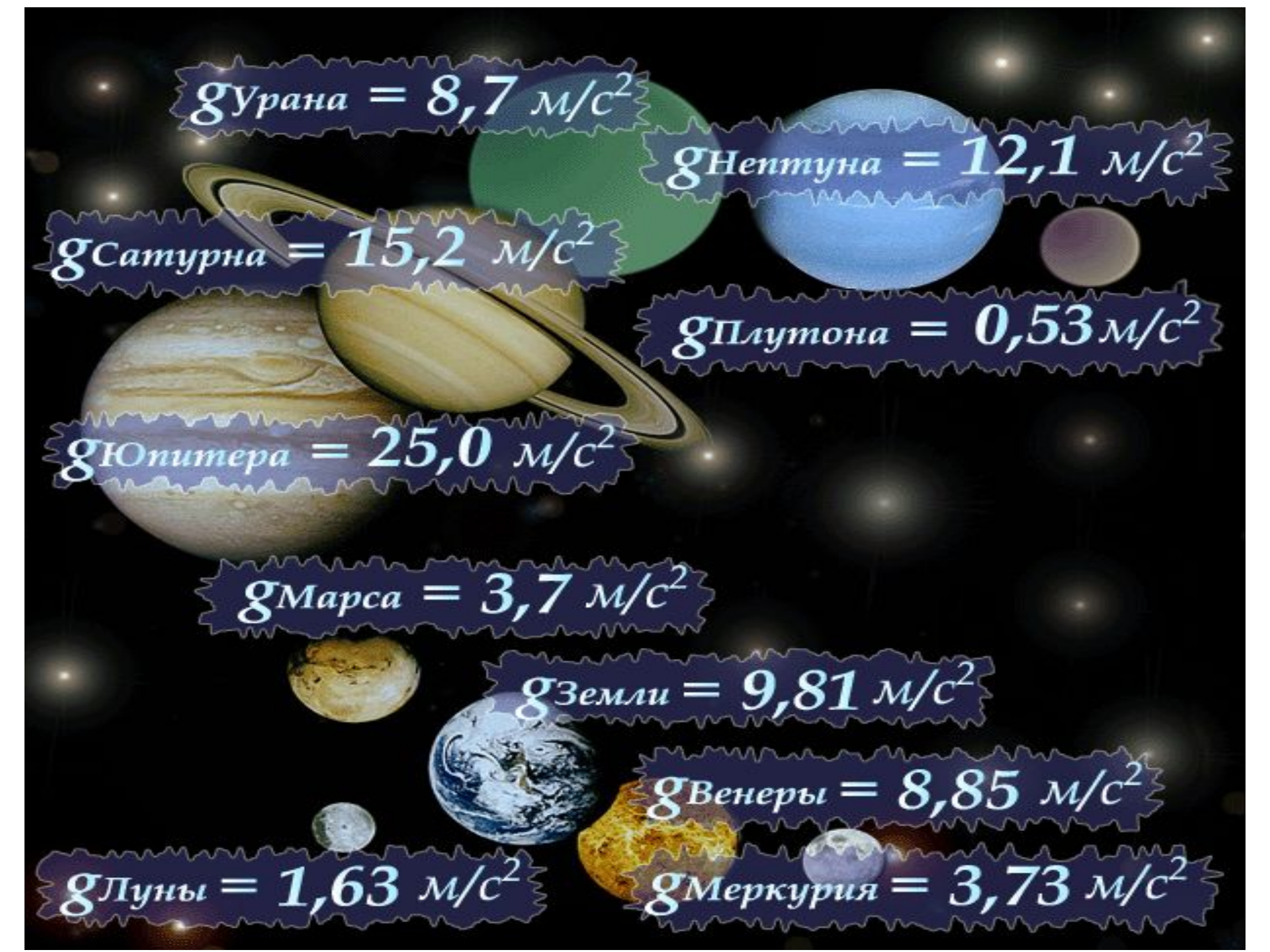
- Зависит от высоты над поверхностью Земли

(если  $h < 100$  км, то ею можно пренебречь по сравнению с  $R_{\text{З}} = 6370$  км.  $g = 9,8$  м/с<sup>2</sup>)

- Зависит от географической широты Земли

$$(R_{\text{пол}} < R_{\text{экр}}, \Rightarrow g_{\text{пол}} > g_{\text{экр}})$$
$$g_{\text{пол}} \approx 9,83 \text{ м/с}^2 \quad g_{\text{экр}} \approx 9,78 \text{ м/с}^2$$

- Зависит от массы и радиуса планеты  
Т. О. на разных планетах - разное



$g_{\text{Урана}} = 8,7 \text{ м/с}^2$

$g_{\text{Нептуна}} = 12,1 \text{ м/с}^2$

$g_{\text{Сатурна}} = 15,2 \text{ м/с}^2$

$g_{\text{Плутона}} = 0,53 \text{ м/с}^2$

$g_{\text{Юпитера}} = 25,0 \text{ м/с}^2$

$g_{\text{Марса}} = 3,7 \text{ м/с}^2$

$g_{\text{Земли}} = 9,81 \text{ м/с}^2$

$g_{\text{Венеры}} = 8,85 \text{ м/с}^2$

$g_{\text{Луны}} = 1,63 \text{ м/с}^2$

$g_{\text{Меркурия}} = 3,73 \text{ м/с}^2$

# Итоги урока

- Закон всемирного тяготения

$$F_{\text{вс.тяг.}} = G \frac{M \cdot m}{R^2}$$

- Сила тяжести

$$F_{\text{тяж}} = mg$$

- Ускорения свободного падения

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

# Решение задач

---

- Пёрышкин: Упр. 15 (3)  
Упр. 16 (4)  
Упр. 16 (6)



# Домашнее задание

---

- Пёрышкин: § 15 - § 17
- Упр. 15 (5)  
Упр. 16 (2)
- Лукашик № 297  
301  
299\*