

**Решение задач по теме «Закон  
Всемирного тяготения  
вес тела».**

# I закон Ньютона

**Существуют такие системы отсчета, относительно которых тела сохраняют свою скорость неизменной, если на них не действуют другие тела**

# II закон Ньютона

**Ускорение тела прямо пропорционально равнодействующей сил, приложенных к телу, и обратно пропорционально его массе.**

## III закон Ньютона

**Существуют такие системы отсчета, относительно которых тела сохраняют свою скорость неизменной, если на них не действуют другие тела**

# Закон Всемирного тяготения

Два любых тела притягиваются друг к другу с силой, прямо пропорциональной массе каждого из них и обратно пропорциональной квадрату расстояния между ними.

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

# Гравитационная постоянная

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

**Расстояние от Марса до Солнца равно 228 млн км. Записать это число в стандартном виде?**

**$2,28 \cdot 10^8$  км**

## Почему мы не замечаем гравитационного притяжения между окружающими нас телами?

Воспользуемся законом всемирного тяготения и сделаем некоторые расчёты.

- Два корабля массой 50000 т каждый стоят на рейде на расстоянии 1 км друг от друга. Какова сила притяжения между ними?

ДАНО:

$$m_1 = m_2 = m = 5 \cdot 10^7 \text{ кг}$$

$$R = 1 \cdot 10^3 \text{ м}$$

\_\_\_\_\_

F - ?

Решение:

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

$$F = 6,67 \cdot 10^{-11} \frac{\text{Н} \cdot \text{м}^2}{\text{кг}^2} \frac{(5 \cdot 10^7 \text{ кг})^2}{(1 \cdot 10^3 \text{ м})^2} \approx 0,17 \text{ Н}$$

Ответ: F = 0,17 Н



## 4. Сила всемирного тяготения уменьшится в 100 раз, если:

---

- А) тела сблизить на 100 метров;
- Б) тела удалить на 100 метров
- В) расстояние между телами увеличить в 10 раз;
- Г) расстояние между телами уменьшить в 10 раз

## Образец оформления задачи № 3

### ДАНО:

- $m_1 = m_2 = 100 \text{ кг}$

- $F = 0,01 \text{ Н}$

- \_\_\_\_\_
- $R - ?$

- Вычислим:

- $R = (6,67 \cdot 10^{-11} \text{ Н} \cdot \text{м}^2 / \text{кг}^2 \cdot 100 \text{ кг} \cdot 100 \text{ кг} / 0,01 \text{ Н})^{1/2}$

- $R = 8,2 \cdot 10^{-3} \text{ м}$

- Ответ:  $R = 8,2 \cdot 10^{-3} \text{ м}$

### Решение:

Из закона всемирного тяготения:

$$F = G \cdot m_1 \cdot m_2 / R^2$$

выразим расстояние :

$$R = (G \cdot m_1 \cdot m_2 / F)^{1/2}$$

# Решение задач

1. Космический корабль массой 8 т приблизился к орбитальной космической станции массой 20 т на расстояние 100 м. Найти силу их взаимного притяжения.



ISS005E10070

- **Вопросы на тему «вес и невесомость»**

- **Вопрос 1.** В каком случае вес тела равен силе тяжести, действующей на него?
- **Вопрос 2.** В каких еще случаях можно испытывать состояние невесомости?
- **Вопрос 3.** Вредно ли длительное воздействие невесомости на здоровье?
- **Вопрос 4.** Где вес 100-киллограммового тела будет больше: на Земле, на Марсе или на Сатурне?
- **Вопрос 5.** От чего зависит вес тела?

## Задача на расчет веса тела, движущегося с ускорением

### Условие

Груз массой 20 кг лежит на полу лифта, который движется вверх с ускорением  $a=4$  м/с<sup>2</sup>. Найти вес тела.

### Решение

По второму закону Ньютона (в векторной форме и в проекции на ось  $y$ ):

$$\vec{N} + m\vec{g} = m\vec{a}$$

$$N - mg = ma$$

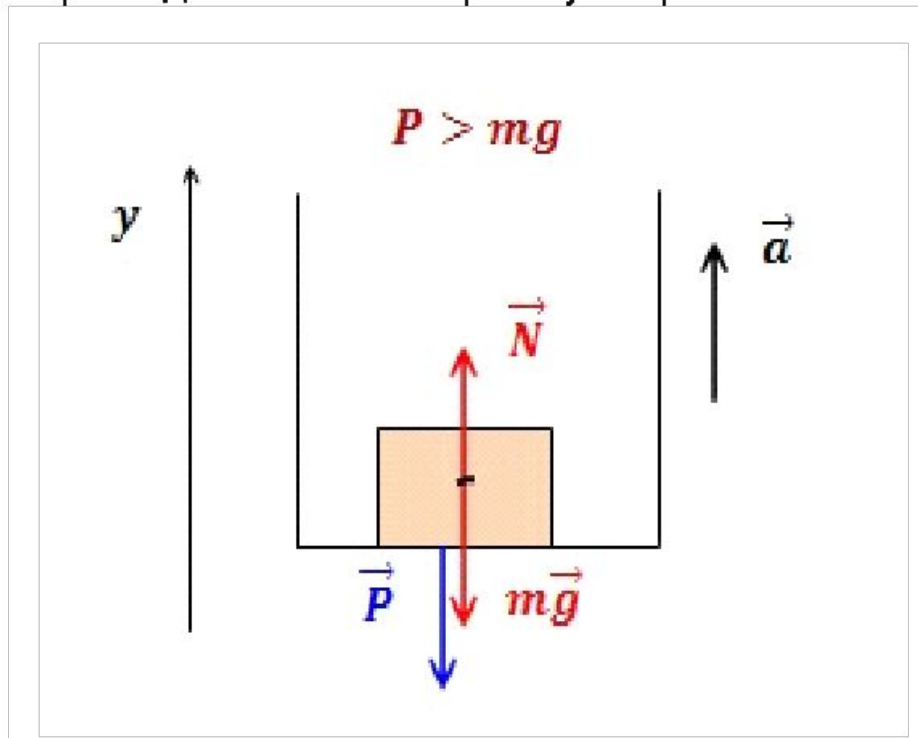
$$N = m(a + g)$$

По третьему закону Ньютона:

$$|\vec{N}| = |\vec{P}|$$

$$|\vec{P}| = m(a + g) = 20(4 + 10) = 280 \text{ Н}$$

**Ответ:** 280 Ньютонов



## Задача на вычисление веса тела в жидкости

### Условие

Шар радиусом 10 сантиметров имеет массу 20 килограмм. Сколько она будет весить в воде?

### Решение

Вес шара в воздухе:

$$|\vec{P}| = mg$$

На тело, погруженное в жидкость, действует сила Архимеда:

$$|\vec{P}_e| = mg - \rho g V$$

$$V_{\text{шара}} = \frac{4}{3} \pi R^3$$

$$P = mg - \rho g \frac{4}{3} \pi R^3 = g \left( m - \rho \frac{4}{3} \pi R^3 \right)$$

$$P = 10 \cdot \left( 20 - 10^3 \cdot \frac{4}{3} \cdot 3,14 \cdot 1 \cdot 10^{-3} \right) = 158 \text{ Н}$$

---

**Ответ:** P=158 Н.



# Вычисление веса жидкости

## Условие

Какой вес имеет вода, полностью заполнившая литровую бутылку?

## Решение

Зная объем воды и взяв из справочника ее плотность, вычислим массу воды:

$$m = \rho V$$

$$P = mg$$

$$P = \rho V g = 10^3 \cdot 1 \cdot 10^{-3} \cdot 10 = 10 \text{ Н}$$

Ответ:  $P=10 \text{ Н}$ .

# Нахождение веса при свободном падении. Невесомость на Земле

## Условие

Лифт с человеком срывается в шахте и свободно падает вниз, пока не сработает система безопасности. Чему в момент падения равен вес человека.

## Решение

Лифт и человек движутся с ускорением  $a=g$ . Согласно второму и третьему законам Ньютона, вес человека в этом случае будет вычисляться по формуле:

$$P = m(a - g)$$

$$P = m(g - g)$$

Другими словами, человек никак не действует на опору, так она падает одновременно с ним. Типичный пример, когда вес равен нулю.

Ответ:  $P=0$  Н.



Закон всемирного тяготения можно записать в виде

$F = \gamma \cdot \frac{m_1 \cdot m_2}{r^2}$ , где F – сила притяжения между телами

(в ньютонах),  $m_1$  и  $m_2$  – массы тел (в килограммах),

r – расстояние между центрами масс (в метрах),

а  $\gamma$  – гравитационная постоянная, равная  $6,67 \cdot 10^{-11} \text{Н} \cdot \text{м}^2 / \text{кг}^2$ .

Пользуясь этой формулой, найдите массу тела  $m_1$  (в килограммах), если  $F=0,4669 \text{Н}$ ,  $m_2=4 \cdot 10^8 \text{кг}$ , а  $r=2 \text{м}$ .

Дано:

$$M_2 = 4 \cdot 10^8 \text{ кг}$$

$$r = 2 \text{ м}$$

$$F = 0,4669 \text{ Н}$$

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

**С какой силой козла тёти Маши притягивает капуста в огороде бабы Глаши, если он пасётся от нее на расстоянии 10 метров? Масса козла Гришки равна 20 кг, а капуста в этом году выросла большая да сочная, её масса составляет 5 кг.**

**Дано:**

$$M_2 = 4 \cdot 10^8 \text{ кг}$$

$$r = 2 \text{ м}$$

$$F = 0,4669 \text{ Н}$$

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