

**10 КЛАСС****КЛАССИЧЕСКИЙ КУРС****РАЗДЕЛ - 1****РАЗДЕЛ - 1****МЕХАНИКА**

Механика – раздел физики, в котором изучают механическое движение.

Механика – научная основа современной техники. На основе законов механики определяются орбиты космических кораблей и спутников. Законы механики используются при проектировании и строительстве сооружений, при создании машин и механизмов.

Механику подразделяют на кинематику, динамику и статику.

**СОДЕРЖАНИЕ 1-го РАЗДЕЛА**

| № блока        | Название блока               | № ОК           | Параграф учебника | «Повторим теорию» | Стр. №         |
|----------------|------------------------------|----------------|-------------------|-------------------|----------------|
| <b>Блок 1.</b> | Основы кинематики            | <b>1 - 11</b>  | <b>1 - 19</b>     | <b>Лист – 1</b>   | <b>2 - 17</b>  |
| <b>Блок 2.</b> | Основы динамики              | <b>12 - 27</b> | <b>20 -38</b>     | <b>Лист - 2</b>   | <b>18 - 37</b> |
| <b>Блок 3.</b> | Законы сохранения в механике | <b>28 - 31</b> | <b>39 - 51</b>    | <b>Лист -3</b>    | <b>38 - 45</b> |
| <b>Блок 4.</b> | Элементы статики             | <b>32 - 35</b> | <b>52 - 54</b>    | <b>Лист -4</b>    | <b>46 - 51</b> |

**Сокращения и обозначения:**

**№ОК** – номера опорных конспектов в данном пособии;

**Параграф учебника** – параграфы учебника « Физика – 10 класс – классический курс – Г.Я.Мякишев, Б.Б.Буховцев, Н.Н.Сотский;

**«Повторим теорию»** - листы с вопросами для уроков «Повторим теорию»;

**Стр.** – номера страниц данного пособия

**РАЗДЕЛ - 1****БЛОК - 1****БЛОК - 1****ОСНОВЫ КИНЕМАТИКИ**

Кинематика изучает способы описания движения и связь между величинами, характеризующими эти движения.

Задачей кинематики является определение кинематических характеристик движения, а также получение уравнений зависимости этих характеристик от времени.

| Содержание опорного конспекта                  | Стр. № | Параграф учебника | Лист - 1 |
|--|--------|-------------------|----------|
| <b>ОК – 10.1.1</b>                             | 4      | §1,2,3,4,5,6      | №1-9     |
| 1.Что изучает механика?                        |        |                   |          |
| 2.Что изучает кинематика?                      |        |                   |          |
| 3.Механическое движение                        |        |                   |          |
| 4.Поступательное и вращательное движение       |        |                   |          |
| 5.Материальная точка                           |        |                   |          |
| 6.Система отсчета                              |        |                   |          |
| 7.Траектория                                   |        |                   |          |
| 8.Путь   |        |                   |          |
| 9.Перемещение                                  |        |                   |          |
| <b>ОК – 10.1.2</b>                             | 5      | -                 | №10-13   |
| 1.Элементы векторной алгебры                   |        |                   |          |
| 2.Векторные и скалярные величины               |        |                   |          |
| 3.Сложение векторов                            |        |                   |          |
| 4.Вычитание векторов                           |        |                   |          |
| 5.Умножение вектора на скаляр                  |        |                   |          |
| <b>ОК – 10.1.3</b>                             | 6      | -                 | №14-18   |
| 1.Проекция вектора                             |        |                   |          |
| 2.Проекция вектора перемещения                 |        |                   |          |
| 3.Определение координаты тела                  |        |                   |          |
| <b>ОК – 10.1.4</b>                             | 7      | §7,8              | №15-22   |
| 1.Прямолинейное равномерное движение           |        |                   |          |
| 2.Формула скорости .Единицы измерения скорости |        |                   |          |
| 3.Уравнение движения тела                      |        |                   |          |
| 4.Уравнение координаты тела                    |        |                   |          |
| 5.Проекция вектора скорости                    |        |                   |          |
| 6.Графики пути, координаты и скорости          |        |                   |          |

|   |    |              |        |
|---|----|--------------|--------|
| <b>ОК – 10.1.5</b>  | 8  | §9           | №23-27 |
| 1.Прямолинейное неравномерное движение  |    |              |        |
| 2.Средняя скорость  |    |              |        |
| 3.Мгновенная скорость   |    |              |        |
| <b>ОК – 10.1.6</b>  | 9  | §11,12,13,14 | №28-40 |
| 1.Прямолинейное равноускоренное движение  |    |              |        |
| 2.Ускорение. Формула. Единица измерения   |    |              |        |
| 3.Направление вектора ускорения   |    |              |        |
| 4.График ускорения  |    |              |        |
| 5.Формула скорости  |    |              |        |
| 6.Графики скорости  |    |              |        |
| 7.Вывод формулы перемещения   |    |              |        |
| 8.Графики перемещения   |    |              |        |
| 9.Координата тела   |    |              |        |
| <b>ОК – 10.1.7</b>  | 11 | §10          | №41-43 |
| 1.Относительность движения  |    |              |        |
| 2.Движение тела с разных точек зрения   |    |              |        |
| <b>ОК – 10.1.8</b>  | 12 | §17,18       | №44-49 |
| 1.Криволинейное движение  |    |              |        |
| 2.Мгновенная скорость   |    |              |        |
| 3.Движение тела по окружности с постоянной по модулю скоростью                    |    |              |        |
| 4.Центростремительное ускорение   |    |              |        |
| 5.Линейная и угловая скорость. Период и частота обращения                         |    |              |        |
| <b>ОК – 10.1.9</b>  | 13 | §15,16       | №50-54 |
| 1.Свободное падение тел   |    |              |        |
| 2.Ускорение свободного падения  |    |              |        |
| 3.Формула скорости  |    |              |        |
| 4.Уравнение движения  |    |              |        |
| <b>ОК – 10.1.10</b>   | 14 | -            | задача |
| 1.Движение тела, брошенного горизонтально   |    |              |        |
| 2.Время падения, дальность полета и скорость тела в произвольной точке траектории |    |              |        |
| <b>ОК – 10.1.11</b>   | 15 | -            | задача |
| 1.Движение тела, брошенного под углом к горизонту                                 |    |              |        |
| 2.Уравнение движения тела   |    |              |        |
| 3.Скорость тела в любой точке траектории  |    |              |        |
| 4.Полное время полета   |    |              |        |
| 5.Максимальная высота подъема тела  |    |              |        |
| 6.Дальность полета  |    |              |        |

ОК-10.1.1

**МЕХАНИКА**

Где?

О.З.М.

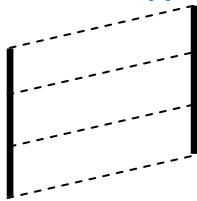
Когда?

**КИНЕМАТИКА**

раздел механики, в котором движение тел рассматривается без выяснения причин, его вызывающих.

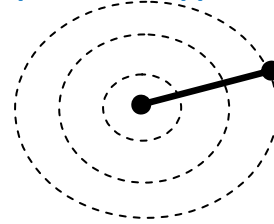
**1. Механическое движение** – изменение положения тела относительно других тел с течением времени

**Поступательное движение**



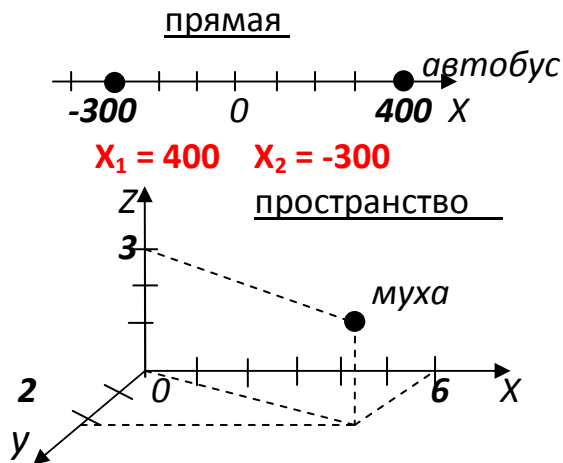
при движении тела любая прямая, проведенная в этом теле, остается параллельной себе

**Вращательное движение**



все точки этого тела движутся по концентрическим окружностям, при этом центры таких окружностей лежат на оси вращения. Ось вращения является прямой.

**2. Система отсчета** – С.К.+Т.О.+прибор для отсчета времени

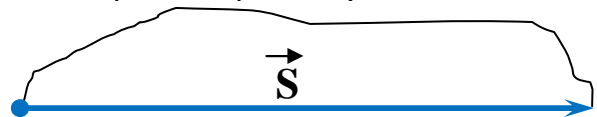


**Материальная точка** – тело размерами (а также формой и вращением) которого можно пренебречь

**3. Траектория** – след, линия...

траектория – путь -  $l$

**4. Путь** – длина траектории  $l$



**5. Перемещение** – вектор  $\vec{S}$

**Перемещением** тела наз. вектор, соединяющий начальное положение тела с его последующим положением

**6. Модуль перемещения** – скаляр –  $S$

ОК-10.1.2

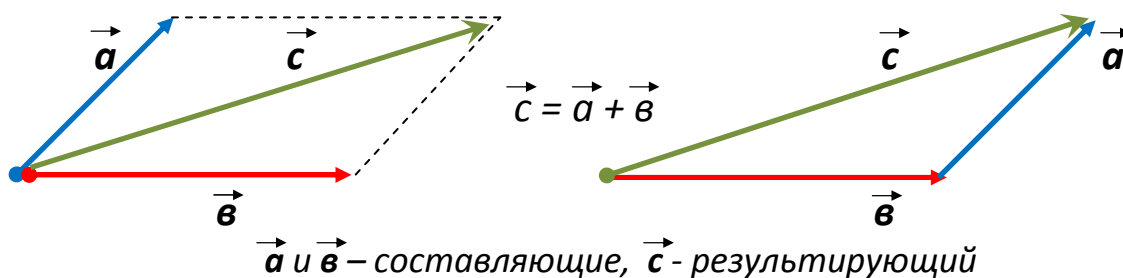
## ЭЛЕМЕНТЫ ВЕКТОРНОЙ АЛГЕБРЫ

**векторные**  
(числовое зн. и направление)  
 $\vec{V}, \vec{F}$

Величины

**скалярные**  
(только числовое зн.)  
 $t, m, l$

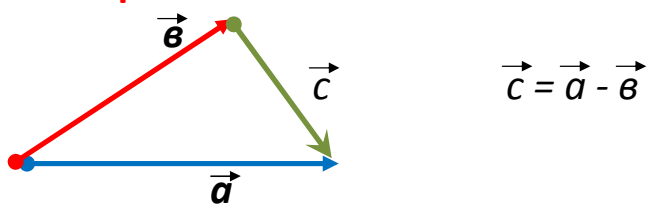
### 1. Сложение векторов



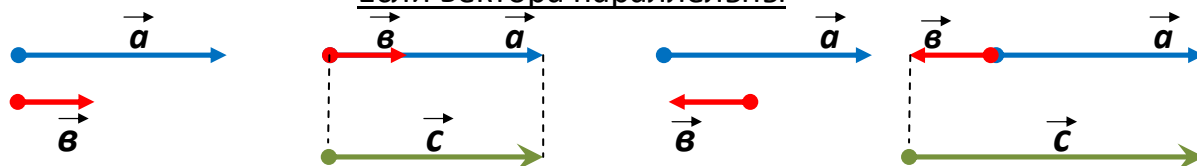
Если вектора параллельны



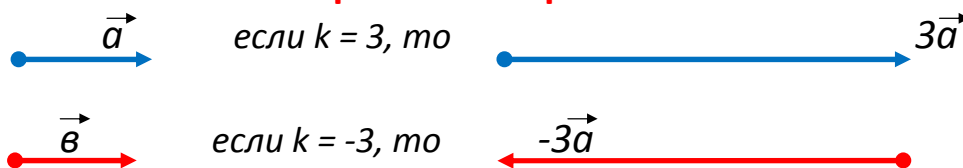
### 2. Вычитание векторов



Если вектора параллельны



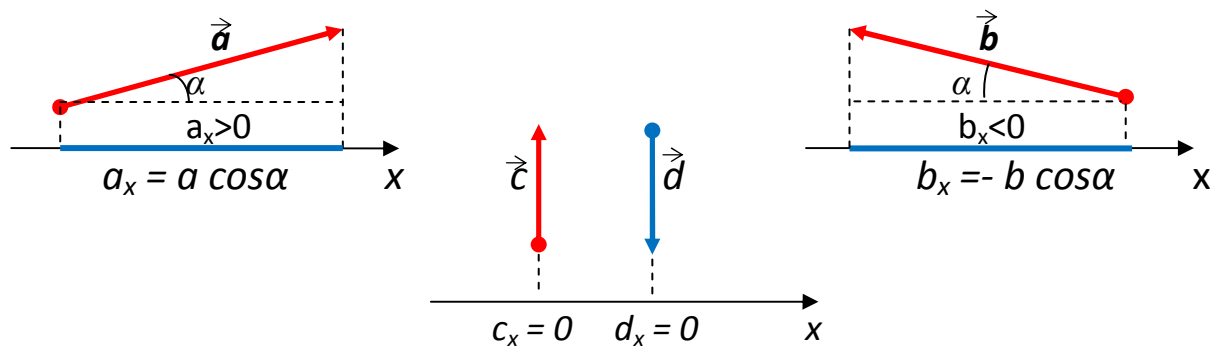
### 3. Умножение вектора на скаляр



Математические действия с векторами производятся только геометрически

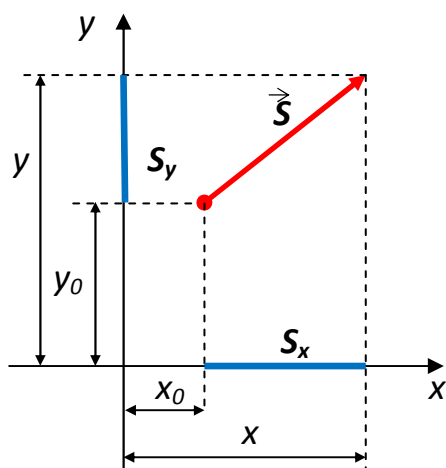
ОК-10.1.3

## ПРОЕКЦИИ ВЕКТОРА



$a_x, b_x, c_x, d_x$  - проекции векторов  $\vec{a}, \vec{b}, \vec{c}, \vec{d}$  на ось  $X$

### Проекция вектора перемещения



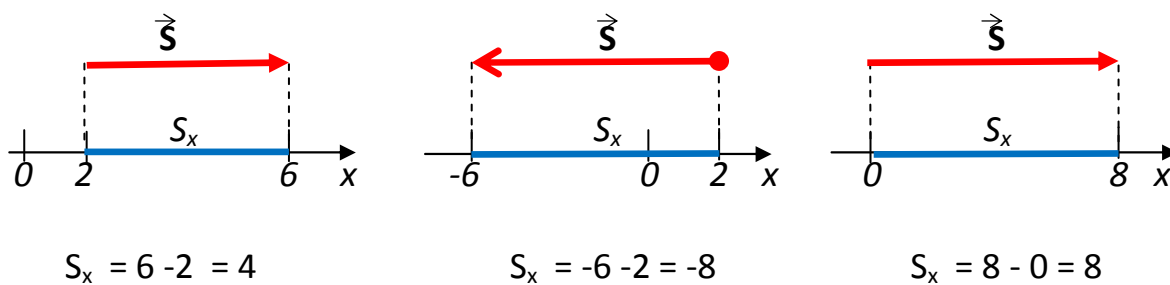
$$S_x = x - x_0; \quad x = x_0 + S_x$$

$$S_y = y - y_0; \quad y = y_0 + S_y$$

$x_0$  и  $y_0$  - начальные координаты

$$|S| = \sqrt{S_x^2 + S_y^2}$$

### Проекция вектора перемещения на ось X



ОК-10.1.4

## ПРЯМОЛИНЕЙНОЕ РАВНОМЕРНОЕ ДВИЖЕНИЕ

- движение, при котором тело за любые промежутки времени совершает одинаковые перемещения

$$\vec{v} = \frac{\vec{s}}{t}$$

$$1 \frac{\text{м}}{\text{с}} = \frac{1\text{м}}{1\text{с}}$$

$$36 \frac{\text{км}}{\text{ч}} = \frac{36 * 1000\text{м}}{3600\text{с}} = 10 \frac{\text{м}}{\text{с}}$$

$$\vec{s} = \vec{v} t$$

- уравнение движения тела

$$x = x_0 + v_x t$$

- уравнение координаты тела

### Проекция вектора скорости

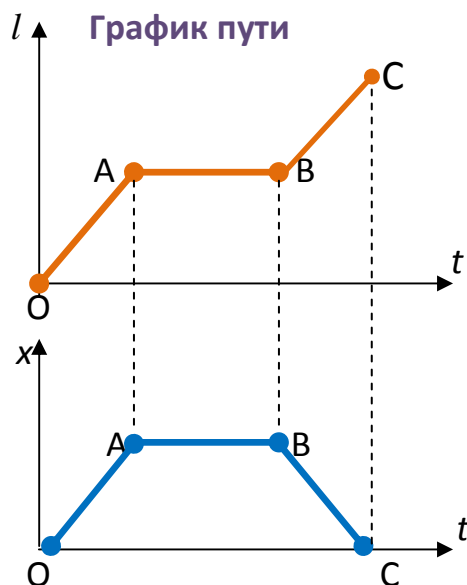
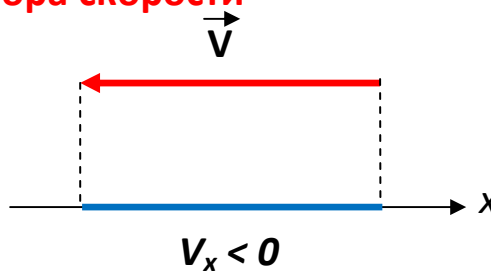
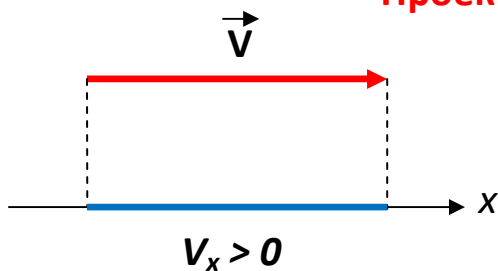


График координаты

ОА – «туда»  
 АВ – «на месте»  
 ВС – «обратно»

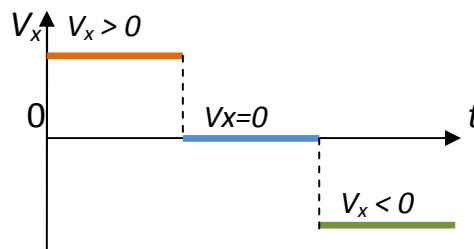


График скорости

ОК-10.1.5

## ПРЯМОЛИНЕЙНОЕ НЕРАВНОМЕРНОЕ ДВИЖЕНИЕ

- движение, при котором тело за равные промежутки времени совершает неодинаковые перемещения.

**1. Средняя скорость** – отношение пути, пройденного материальной точкой к промежутку времени

$$V_{\text{ср.}} = \frac{l}{t}$$

*l* - весь пройденный путь  
*t* - всё затраченное время

Москва – Прага      1800 км за 30 ч

$$V_{\text{ср.}} = 1800 \text{ км}/30\text{ч} = 60 \text{ км}/\text{ч}$$

Зная среднюю скорость, нельзя узнать перемещение и координату тела в любой момент времени

**Пример 1.**



$$S_1 = S_2 = S/2$$

$$V_{\text{ср.}} = \frac{2V_1V_2}{V_1+V_2}$$

**Пример 2.**



$$t_1 = t_2 = t/2$$

$$V_{\text{ср.}} = \frac{V_1+V_2}{2}$$

**2. Мгновенная скорость** – скорость тела в данный момент времени или в данной точке траектории

$$V_{\text{ср.}} = \frac{\Delta S}{\Delta t} \text{ — при } \Delta t \rightarrow 0$$



ОК-10.1.6

## ПРЯМОЛИНЕЙНОЕ РАВНОУСКОРЕННОЕ ДВИЖЕНИЕ

**1. Ускорение** – векторная величина, численно равная изменению скорости ( $\Delta V$ ) за единицу времени ( $\Delta t$ )

$$\vec{a} = \frac{\vec{V} - \vec{V}_0}{t - t_0} = \frac{\Delta \vec{V}}{\Delta t}$$

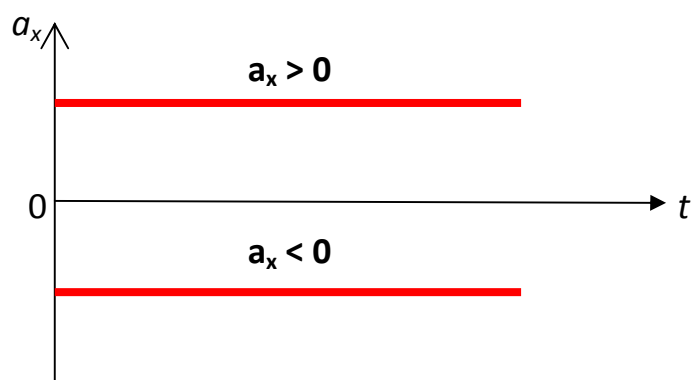
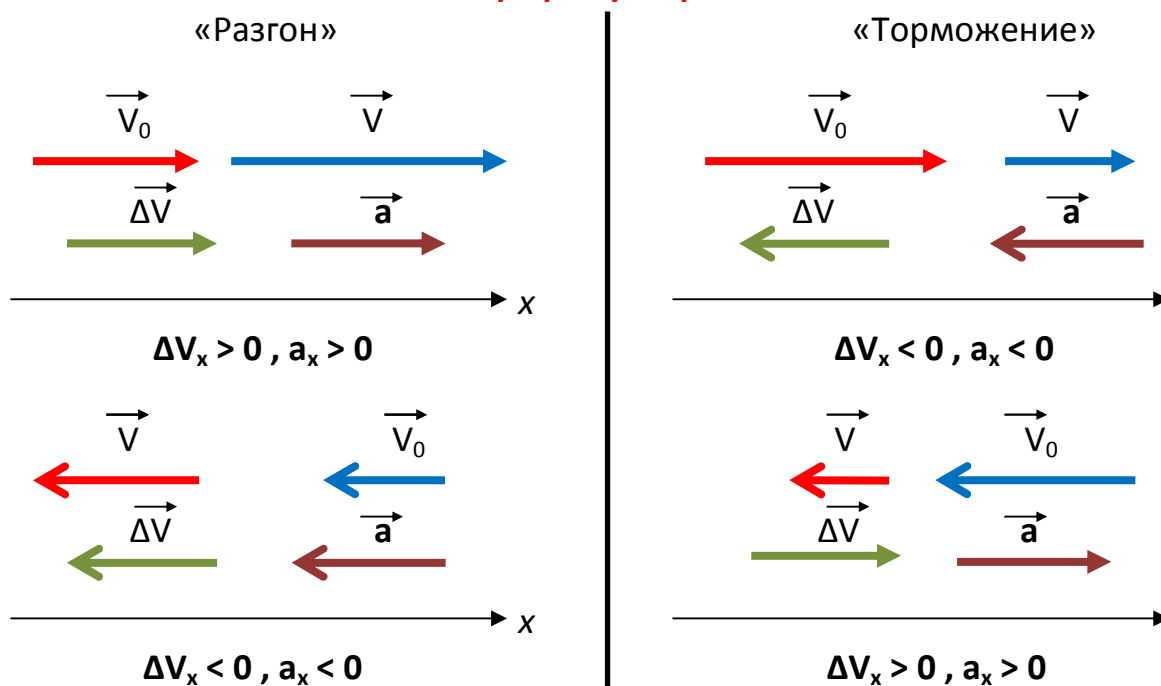
$$a_x = \frac{V_x - V_{0x}}{t}$$

$$a = \frac{1 \text{ м/с}}{1 \text{ с}} = 1 \frac{\text{м}}{\text{с}^2}$$

$a = 1 \text{ м/с}^2$  - это означает, что тело за **1 с** изменяет свою скорость на **1 м/с**

Направление вектора  $\vec{a}$  совпадает с направлением вектора  $\Delta \vec{V}$

### График ускорения



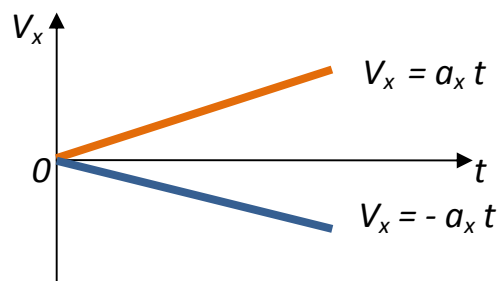
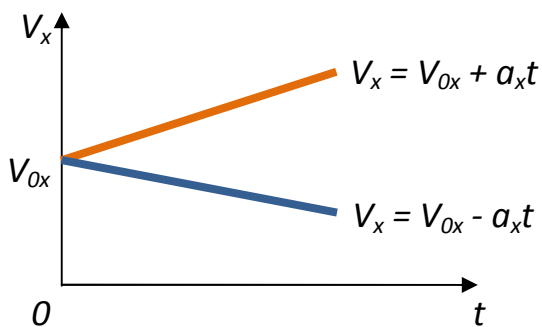
## 2. Скорость

$$\vec{V} = \vec{V}_0 + \vec{a}t$$

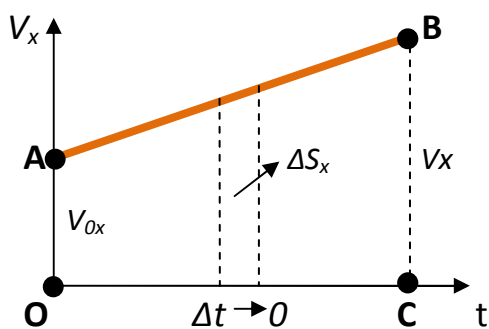
при  $V_0 = 0$

$$\vec{V} = \vec{a}t$$

### График скорости



## 3. Перемещение



$$S_x = \sum \Delta S_x$$

$S_x$  - численно равна площади трапеции OABC

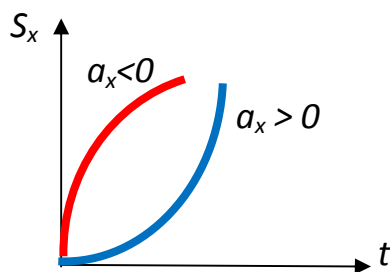
$$S_x = \frac{OA+BC}{2} OC = \frac{V_x + V_{0x}}{2} t$$

$$S_x = V_{0x}t + \frac{a_x t^2}{2}$$

Если  $t$  неизвестно,  $S_x = \frac{V_x + V_{0x}}{2} t$ , но  $t = \frac{V_x - V_{0x}}{a_x}$

$$S_x = \frac{V_x^2 - V_{0x}^2}{2a_x}$$

### Графики перемещения



## 4. Координата тела

$$X = X_0 + S_x$$

$$x = x_0 + V_{0x}t + \frac{a_x t^2}{2}$$

ОК-10.1.7

## ОТНОСИТЕЛЬНОСТЬ ДВИЖЕНИЯ

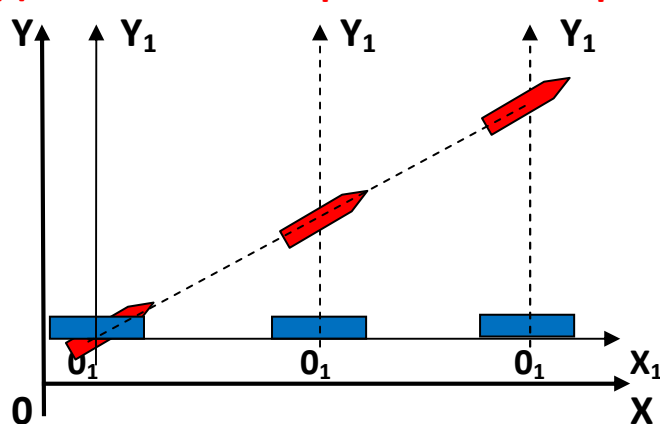
### 1. Что относительно?

Положение тела относительно!

**Я покоюсь?!**

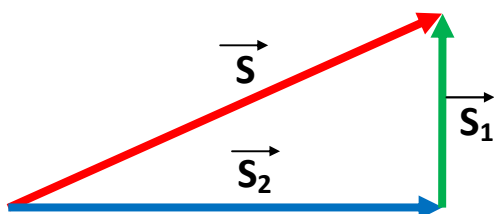
Движение тела относительно!

### 2. Движение тела с разных точек зрения.



■ - плот, ▶ - лодка  
 $XOY$  – неподвижная С.О. (берег)  
 $X_1O_1Y_1$  – подвижная С.О. (плот)

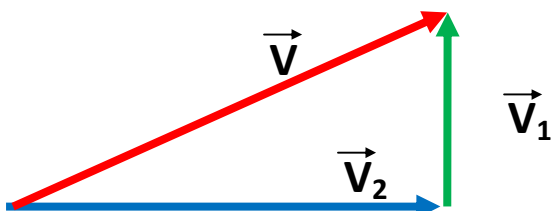
$\vec{S}$  – перемещение лодки отн.  $XOY$   
 $\vec{S}_1$  – перемещение лодки  $X_1O_1Y_1$   
 $\vec{S}_2$  – перемещение плота отн.  $XOY$



$$\vec{S} = \vec{S}_1 + \vec{S}_2$$

$$S = \sqrt{S_1^2 + S_2^2}$$

$$\vec{V} = \frac{\vec{S}}{t} = \frac{\vec{S}_1 + \vec{S}_2}{t} = \frac{\vec{S}_1}{t} + \frac{\vec{S}_2}{t}$$



$$\vec{V} = \vec{V}_1 + \vec{V}_2$$

$$V = \sqrt{V_1^2 + V_2^2}$$

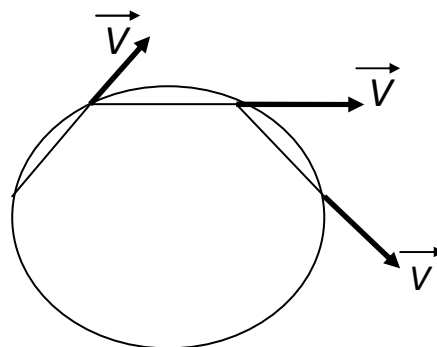
**Скорость тела относительно неподвижной системы отсчета равна  
 геометрической сумме скорости тела относительно подвижной  
 системы и скорости подвижной системы относительно  
 неподвижной**

ОК-10.1.8

## КРИВОЛИНЕЙНОЕ ДВИЖЕНИЕ

**1. Мгновенная скорость – по касательной!**  
(точило, брызги от колес)

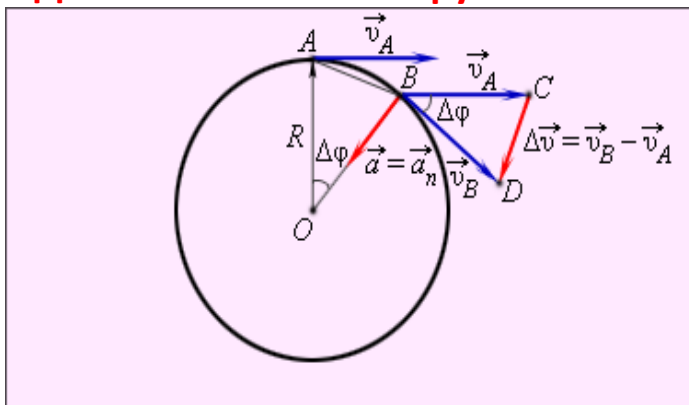
(любую криволинейную траекторию можно разложить на множество дуг окружностей разного радиуса)



**2. Криволинейное движение – ускоренное!**

(скорость – вектор, направление и модуль одинаково важны!)

**3. Движение тела по окружности с постоянной по модулю скоростью**

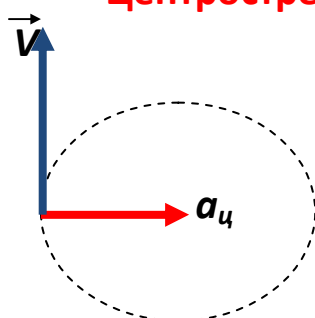


$$\vec{a} = \frac{\Delta \vec{V}}{t}; \quad \vec{a} \parallel \Delta \vec{V};$$

$\vec{V}_a = \vec{V}_b$ ;  $\Delta OAB$  – равнобедренный  
 $V_a \perp OA, V_b \perp OB$ , углы равны  
 $\frac{\Delta V}{AB} = \frac{V}{R}; AB = l = Vt;$

$$\frac{\Delta V}{Vt} = \frac{V}{R}; \text{ или } \frac{\Delta V}{t} = \frac{V^2}{r}$$

### Центростремительное ускорение



$$a = \frac{v^2}{r} = \frac{m}{c^2}$$

**4. Формулы для расчета движения тела по окружности**

$$V = \frac{2\pi R}{T}$$

- линейная скорость

$$\omega = \frac{2\pi}{T} = \frac{\text{рад}}{c}$$

- угловая скорость

$$T = \frac{t}{n} = c$$

- период

$$\nu = \frac{1}{T} = \frac{1}{c}$$

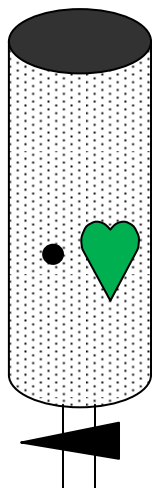
- частота обращения

ОК-10.1.9

## СВОБОДНОЕ ПАДЕНИЕ ТЕЛ

– падение тел в вакууме

Галилео Галилей

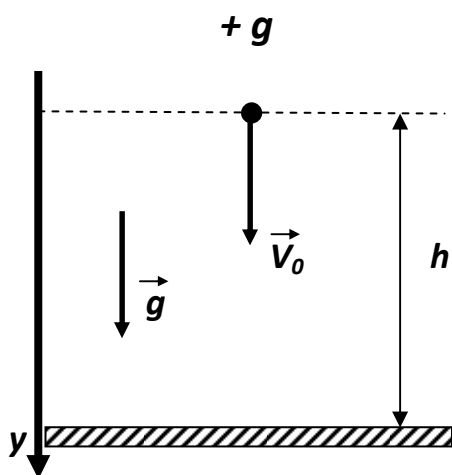


Все тела независимо от массы при свободном падении движутся **одинаково**

Свободное падение – движение равноускоренное

$g = 9,8 \text{ м/с}^2$  - ускорение свободного падения

### 1. Движение тела вниз

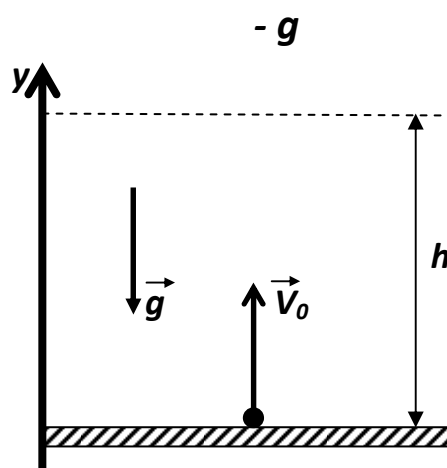


$$V = V_0 + gt$$

$$h = \frac{V^2 - V_0^2}{2g}$$

$$h = V_0 t + \frac{gt^2}{2}$$

### 2. Движение тела вверх



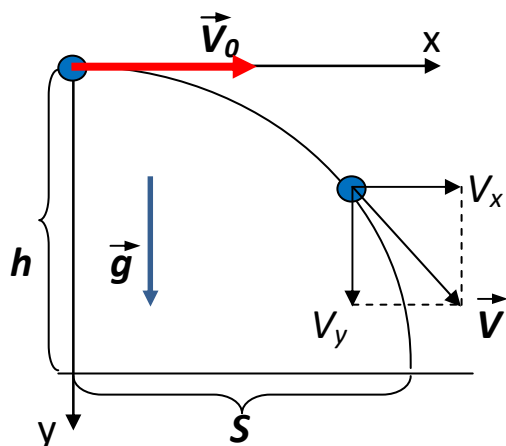
$$V = V_0 - gt$$

$$h = \frac{V^2 - V_0^2}{-2g}$$

$$h = V_0 t - \frac{gt^2}{2}$$

ОК-10.1.10

## ДВИЖЕНИЕ ТЕЛА, БРОШЕННОГО ГОРИЗОНТАЛЬНО



Два независимых движения:

1. Горизонтальное движение

$$S = \vec{V}_0 t \text{ или } x = V_{0x} t$$

2. Вертикальное свободное падение

$$h = \frac{\vec{g} t^2}{2} \text{ или } y = \frac{g_y t^2}{2}$$

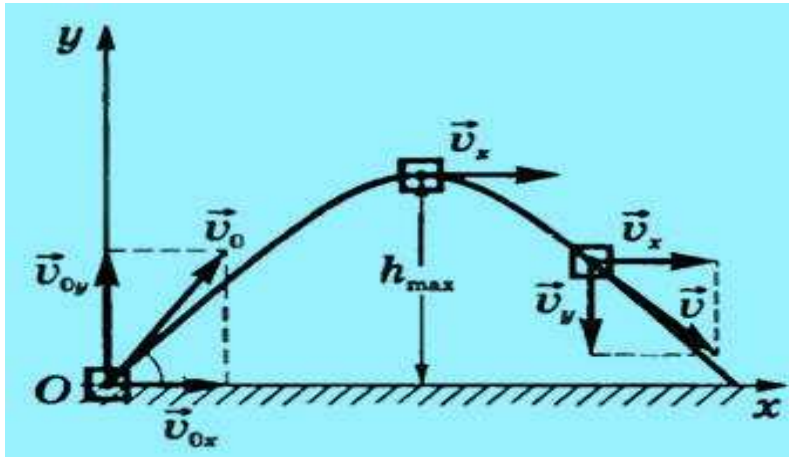
1. Время падения тела -  $t = \sqrt{\frac{2h}{g}}$

2. Дальность полета -  $S = V_0 t = V_0 \sqrt{\frac{2h}{g}}$

3. Скорость тела в произвольной точке траектории

$$V = \sqrt{V_x^2 + V_y^2}, \quad V_x = V_0; V_y = g_y t; g_y = g \quad V = \sqrt{V_0^2 + g^2 t^2}$$

ОК-10.1.11

**ДВИЖЕНИЕ ТЕЛА, БРОШЕННОГО ПОД УГЛОМ К ГОРИЗОНТУ**

$$V_{0x} = V_0 \cos \alpha$$

$$V_{0y} = V_0 \sin \alpha$$

$$g_y = -g$$

**1. Уравнения движения тела**

$$x = V_{0x} t; \quad x = V_0 t \cos \alpha$$

$$y = V_{0y} t + \frac{g_y t^2}{2}; \quad y = V_0 \sin \alpha t + \frac{g_y t^2}{2};$$

**2. Скорость тела в любой точке траектории**

$$V = \sqrt{V_x^2 + V_y^2}; \quad V_x = V_{0x} = V_0 \cos \alpha; \quad V_y = V_{0y} + g_y t; \quad V_y = V_0 \sin \alpha - gt$$

**3. Полное время полета**

$$t = \frac{2V_0 \sin \alpha}{g}$$

**4. Максимальная высота подъема тела**

$$h_{\max} = \frac{v_0^2 \sin^2 \alpha}{2g}$$

**5. Дальность полета**

$$S = \frac{v_0^2 \sin 2\alpha}{2g}$$

**Блок - 1****Повторим теорию!****Лист - 1****ОСНОВЫ КИНЕМАТИКИ**

1. В чём состоит задача механики? Что изучает кинематика?
2. Что называют механическим движением?
3. Какое движение называют поступательным? вращательным?
4. Что такое материальная точка и для чего введено это понятие?
5. Что такое система отсчета?
6. Какие системы координат существуют?
7. Что называют траекторией движения? Примеры.
8. Что называют пройденным путем?
9. Что называют перемещением? В чем отличие от пройденного пути?
10. Какие величины называют скалярными, векторными? Примеры.
11. Какие правила сложения векторов вы знаете?
12. Как производится вычитание векторов?
13. Как производится умножение вектора на скаляр?
14. Что называется проекцией вектора на ось? Примеры.
15. В каком случае проекция вектора на ось положительна, а в каком – отрицательна?
16. Покажите на примере как найти проекции вектора перемещения на оси  $X$  и  $Y$ ?
17. Как найти координаты тела в любой момент времени?
18. Покажите на примере как найти проекцию вектора перемещения на ось  $X$ ?
19. Какое движение называют равномерным прямолинейным?
20. Что называют скоростью равномерного прямолинейного движения?
21. Уравнение движения и координаты тела для равномерного прямолинейного движения.
22. График пройденного пути, координаты, скорости для равномерного прямолинейного движения.
23. Какое движение называют неравномерным?
24. Что называют средней скоростью неравномерного движения?
25. Как определить среднюю скорость, если пройденные пути равны?
26. Как определить среднюю скорость, если время, затраченное на каждый участок пути одинаково?
27. Что называют мгновенной скоростью неравномерного движения?
28. Какое движение называют равноускоренным?
29. Что называют ускорением?
30. Какая формула выражает смысл ускорения?
31. Сформулируйте определение единицы ускорения в СИ?
32. Направление вектора ускорения.
33. Чем отличается «ускоренное» прямолинейное движение от «замедленного»?
34. Нарисуйте графики ускорения.
35. Напишите формулу для скорости в любой момент времени.
36. Нарисуйте графики скорости «ускоренного» и «замедленного» движения.
37. Как получить формулу перемещения, если известно время движения?
38. Получите формулу скорости, если время движения неизвестно.
39. Изобразите графики перемещения.
40. Как рассчитать координату тела при равноускоренном прямолинейном движении.
41. В чем заключается относительность движения тел? Приведите примеры относительности движения тел.



42. *Перемещение относительно разных систем отсчета.*
43. *Закон сложения скоростей относительно разных систем отсчета.*
44. *Как направлена мгновенная скорость при криволинейном движении?*
45. *Почему криволинейное движение всегда ускоренное?*
46. *Чему равно центростремительное ускорение? Направление вектора ускорения при движении тела по окружности.*
47. *Формула для расчета линейной скорости.*
48. *Формула для расчета угловой скорости.*
49. *Что называют периодом и частотой обращения? Как эти величины связаны между собой?*
50. *Что называется свободным падением тел? При каких условиях падение тел можно считать свободным?*
51. *Каким видом движения является свободное падение тел?*
52. *Зависит ли свободное падение тел от их массы?*
53. *От чего зависит ускорение свободного падения?*
54. *Напишите формулы, описывающие свободное падение тел: скорость в любой момент времени, путь, пройденный телом к определенному моменту времени, значение скорости тела после прохождения определенного пути, продолжительность свободного падения.*

## Раздел - 1

## Блок -2

## БЛОК 2

**ОСНОВЫ ДИНАМИКИ**

Динамика – раздел механики, в котором изучают закономерности механического движения материальных тел под действием приложенных к ним сил и причины возникновения у тел ускорений.

| Содержание опорного конспекта                                | Стр. № | Параграф учебника | Лист-2 |
|--|--------|-------------------|--------|
| <b>ОК – 10.1.12</b>  | 20     | §20,21,22,28      | №1-4   |
| 1.Что изучает динамика?                                      |        |                   |        |
| 2.Компенсация действий                                       |        |                   |        |
| 3.Инерция.Инерциальные системы отсчёта                       |        |                   |        |
| 4.Первый закон Ньютона                                       |        |                   |        |
| <b>ОК – 10.1.13</b>  | 21     | -                 | №5-7   |
| 1.Почему изменяется скорость?                                |        |                   |        |
| 2.Ускорение при взаимодействии                               |        |                   |        |
| 3.Инертность   |        |                   |        |
| <b>ОК – 10.1.14</b>  | 22     | §25,27            | №8-11  |
| 1.Масса тела   |        |                   |        |
| 2.Измерение масс. Свойства массы                             |        |                   |        |
| <b>ОК – 10.1.15</b>  | 23     | §23,24,25         | №12-16 |
| 1.Второй закон Ньютона                                       |        |                   |        |
| 2.Особенности второго закона Ньютона                         |        |                   |        |
| <b>ОК – 10.1.16</b>  | 24     | §26               | №17-18 |
| 1.Третий закон Ньютона                                       |        |                   |        |
| 2.Особенности третьего закона Ньютона                        |        |                   |        |
| <b>ОК – 10.1.17</b>  | 25     | §29,34,35         | №19-24 |
| 1.Силы в природе   |        |                   |        |
| 2.Сила упругости. Особенности силы упругости                 |        |                   |        |
| 3.Сила реакции подвеса и сила реакции опоры                  |        |                   |        |
| <b>ОК – 10.1.18</b>  | 26     | §30,31            | №25-29 |
| 1.Закон всемирного тяготения. Гравитационная постоянная      |        |                   |        |
| 2.Пределы применимости закона                                |        |                   |        |
| 3.Гравитационное поле  |        |                   |        |
| <b>ОК – 10.1.19</b>  | 27     | §32               | №30-32 |
| Искусственные спутники Земли.<br>Первая космическая скорость |        |                   |        |

|  |    |           |        |
|--|----|-----------|--------|
| <b>OK – 10.1.20</b>                                      | 28 | §33       | №33-39 |
| 1.Сила тяжести   |    |           |        |
| 2.От чего зависит и не зависит сила тяжести              |    |           |        |
| 3.Ускорение свободного падения. Направление силы тяжести |    |           |        |
| 4.Вес тела. Природа веса тела.                           |    |           |        |
| <b>OK – 10.1.21</b>                                      | 29 | §33       | №40-43 |
| 1.Вес тела в разных условиях                             |    |           |        |
| 2.Невесомость. Перегрузка                                |    |           |        |
| <b>OK – 10.1.22</b>                                      | 30 | §36,37,38 | №44-51 |
| 1.Сила трения  |    |           |        |
| 2.Природа силы трения                                    |    |           |        |
| 3.Особенности силы трения                                |    |           |        |
| 4.Сила трения скольжения. Коэффициент трения             |    |           |        |
| 5.Сила трения качения                                    |    |           |        |
| 6.Способы увеличения и уменьшения силы трения            |    |           |        |
| <b>OK – 10.1.23</b>                                      | 31 | задача    | -      |
| Движение тела под действием силы трения                  |    |           |        |
| <b>OK – 10.1.24</b>                                      | 32 | задача    | -      |
| Движение в вертикальном направлении                      |    |           |        |
| <b>OK – 10.1.25</b>                                      | 33 | задача    | -      |
| Движение по наклонной плоскости                          |    |           |        |
| <b>OK – 10.1.26</b>                                      | 34 | задача    | -      |
| Движение связанных тел                                   |    |           |        |
| <b>OK – 10.1.27</b>                                      | 35 | задача    | -      |
| Движение на неподвижном блоке                            |    |           |        |

## ДИНАМИКА

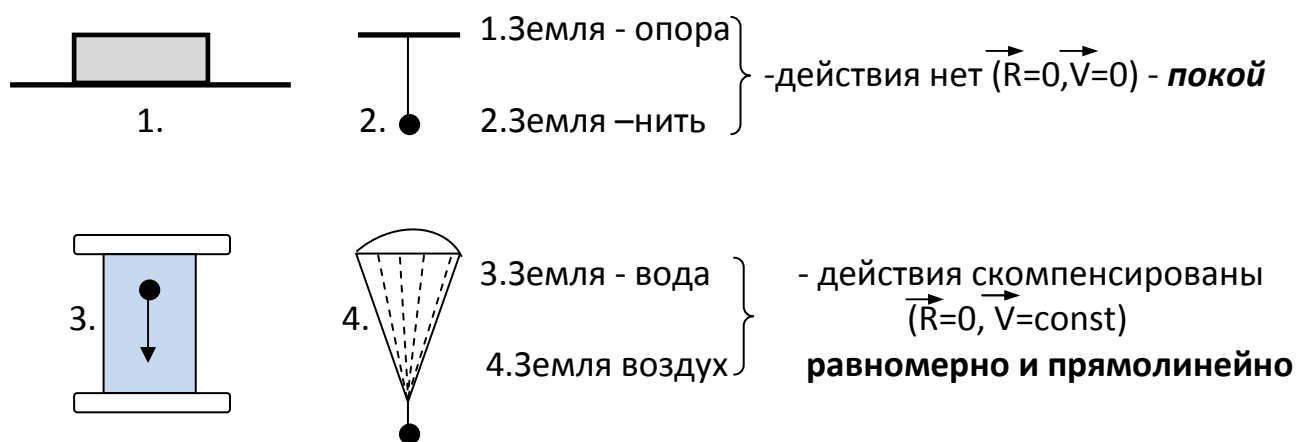
- изучает, при каких условиях:

- тело покоится
- движется равномерно
- изменяет скорость тела

- а также

- причины и способы изменения модуля и направления ускорения

### 1. Компенсация действий



**2. Инерция** – явление сохранения скорости движения тела при отсутствии внешних воздействий или при их компенсации, при этом тело находится в покое или движется равномерно и прямолинейно. (Г.Галилей)

**3. Инерциальные системы отсчета (И.С.О.)** – система отсчета, относительно которой тело, при отсутствии внешних воздействий или при их компенсации, движется прямолинейно и равномерно

**И.С.О. – бесчисленное множество**

**Опыты Галилея показали, что Земля – И.С.О., но не единственная такая система**

1. Поезд, идущий по прямолинейному участку с постоянной скоростью – И.С.О.
2. С.О., связанная с хоккеистом, движущимся относительно льда с ускорением – **система неинерциальная**

### 4. Первый закон Ньютона

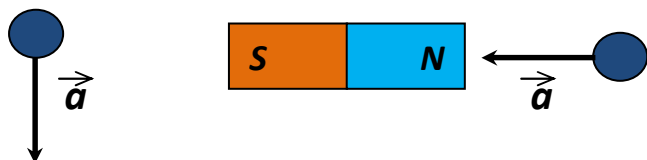
И.Ньютон был убежден в правоте Галилея и включил закон инерции в систему законов движения

Существуют такие системы отсчета, относительно которых поступательно движущееся тело сохраняет свою скорость постоянной, если на него не действуют другие тела ( или действия других тел скомпенсировано)

ОК-10.1.13

## ВЗАИМОДЕЙСТВИЕ ТЕЛ

### 1. Почему изменяется скорость?

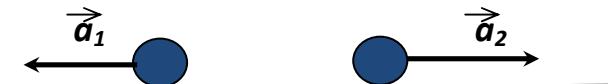


-взаимодействие причина изменения скорости, т.е. причина ускорения

### 2. Ускорение при взаимодействии

Независимо от рода взаимодействия:

1. направления ускорений противоположны



$$2. \frac{|a_1|}{|a_2|} = const$$

### 3. Скорость изменяется

#### Быстрее

- легковой автомобиль
- пустой вагон
- стул

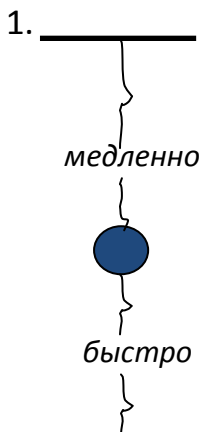
#### Медленнее

- грузовой автомобиль
- груженный автомобиль
- стол

тела менее  $\longrightarrow$  **ИНЕРТНЫ**  $\longleftarrow$  тела более

Свойство тела, от которого зависит его ускорение при взаимодействии с другими телами, называется **ИНЕРТНОСТЬЮ**

### 4. Чем тело инертнее, тем время изменения скорости больше



2. маховики
3. фундаменты станков
4. в цирке ( человек – наковальня)

ОК-10.1.14

## МАССА ТЕЛА

### 1. Масса тела – величина, характеризующая инертность тела

$$\frac{|a_1|}{|a_2|} = \frac{m_1}{m_2}$$

- отношение масс взаимодействующих тел равно обратному отношению модулей ускорений

### 2. Измерение масс

1. по ускорению при взаимодействии с эталоном

$$\frac{|a_{\text{ЭТ}}|}{|a_{\text{Т}}|} = \frac{m_{\text{Т}}}{m_{\text{ЭТ}}}$$

$$m_{\text{Т}} = m_{\text{ЭТ}} \frac{a_{\text{ЭТ}}}{a_{\text{Т}}}$$

2. взвешиванием



1889 г.  
Франция  
г. Севр  
Платина+Иридий

### 3. Свойство массы

1. не зависит от рода взаимодействия

2. складывается ( $m = m_1 + m_2 + \dots$ )

3. изменяется при движении тел со скоростью, близкой к скорости света

$$v \longrightarrow c = 3 \times 10^8 \text{ м/с}$$

$$m = \frac{m_0}{\sqrt{1 - \frac{v^2}{c^2}}}$$

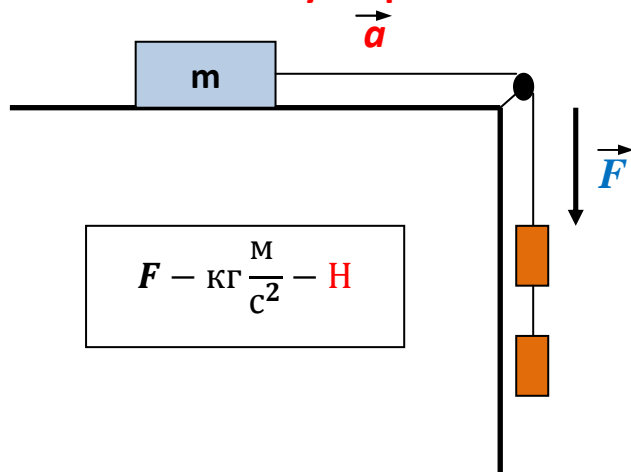
ОК-10.1.15

## ВТОРОЙ ЗАКОН НЬЮТОНА

**1. Сила** – всякое действие одного тела на другое, являющееся причиной ускорения или деформации

$\vec{F}$  – векторная величина характеризуется – числовым значением  
 - направлением  
 - точкой приложения

**2. От чего зависит ускорение?**



$$1. m - \text{const}; \frac{F_1}{F_2} = \frac{a_1}{a_2}; \quad a \sim F$$

$$2. F - \text{const}; \frac{m_1}{m_2} = \frac{a_2}{a_1}; \quad a \sim \frac{1}{m}$$

$$\vec{a} = \frac{\vec{F}}{m}$$

$$\vec{F} = m\vec{a}$$

Сила, действующая на тело, равна произведению массы тела на сообщаемое этой силой ускорение

**3. Особенности второго закона Ньютона**

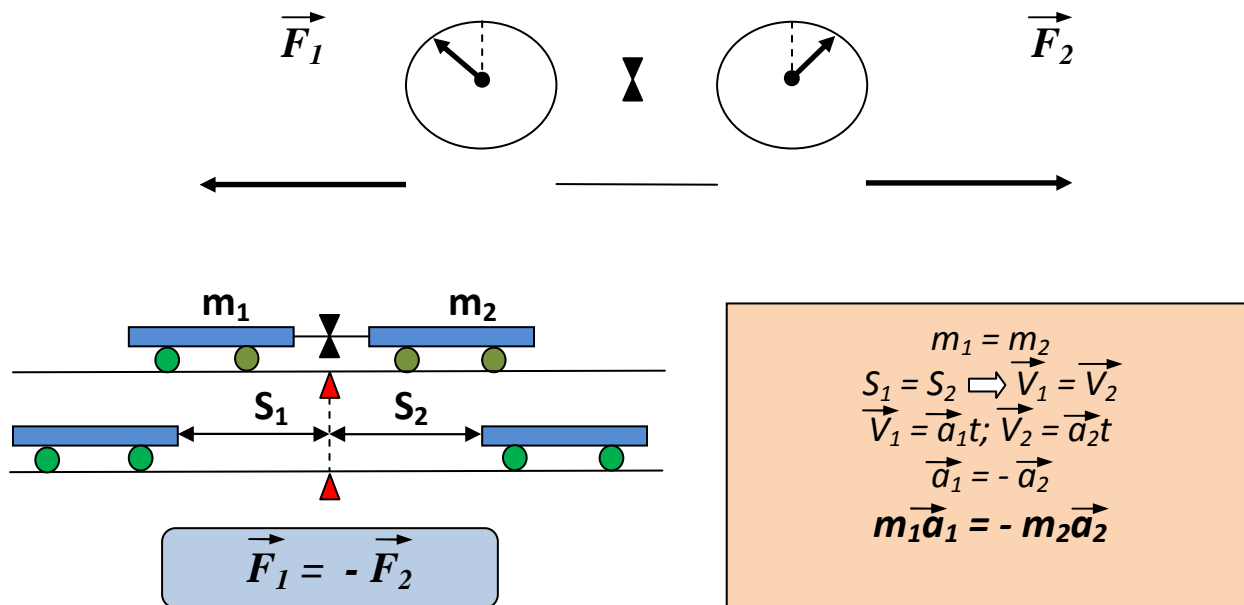
- приложенная к телу сила определяет его ускорение;
- сила – причина изменения движения (скорости);
- направление ускорения всегда совпадает с направлением силы;
- справедлив для любых сил;
- если на тело действуют несколько сил, то берется результирующая сила

$$\Sigma \vec{F} = m\vec{a}$$

Геометрическая сумма всех сил, действующих на тело, равна произведению массы тела на сообщаемое этой силой ускорение

ОК-10.1.16

## ТРЕТИЙ ЗАКОН НЬЮТОНА



Тела действуют друг на друга с силами, равными по модулю и противоположными по направлению

### Особенности третьего закона Ньютона

Силы взаимодействия должны быть:

1. одной природы
2. всегда равны по величине
3. всегда направлены в противоположные стороны вдоль одной прямой
4. приложены к разным телам и не уравновешиваются



ОК-10.1.17

## СИЛЫ В ПРИРОДЕ

Существуют два основных вида взаимодействия в механике

### 1. гравитационное

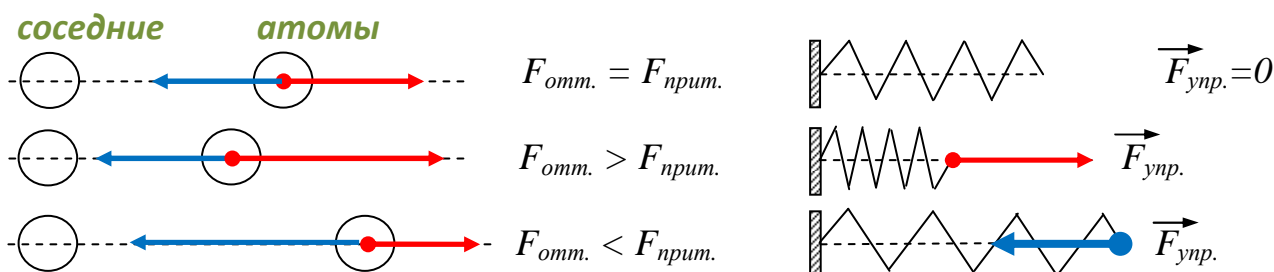
- сила тяготения
- сила тяжести

### 2. электромагнитное

- сила упругости
- сила трения
- сила тяги
- выталкивающая сила

Суть электромагнитных сил – взаимодействие заряженных частиц соседних атомов

### Сила упругости



$$\vec{F}_{упр.} = \Sigma(\vec{F}_{пр.} + \vec{F}_{отт.})$$

### 3. Особенности сил упругости

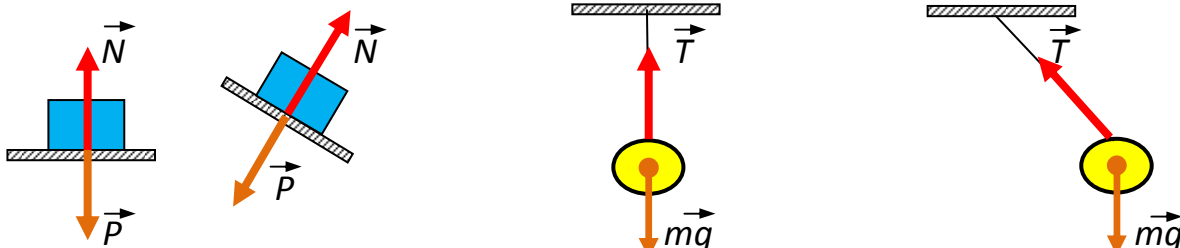
1. Возникают при деформации тела (растяжение, сжатие, изгиб, кручение)
2. Всегда направлены перпендикулярно поверхности соприкосновения взаимодействующих тел
3. Противоположны направлению смещения частиц тела
4. Возникают одновременно у двух тел
4. При малых деформациях выполняется **закон Гука**

$$(F_{упр.})_x = -k\Delta x$$

$$k = \frac{F_{упр.}}{\Delta x} = \frac{H}{M}$$

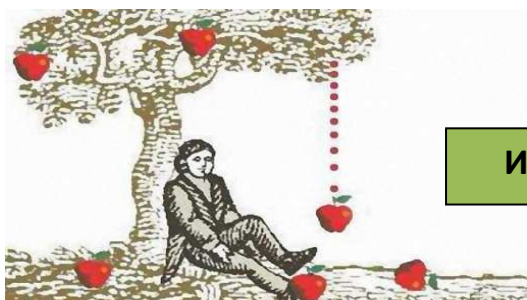
- коэф. жесткости зависит от размеров и от материала

6. Силы упругости, действующие на тело со стороны опоры или подвеса, наз-ся **силой реакции опоры** ( $\vec{N}$ ) или **силой реакции подвеса** ( $\vec{T}$ )



ОК-10.1.18

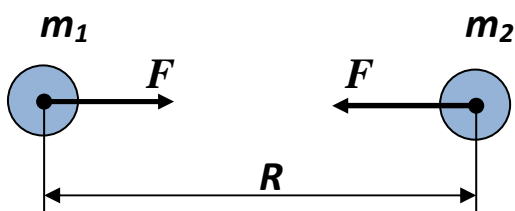
## ЗАКОН ВСЕМИРНОГО ТЯГОТЕНИЯ



**И.НЬЮТОН**

Падение тел на Землю  
Луна вокруг Земли  
Планеты вокруг Солнца  
Приливы и отливы

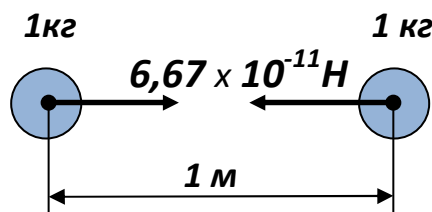
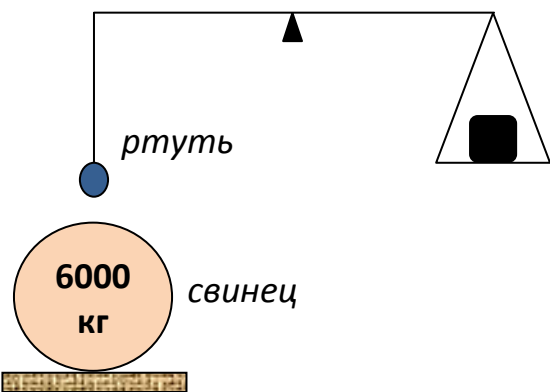
Силы тяготения



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

*Все тела притягиваются друг к другу с силой, модуль которой прямо пропорционален произведению их масс и обратно пропорционален квадрату расстояний между ними*

### Гравитационная постоянная



$$G = 6,67 \times 10^{-11} \frac{\text{Нм}^2}{\text{кг}^2}$$

Кавендиш (англ.) – первый!

### Пределы применимости закона

- материальные точки
- шары
- шар большего R и тело

### Неприменим!

- бесконечный стержень и шар
- бесконечная плоскость и тело

### Гравитационное поле

- 1.невидимо
- 2.сильнее вблизи тела
- 3.зависит от массы
- 4.существует вокруг всех тел
- 5.проникает через все материалы

ОК-10.1.19

## ИСКУССТВЕННЫЕ СПУТНИКИ ЗЕМЛИ

**4 октября – 1957 г. – первый в мире ИСЗ – СССР**

**Первая космическая скорость.**

**Рассмотрим случай, когда тело становится ИСЗ.**

|  |  |
|--|--|
| 1. Так как тело движется по окружности, то ускорение будет равно | $a = \frac{V^2}{R + h}$  |
| 2. Это ускорение телу сообщает сила тяготения Земли              | $F = G \frac{M_3 m}{(R + h)^2}$  |
| 3. По второму закону Ньютона                                     | $a = \frac{F}{m} = G \frac{M_3 m}{m(R + h)^2} = G \frac{M_3}{(R + h)^2}$   |
| 4. Приравняем уравнения (1) и (3)                                | $\frac{V^2}{R + h} = G \frac{M_3}{(R + h)^2}$                              |
| 5. Выразим из уравнения (4) – V                                  | $V = \sqrt{G \frac{M_3}{R + h}}$   |
| 6. Вычислим V для случая h=0                                     | $F = G \frac{M_3 m}{R^2}; F = mg; V = \sqrt{G \frac{M_3}{R}}$              |
|  | $\frac{GM}{R^2} = g; \frac{GM}{R} = gR$                                    |
| 7. Первая космическая скорость $V_{к1}$                          | $V_{к1} = \sqrt{gR} = \sqrt{9,8 \frac{м}{с^2} * 6,4 * 10^6 м} = 7,91 км/с$ |

В зависимости от начальной скорости  $V_0$ , сообщенной телу при его вылете из атмосферы, дальнейшая судьба тела может быть различной:

1. При  $V_0 < 7,91$  км/с тело упадет на Землю;
2. При  $V_{к1} = 7,91$  км/с тело превратится в ИСЗ;
3. При  $V_{к2} = 11,18$  км/с тело превратится в искусственную планету;
4. При  $V_{к3} = 16,67$  км/с тело покинет Солнечную систему.
5. При  $V_{к4} = 550$  км/с тело покинет нашу Галактику.

|                               |      |      |      |       |        |
|-------------------------------|------|------|------|-------|--------|
| <b>h, км</b>                  | 0    | 250  | 1000 | 35800 | 385000 |
| <b><math>V_0</math>, км/с</b> | 7,91 | 7,76 | 7,35 | 3,07  | 1      |

ОК-10.1.20

## СИЛА ТЯЖЕСТИ

- сила притяжения к Земле

Рассмотрим тело, находящееся на поверхности Земли или близко от неё:

введем обозначения:  $m_1 = M_3$ ;  $m_2 = m_T$ ;  $R = R_3$ ; тогда  $F = G \frac{M_3 m_T}{R_3^2}$

*если на тело действует только сила тяжести, то оно совершает свободное падение*

$$g = \frac{F}{m} = G \frac{M_3}{R_3^2} = 9,8 \frac{M}{c^2}$$

- не зависит от массы тела!  
Г.Галилей.

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

если  $h = 1000$  км, то  $g = 5,4$  м/с<sup>2</sup>

- зависит от высоты над Землёй!

$$g = 9,83 \text{ м/с}^2 \text{ – полюс}$$

$$g = 9,78 \text{ м/с}^2 \text{ – экватор}$$

$$g = 9,81 \text{ м/с}^2 \text{ – широта } 45^0$$

- зависит от широты места!

**Причина:**

вращение Земли, приплюснутость у полюсов, породы земной коры

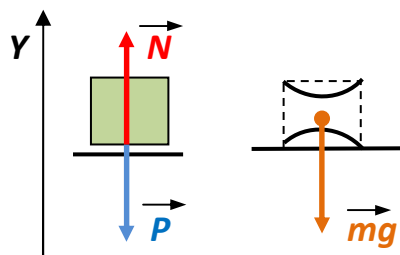
**Направление вектора силы тяжести** – по линии отвеса к центру Земли



## ВЕС ТЕЛА

- сила, с которой тело, вследствие его притяжения к Земле, действует на опору или подвес

**Природа веса тела:**



Под действием  $\vec{m}g$  и  $\vec{N}$  тело деформируется, в нем возникает сила упругости.

**Это и есть вес тела!**

$\vec{P} = -\vec{N}$  – по третьему закону Ньютона

Вес – сила упругости!

$$P = mg$$

$P = N$  – всегда!

ОК-10.1.21

## ВЕС ТЕЛА В РАЗНЫХ УСЛОВИЯХ

|  |   |  |
|--|---|--|
| <p>1. Опора покоится или движется равномерно</p> | <p>2. Опора движется вертикально вверх с ускорением</p> | <p>3. Опора движется вертикально вниз с ускорением</p> |
|  |   |  |
| $P = N; N = mg;$ $P = mg$                        | $ma = N - mg;$ $P = m(g + a)$                           | $ma = -N + mg;$ $P = m(g - a)$                         |

|  |   |
|--|---|
| <p>4. Тело движется по окружности в вертикальной плоскости</p> |   |
|  |   |
| $\frac{mV^2}{R} = N - mg; P = m(g + \frac{V^2}{R})$            | $\frac{mV^2}{R} = mg - N; P = m(g - \frac{V^2}{R})$ |

**Свободное падение** – движение тела только под действием силы тяжести

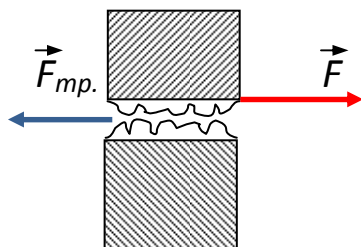
| <b>Невесомость (a=g)</b>       |      | <b>Перегрузка</b>            |                                |
|--------------------------------|------|------------------------------|--------------------------------|
| вверх                          | вниз | вверх                        | вниз                           |
|                                |      |                              |                                |
| $N = m(g - a)$ $g=a; N=0; P=0$ |      | $ma = N - mg$ $P = m(a + g)$ | $-ma = -N - mg$ $P = m(a + g)$ |

- |   |  |
|---|--|
| <ol style="list-style-type: none"> <li>1. Космонавты</li> <li>2. Спутник на орбите</li> <li>3. Пловец – с вышки</li> <li>4. Парашютист – в начале падения</li> <li>5. Выпуклый мост – большая скорость</li> </ol> | <ol style="list-style-type: none"> <li>1. Старт космического корабля</li> <li>2. Спуск корабля на Землю</li> <li>3. При движении по окружности:                     <ul style="list-style-type: none"> <li>- лётчик в «пике»</li> <li>- вогнутый мост</li> <li>- центрифуга</li> </ul> </li> </ol> |
|---|--|

ОК-10.1.22

## СИЛА ТРЕНИЯ

**1. Природа силы трения** – электромагнитная (силы трения возникают благодаря существованию сил взаимодействия между молекулами и атомами соприкасающихся тел).

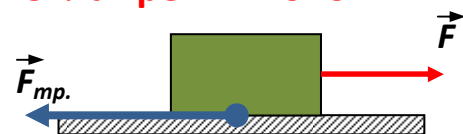


**2. Причины:** - шероховатость поверхностей  
- молекулярные силы

$$\vec{\Sigma F}_{\text{упр.}} = \vec{F}_{\text{тр.}}$$

**3. Особенности** – возникает при соприкосновении двух движущихся тел;  
- действует параллельно поверхности соприкосновения тел;  
- направлена против движения тела.

### 4. Сила трения покоя.



$$\vec{F}_{\text{тр.покоя.}} = -\vec{F}$$

$$(F_{\text{тр.п.}})_{\text{max.}} = \mu N$$

$F_{\text{тр.покоя.}}$  - препятствует началу движения, удерживает соприкасающиеся тела в относительном покое, а также может служить причиной ускорения.

#### **$\mu$ – коэффициент трения**

- показывает, во сколько раз сила трения меньше силы нормального давления;
- характеризует качество обработки и материал трущихся поверхностей;
- не зависит от действующих сил;
- постоянен для данной пары материалов;
- различен для разных соприкасающихся материалов.

### 5. Сила трения скольжения

$$F_{\text{тр.скольж.}} = \mu N$$

### 6. Сила трения качения

При одинаковой нагрузке  $F_{\text{тр.качения.}}$  значительно меньше  $F_{\text{тр.скольж.}}$

$$F_{\text{тр.качения.}} \ll F_{\text{тр.скольж.}}$$

- колесо, шариковые и роликовые подшипники

### 7. Способы увеличения и уменьшения силы трения

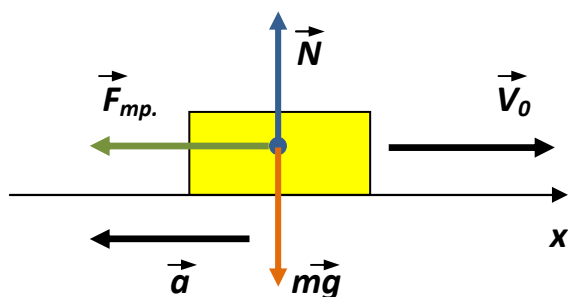
**Увеличивают:** песок, рукавицы, гвозди, шурупы, шиповки

**Уменьшают:** валы, оси, шлифовка, подшипники, смазка

ОК-10.1.23

## ДВИЖЕНИЕ ТЕЛА ПОД ДЕЙСТВИЕМ СИЛЫ ТРЕНИЯ

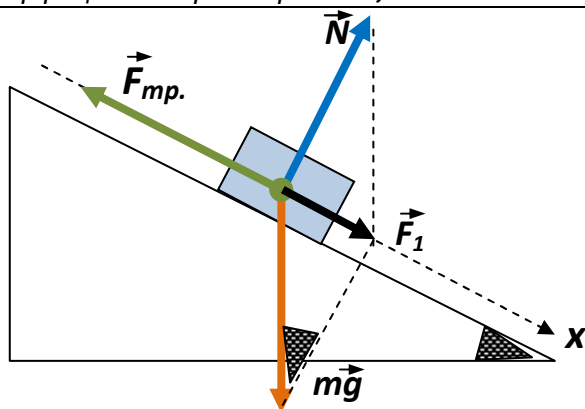
1. Рассчитайте время, в течение которого автомобиль тормозит, и путь, пройденный автомобилем до остановки, если он двигался по горизонтальной прямолинейной дороге и перед началом торможения имел скорость **16 м/с**. Коэффициент трения равен **0,4**.



1.  $F_{\text{тр.}} = \mu N = \mu mg; \vec{F} = \vec{R}$
2.  $\mu mg = ma; a = \mu g$
3.  $V = V_0 - at; 0 = V_0 - at; V = at$
4.  $t = \frac{V_0}{a} = \frac{V_0}{\mu g}; t = 4\text{с}$
5.  $S = V_0 t - \frac{at^2}{2};$

$$S = 32\text{м}$$

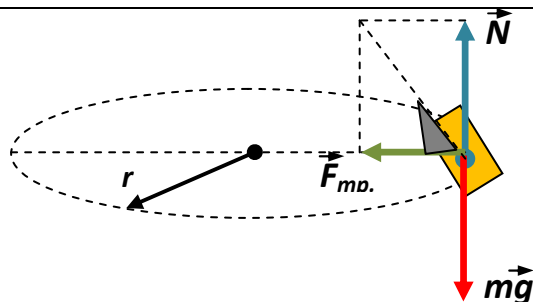
2. Автомобиль массой **5000 кг** движется равномерно с горы, плоскость которой образует с горизонтом угол **30 град**. Определите силу тяги, развиваемую двигателем автомобиля. Коэффициент трения равен **0,7**.



1.  $\vec{F}_1 + \vec{F}_T + \vec{F}_{\text{тр.}} = m\vec{a}$
2. ось x:  $mg \sin \alpha + F_T - \mu mg \cos \alpha = 0$
3.  $F_T = mg(\mu \cos \alpha - \sin \alpha)$

$$F_T = 5\text{кН}$$

3. Конькобежец движется со скоростью **10 м/с** по окружности радиусом **25 м**. Под каким углом к горизонту он должен наклониться, чтобы не упасть? Чему равен коэффициент трения?



1.  $R = F_{\text{тр.}}$
2.  $F_{\text{тр.}} = N \text{ctg} \alpha; F_{\text{тр.}} = \mu N; \mu = \text{ctg} \alpha$
3.  $F_{\text{тр.}} = ma; F_{\text{тр.}} = m \frac{V^2}{r}$
4.  $\mu N = m \frac{V^2}{r}; \mu mg = m \frac{V^2}{r}; \mu = \frac{V^2}{r g}$

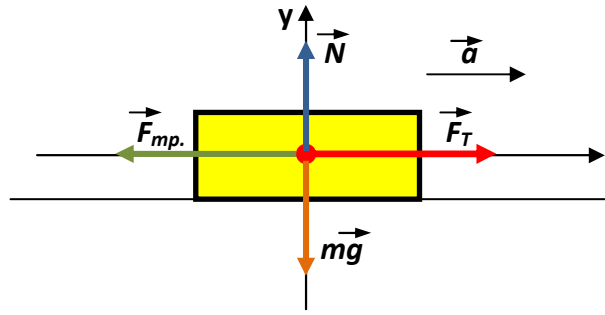
$$5. \mu = 0,4; \text{ctg} \alpha = 0,4; \alpha = 68^\circ$$

ОК-10.1.24

## ДВИЖЕНИЕ В ВЕРТИКАЛЬНОМ НАПРАВЛЕНИИ

### Движение тела под действием нескольких сил

#### Алгоритм решения задач на второй закон Ньютона

|  |  |
|--|--|
| 1. Прочитайте внимательно условие задачи. Выясните, какое тело движется. Под действием каких сил? Каков характер движения? | Автобус массой <b>5т.</b> , двигаясь от остановки ускоренно, прошел путь <b>400м.</b> Сила тяги, развиваемая двигателем, <b><math>5 \cdot 10^3 \text{ Н}</math>.</b> Коэффициент трения <b>0,05.</b> Какую скорость приобретёт автобус к концу разгона?  |
| 2. Запишите краткое условие задачи. Одновременно выразите все величины в единицах СИ.                                      | <div style="display: flex; justify-content: space-between;"> <div style="border: 1px solid black; padding: 5px;"> <p><b>Дано:</b><br/> <math>m=5\text{т}</math><br/> <math>S=400\text{м}</math><br/> <math>F=5 \cdot 10^3 \text{ Н}</math><br/> <math>\mu=0,05</math></p> </div> <div> <p><b>СИ</b><br/> <math>=5 \cdot 10^3 \text{ кг}</math></p> </div> </div> <p><b>V = ?</b></p> |
| 3. Сделайте чертёж. Изобразите оси координат, тело, все действующие на тело силы, а также направление вектора ускорения.   |   |
| 4. Запишите уравнение второго закона Ньютона в векторном виде.   | $\vec{F}_T + \vec{F}_{\text{тр.}} + \vec{N} + \vec{mg} = m\vec{a}$   |
| 5. Запишите основное уравнение динамики для проекций на оси координат.   | <p>ось <math>x</math>: <math>F_T - F_{\text{тр.}} = ma</math><br/>         ось <math>y</math>: <math>N - mg = 0</math></p>   |
| 6. Найдите все величины, входящие в эти уравнения.   | $F_{\text{тр.}} = \mu N = ma$ $a = \frac{v^2}{2S}$   |
| 7. Решите систему уравнений (см. п.5) относительно неизвестной величины.   | $v = \sqrt{\frac{2S(F_T - \mu mg)}{m}}$  |
| 8. Определите единицу величины. Проверьте, подходит ли она по смыслу.  | $v = \sqrt{\frac{\text{кг м/с}^2}{\text{кг}}} \text{ м} = \frac{\text{м}}{\text{с}}$   |
| 9. Рассчитайте число. Проверьте ответ на «глупость» и запишите его.  | $v = 20 \text{ м/с}$   |

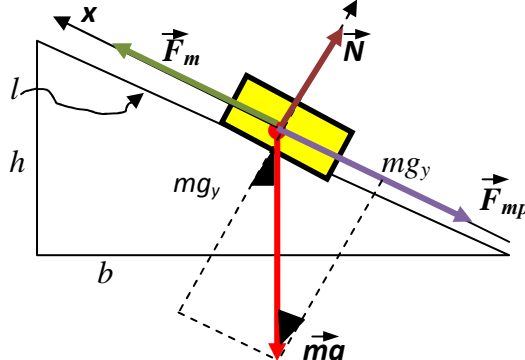


ОК-10.1.25

## ДВИЖЕНИЕ ПО НАКЛОННОЙ ПЛОСКОСТИ

### Алгоритм решения задач на второй закон Ньютона

#### Движение тела под действием нескольких сил

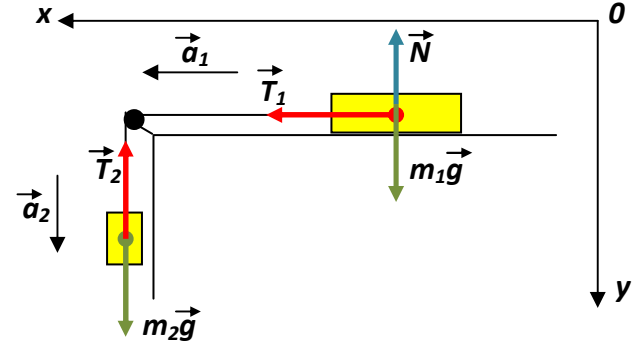
|   |   |
|---|---|
| <p>1. Прочитайте внимательно условие задачи. Выясните, какое тело движется. Под действием каких сил? Каков характер движения?</p> | <p>На наклонной плоскости длиной <b>13 м</b> и высотой <b>5 м</b> лежит груз массой <b>26 кг</b>. Коэффициент трения равен <b>0,5</b>. Какую силу надо приложить к грузу вдоль плоскости, чтобы втащить груз?</p> |
| <p>2. Запишите краткое условие задачи. Одновременно выразите все величины в единицах СИ.</p>                                      | <p><b>Дано:</b>      <b>СИ</b><br/> <math>m = 26 \text{ кг}</math><br/> <math>l = 5 \text{ м}</math><br/> <math>h = 13 \text{ м}</math><br/> <math>\mu = 0,5</math></p> <p><math>F = ?</math></p>                 |
| <p>3. Сделайте чертеж. Изобразите оси координат, тело, все действующие на тело силы, а также направление вектора ускорения.</p>   |    |
| <p>4. Запишите уравнение второго закона Ньютона в векторном виде.</p>   | $\vec{F}_T + \vec{F}_{\text{тр.}} + \vec{N} + \vec{m}\vec{g} = m\vec{a}$  |
| <p>5. Запишите основное уравнение динамики для проекций на оси координат.</p>   | <p>ось <math>x</math>: <math>F_T - F_{\text{тр.}} - mgsin\alpha = 0</math><br/>         ось <math>y</math>: <math>N - mgcos\alpha = 0</math></p>  |
| <p>6. Найдите все величины, входящие в эти уравнения.</p>   | $F_{\text{тр.}} = \mu N = \mu mgcos\alpha$ $sin\alpha = \frac{h}{l}; b = \sqrt{l^2 - h^2}; cos\alpha = \frac{b}{l}$   |
| <p>7. Решите систему уравнений (см. п.5) относительно неизвестной величины.</p>   | $F_T = mg(\mu cos\alpha + sin\alpha)$   |
| <p>8. Определите единицу величины. Проверьте, подходит ли она по смыслу.</p>  | $F_T = \text{кг} \frac{\text{м}}{\text{с}^2} = \text{Н}$  |
| <p>9. Рассчитайте число. Проверьте ответ на «глупость» и запишите его.</p>  | <p style="text-align: center; background-color: cyan;"><b><math>F_T = 220 \text{ Н}</math></b></p>  |

ОК-10.1.26

## ДВИЖЕНИЕ СВЯЗАННЫХ ТЕЛ

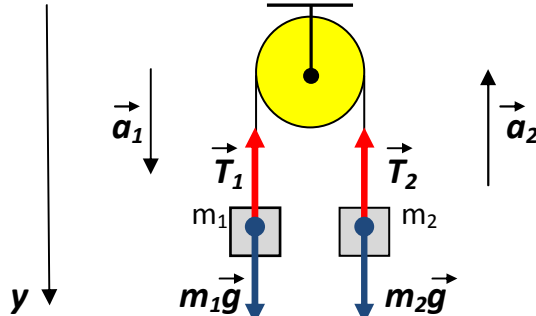
### Алгоритм решения задач на второй закон Ньютона

#### Движение тела под действием нескольких сил

|  |   |  |
|--|---|--|
| <p>1. Прочитайте внимательно условие задачи. Выясните, какое тело движется. Под действием каких сил? Каков характер движения?</p>                            | <p>По горизонтальному столу движется тело массой <math>m_1 = 1 \text{ кг}</math>, соединенное легкой нерастяжимой нитью с телом массой <math>m_2 = 3 \text{ кг}</math>. Найдите ускорения тел и силу натяжения нити. Силой трения пренебречь.</p> |  |
| <p>2. Запишите краткое условие задачи. Одновременно выразите все величины в единицах СИ.</p>   | <p><b>Дано:</b><br/><math>m_1 = 1 \text{ кг}</math><br/><math>m_2 = 3 \text{ кг}</math><br/><math>T = ?</math> <math>a = ?</math></p>   | <p><b>СИ</b></p>   |
| <p>3. Сделайте чертеж. Изобразите оси координат, тело, все действующие на тело силы, а также направление вектора ускорения.</p>                              |    |  |
| <p>4. Если пренебречь малым растяжением нити, то ускорения обоих грузов одинаковы по модулю. По третьему закону Ньютона одинаковы и силы натяжения нити.</p> | $ \vec{a}_1  =  \vec{a}_2  =  \vec{a} $ $ \vec{T}_1  =  \vec{T}_2  =  \vec{T} $   |  |
| <p>5. Запишите уравнение второго закона Ньютона для каждого тела в векторной форме.</p>  | $\vec{T} + \vec{N} + m_1 \vec{g} = m_1 \vec{a}$ $\vec{T} + m_2 \vec{g} = m_2 \vec{a}$   |  |
| <p>6. Запишите уравнения второго закона Ньютона для каждого тела в скалярном виде.</p>   | <p><b>1 тело</b><br/>ось <math>y</math>: <math>N - m_1 g = 0</math><br/>ось <math>x</math>: <math>T = m_1 a</math></p>  | <p><b>2 тело</b><br/>ось <math>y</math>: <math>-T + m_2 g = m_2 a</math></p> |
| <p>7. Решите систему уравнений (см. п. 6) относительно неизвестной величины.</p>   | $a = \frac{m_2 g}{m_1 + m_2}; T = m_1 \frac{m_2 g}{m_1 + m_2}$  |  |
| <p>8. Определите единицу величины. Проверьте, подходит ли она по смыслу.</p>   | $a = \frac{\text{кг} \cdot \text{м} / \text{с}^2}{\text{кг}} = \frac{\text{м}}{\text{с}^2}; T = \text{кг} \frac{\text{м}}{\text{с}^2} = \text{Н}$   |  |
| <p>9. Рассчитайте число. Проверьте ответ на «глупость» и запишите его.</p>   | $a = 7,5 \frac{\text{м}}{\text{с}^2}; T = 7,5 \text{ Н}$  |  |

ОК-10.1.27

**ДВИЖЕНИЕ СВЯЗАННЫХ ТЕЛ НА НЕПОДВИЖНОМ БЛОКЕ****Алгоритм решения задач на второй закон Ньютона****Движение тела под действием нескольких сил**

|   |   |  |
|---|---|--|
| 1. Прочитайте внимательно условие задачи. Выясните, какое тело движется. Под действием каких сил? Каков характер движения?                            | Через неподвижный блок перекинута нить, к концам которой прикреплены грузы массами $m_1 = 3 \text{ кг}$ и $m_2 = 1 \text{ кг}$ . Найдите ускорения грузов и силу натяжения нити. Силой трения пренебречь. |  |
| 2. Запишите краткое условие задачи. Одновременно выразите все величины в единицах СИ.   | Дано:<br>$m_1 = 3 \text{ кг}$<br>$m_2 = 1 \text{ кг}$<br>$T = ?$ $a = ?$  | СИ                                     |
| 3. Сделайте чертеж. Изобразите оси координат, тело, все действующие на тело силы, а также направление вектора ускорения.                              |    |  |
| 4. Если пренебречь малым растяжением нити, то ускорения обоих грузов одинаковы по модулю. По третьему закону Ньютона одинаковы и силы натяжения нити. | $ \vec{a}_1  =  \vec{a}_2  =  \vec{a} $<br>$ \vec{T}_1  =  \vec{T}_2  =  \vec{T} $  |  |
| 5. Запишите уравнение второго закона Ньютона для каждого тела в векторной форме.  | $\vec{T} + m_1 \vec{g} = m_1 \vec{a}$<br>$\vec{T} + m_2 \vec{g} = m_2 \vec{a}$  |  |
| 6. Запишите уравнения второго закона Ньютона для каждого тела в скалярном виде.   | <b>1 тело</b><br>$-T + m_1 g = m_1 a$   | <b>2 тело</b><br>$-T + m_2 g = -m_1 a$ |
| 7. Решите систему уравнений (см. п. 6) относительно неизвестной величины.   | $a = \frac{(m_1 - m_2)g}{m_1 + m_2}; T = m_1(g - a)$  |  |
| 8. Определите единицу величины. Проверьте, подходит ли она по смыслу.   | $a - \frac{\text{кг} \cdot \text{м} / \text{с}^2}{\text{кг}} = \frac{\text{м}}{\text{с}^2}; T - \text{кг} \frac{\text{м}}{\text{с}^2} - \text{Н}$   |  |
| 9. Рассчитайте число. Проверьте ответ на «глупость» и запишите его.   | $a = 5 \frac{\text{м}}{\text{с}^2}; T = 15 \text{ Н}$   |  |

**Блок - 2****Повторим теорию!****Лист - 2****ОСНОВЫ ДИНАМИКИ**

1. Что изучает динамика?
2. В чем состоит явление инерции?
3. Какие системы отсчета являются инерциальными и неинерциальными? Примеры.
4. Как формулируется первый закон Ньютона?
5. Причина изменения скорости тела.
6. Что можно сказать про ускорения тел при взаимодействии?
7. В чем состоит свойство тел, называемое инертностью?
8. Что называют массой тела?
8. Какова связь между массой тел и модулями ускорений, которые они получают при взаимодействии?
9. Как можно измерить массу тела?
10. Что представляет собой эталон массы?
11. Перечислите основные свойства массы.
12. Что такое сила и чем она характеризуется?
13. Объясните опыт, который устанавливает второй закон Ньютона и какой формулой его выражают?
14. Какова единица измерения силы? Как формулируют определение этой единицы?
15. Сформулируйте второй закон Ньютона.
16. Каковы особенности второго закона Ньютона?
17. Запишите и сформулируйте третий закон Ньютона.
18. Каковы особенности третьего закона Ньютона?
19. Какие виды взаимодействий существуют в природе? К какому из них относится взаимодействие, приводящее к появлению силы упругости?
20. Вследствие чего появляется сила упругости?
21. Особенности силы упругости.
22. Как формулируется и записывается закон Гука?
23. Как направлены силы упругости?
24. Сила реакции опоры и сила реакции подвеса. Изобразите эти силы.
25. Как формулируется закон всемирного тяготения?
26. Какой вид имеет формула закона всемирного тяготения?
27. Что называют гравитационной постоянной. Каков её физический смысл?
28. Пределы применимости закона всемирного тяготения.
29. Свойства гравитационного поля.
30. Опишите основные случаи движения тела в зависимости от сообщенной начальной скорости.
31. Как рассчитать первую космическую скорость? Чему она равна?
32. Что называют силой тяжести? По какой формуле определяют модуль силы тяжести?
33. Зависит ли ускорение свободного падения тела от его массы?
34. Одинакова ли сила тяжести в различных точках земного шара?
35. Как изменяется сила тяжести при удалении тела от поверхности Земли?
36. Куда приложена и как направлена сила тяжести?
37. Что называют весом тела?
38. В чем различие между весом тела и силой тяжести?
39. В каком случае вес тела равен силе тяжести?
40. Чему равен вес тела, при его движении вертикально вверх с ускорением?

41. Чему равен вес тела, при его движении вертикально вниз с ускорением?
42. Когда наступает невесомость? В чем она проявляется?
43. Когда наступает перегрузка? В чем она проявляется?
44. Какова природа силы трения?
45. В чем заключаются причины трения?
46. Каковы особенности силы трения?
47. В чем суть силы трения покоя?
48. Что представляет собой коэффициент трения?
49. В чем суть трения скольжения?
50. Охарактеризуйте трение качения.
51. Способы увеличения и уменьшения силы трения.

**Раздел - 1****Блок -3****БЛОК – 3****ЗАКОНЫ СОХРАНЕНИЯ В МЕХАНИКЕ**

Основными законами сохранения в механике являются закон сохранения импульса и закон сохранения энергии.

| Содержание опорного конспекта                          | Стр. № | Параграф учебника | Лист - 3 |
|--|--------|-------------------|----------|
| <b>ОК – 10.1.28</b>                                    | 39     | §39,40,41,42      | №1-11    |
| 1.Импульс тела   |        |                   |          |
| 2.Закон сохранения импульса                            |        |                   |          |
| 3.Границы применимости закона                          |        |                   |          |
| 4.Реактивное движение                                  |        |                   |          |
| <b>ОК – 10.1.29</b>                                    | 41     | §43,44,47,48      | №12-20   |
| 1.Механическая работа                                  |        |                   |          |
| 2.Частные случаи расчета работы                        |        |                   |          |
| 3.Работа силы упругости                                |        |                   |          |
| 4.Работа силы трения                                   |        |                   |          |
| 5.Работа силы тяжести                                  |        |                   |          |
| <b>ОК – 10.1.30</b>                                    | 43     | §45,46,49         | №21-28   |
| 1.Энергия  |        |                   |          |
| 2.Кинетическая и потенциальная энергия                 |        |                   |          |
| 3.Теорема о кинетической и потенциальной энергии       |        |                   |          |
| 4.Потенциальная энергия упруго – деформированного тела |        |                   |          |
| <b>ОК – 10.1.31</b>                                    | 44     | §50,51            | №29-31   |
| Закон сохранения энергии                               |        |                   |          |

ОК-10.1.28

## 1. ИМПУЛЬС ТЕЛА

Импульсом или количеством движения называется произведение массы тела на его скорость.

$$\vec{F} = m\vec{a} = m \frac{\vec{v} - \vec{v}_0}{\Delta t} = \frac{m\vec{v} - m\vec{v}_0}{\Delta t} = \frac{\Delta \vec{p}}{\Delta t} \quad \boxed{\vec{p} = m\vec{v}} \quad |p| = \frac{\text{кг} \cdot \text{м}}{\text{с}} = \text{Нм}$$

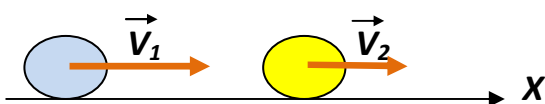
Импульс – векторная величина – направление вектора  $\vec{P}$  совпадает с вектором  $\vec{V}$

$$\boxed{\Delta \vec{p} = m\Delta \vec{v} = \vec{F}\Delta t} \quad \text{- изменение импульса тела равно импульсу силы.}$$

## 2. ЗАКОН СОХРАНЕНИЯ ИМПУЛЬСА

Рассмотрим взаимодействие шаров

1. До взаимодействия

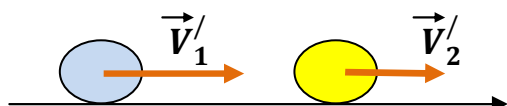


$m_1 > m_2$ ;  $v_1 > v_2$  - условие

$\vec{v}_1$  и  $\vec{v}_2$  - скорости до взаимодействия

2. После взаимодействия

Упругий удар



$\vec{v}_1'$  и  $\vec{v}_2'$  - скорости после взаимодействия

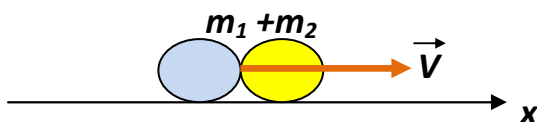
$\vec{F}_1 = -\vec{F}_2$  - по 3-му закону Ньютона

$\vec{F}_1 \Delta t = -\vec{F}_2 \Delta t$  - импульсы сил

$$m_1 \vec{v}_1' - m_1 \vec{v}_1 = -(m_2 \vec{v}_2' - m_2 \vec{v}_2)$$

$$\boxed{m_1 \vec{v}_1 + m_2 \vec{v}_2 = m_1 \vec{v}_1' + m_2 \vec{v}_2'}$$

Неупругий удар

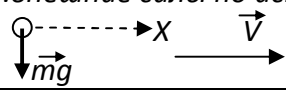


$$\boxed{m_1 \vec{v}_1 + m_2 \vec{v}_2 = (m_1 + m_2) \vec{v}}$$

Геометрическая сумма импульсов тел, составляющих замкнутую систему, остается постоянной при любых взаимодействиях тел этой системы между собой.

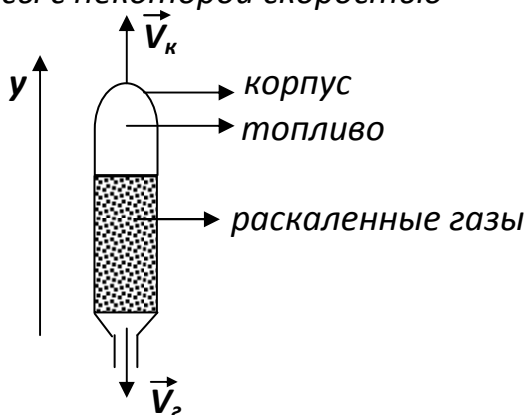
(замкнутая система – система, на которую не действуют внешние силы)

### 3. Границы применимости закона

| Замкнутая система | Незамкнутая система  |
|-------------------|--|
| - всегда          | 1. внешние силы уравновешиваются (напр. $\vec{N}$ и $\vec{m}\vec{g}$ )   |
|                   | 2. внешние силы малы по сравнению с внутренними ( $F_{\text{вн.}} \rightarrow 0$ )   |
|                   | 3. внешние силы по искомому направлению отсутствуют<br> |
|                   | 4. внешние силы велики, но время взаимодействия мало (взрывы, выстрелы, удары)   |

### 4. Реактивное движение

- движение тела, возникающее вследствие отделения от него части его массы с некоторой скоростью



$$0 = m_{\Gamma} V_{\Gamma} + m_{\text{к}} V_{\text{к}}$$

$$- m_{\text{к}} V_{\text{к}} = - m_{\Gamma} V_{\Gamma}$$

$$V_{\text{к}} = \frac{m_{\Gamma}}{m_{\text{к}}} V_{\Gamma}$$

Чтобы увеличить скорость корпуса, надо или увеличить скорость газов или увеличить массу газа или уменьшить массу корпуса

Устройство одноступенчатой ракеты



Устройство многоступенчатых ракет

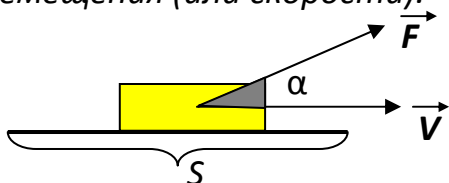




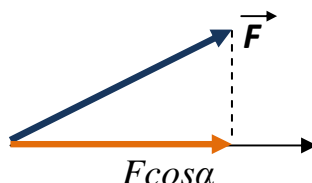
ОК-10.1.29

## МЕХАНИЧЕСКАЯ РАБОТА

- скалярная величина, равная произведению модуля силы, действующей на тело, на модуль перемещения и на косинус угла между векторами силы и перемещения (или скорости).



$$A = FS \cos \alpha$$



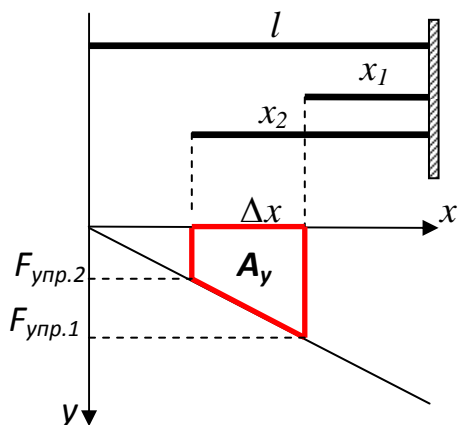
$$A = 1Н * 1м = 1Дж$$

### 1. Частные случаи

|   |  |   |
|---|--|---|
| 1. Направление силы совпадает с направлением движения тела                    |  | $\alpha = 0$<br>$A = FS$                            |
| 2. Сила направлена перпендикулярно к направлению движения тела                |  | $\alpha = 90^\circ; \cos \alpha = 0$<br>$A = 0$     |
| 3. Угол между направлением силы и направлением движения тупой.                |  | $\alpha > 90^\circ$<br>$A = -FS \cos \alpha$        |
| 4. Перемещение происходит в сторону, противоположную направлению вектора силы |  | $\alpha = 180^\circ; \cos \alpha = -1$<br>$A = -FS$ |
| 5. Движение по инерции  |  | $F = 0; S \neq 0$<br>$A = 0$                        |
| 6. Грузчик держит на плечах груз, стоя на месте                               |  | $F \neq 0; S = 0$<br>$A = 0$                        |

### 2. Работа силы упругости

работа  $F_{упр}$  равна площади трапеции

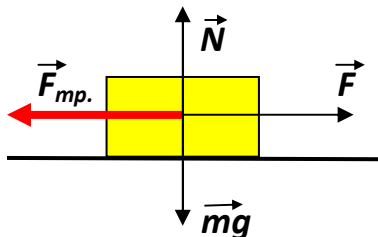


$$A_y = \frac{F_{y1} + F_{y2}}{2} \Delta x = \frac{kx_1 + kx_2}{2} \Delta x = \frac{k}{2} (x_1 + x_2)(x_1 - x_2)$$

$$A_y = \frac{k}{2} (x_1^2 - x_2^2)$$

$$A = k \Delta x^2$$

### 3. Работа силы трения

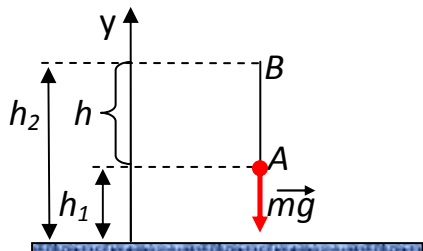


$$A_{\text{тр.}} = -F_{\text{тр.}} \cdot S \cdot \cos\alpha = -F_{\text{тр.}}$$

### 4. Работа силы тяжести

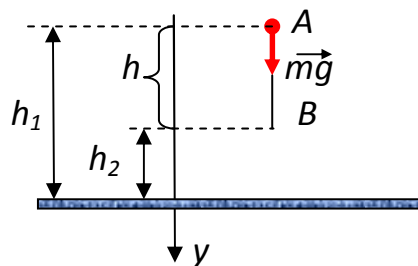
#### 1. Движение тела в вертикальном направлении

Вверх из т.А в т.В



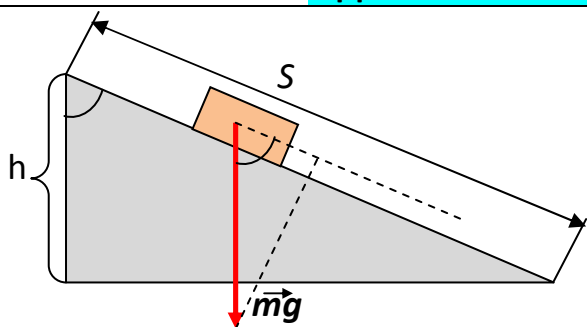
$$A = -mg(h_2 - h_1) = -mgh$$

Вниз из т.А в т.В



$$A = mg(h_1 - h_2) = mgh$$

#### 2. Движение по наклонной плоскости



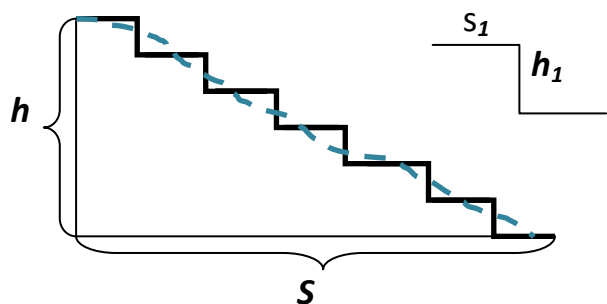
$$A = mg \cos\alpha; S \cos\alpha = h$$

$$A = mgh$$

**Выигрыша в работе наклонная плоскость не дает.**

Наклонная плоскость уменьшает силу тяжести, но при этом тело проходит больший путь

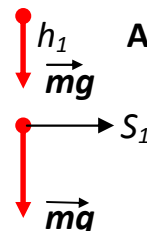
#### 3. Формы траектории



$$S = S_1 + S_2 + S_3 + \dots$$

$$h = h_1 + h_2 + h_3 + \dots$$

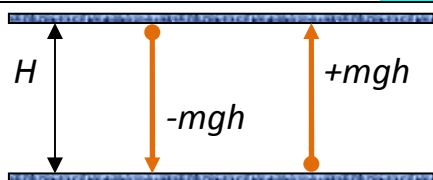
$$A = mgh_1 + mgh_2 + mgh_3 + \dots = mgh$$



$$A = 0$$

Работа силы тяжести не зависит от формы траектории движения тела и всегда равна произведению модуля силы тяжести на разность высот в исходном и конечном положениях

#### 4. Замкнутая траектория



$$A = -mgh + mgh = 0$$

Работа силы тяжести на замкнутой траектории равна нулю

ОК-10.1.30

## ЭНЕРГИЯ

- величина, характеризующая способность тела или системы тел совершать механическую работу.

Механическая работа есть мера изменения энергии в различных процессах

$$A = \Delta E; \quad E = H \text{ м} = \text{Дж}$$

Различают два вида механической энергии – **кинетическая** -  $E_k$

- **потенциальная**  $E_p$

$$E = E_k + E_p$$

### 1. Кинетическая энергия

$$A = FS = ma \frac{V_2^2 - V_1^2}{2a} = \frac{mV_2^2}{2} - \frac{mV_1^2}{2}$$

$$E_k = \frac{mV^2}{2}$$

- энергия, которой обладает тело вследствие своего движения

$$A = E_{k2} - E_{k1}$$

- теорема о кинетической энергии

**Работа равнодействующей всех сил, приложенных к телу равна изменению его кинетической энергии**

### 2. Потенциальная энергия

- энергия, которая определяется взаимным положением взаимодействующих тел или частей одного и того же тела.

$$A = mgh = mg(h_1 - h_2) = mgh_1 - mgh_2$$

$$E_p = mgh$$

- потенциальная энергия, поднятого над Землей тела

$$A = E_{p1} - E_{p2} = -(E_{p2} - E_{p1})$$

- теорема о потенциальной энергии

**Работа, совершаемая силой тяжести, равна изменению потенциальной энергии тела, взятому с противоположным знаком**

$$A = \frac{kx_1^2}{2} - \frac{kx_2^2}{2} = (E_{p1} - E_{p2}) = -(E_{p2} - E_{p1})$$

$$E_p = \frac{kx^2}{2}$$

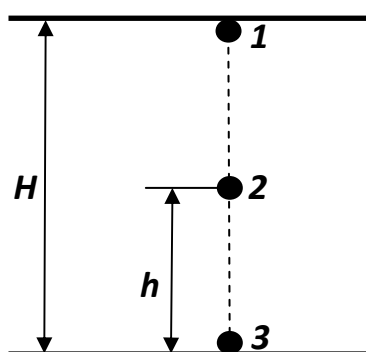
- потенциальная энергия упруго деформированного тела

**Потенциальная энергия упруго деформированного тела равна работе, которую совершает сила упругости при переходе тела в состояние, в котором деформация равна нулю.**

ОК-10.1.31

## ЗАКОН СОХРАНЕНИЯ ЭНЕРГИИ

*Рассмотрим движение тела по траектории 1-2-3*



1.  $E_k = 0; E_p = mgH; E_{\Pi} = mgh$

2.  $E_k = \frac{mV^2}{2}; V^2 = 2g(H - h); E_k = mg(H - h); E_p = mgh$   
 $E_{\Pi} = mgH - mgh + mgh = mgh$

3.  $E_k = \frac{mV^2}{2}; V^2 = 2gH; E_k = mgh; E_p = 0$   
 $E_{\Pi} = mgh$

**Полная механическая энергия тела или замкнутой системы тел, на которые не действуют силы трения остается постоянной**

$$E_{k1} + E_{p1} = E_{k2} + E_{p2}$$

*Закон справедлив, когда на тело действует не только сила тяжести, но и силу упругости, т.к. для этих сил справедлива теорема о потенциальной энергии.*

Рассмотрим **убыль** потенциальной и **возрастание** кинетической энергии

1. убыль (1 – 2) –  $\Delta E_p = E_{p1} - E_{p2} = mgH - mgh$

2. возрастание (1 – 2) –  $\Delta E_k = E_{k2} - E_{k1} = mgh - 0 = mgh$

**На сколько увеличивается энергия тела одного вида, на столько же уменьшается энергия тела другого вида, т.е. происходит превращение одного вида механической энергии в другой.**

Первооткрыватель закона сохранения и превращения энергии – М.В.Ломоносов.

Через 100 лет Р.Майер, Дж.Джоуль, Э.Х.Ленц и Г.Гельмгольц – установили закон сохранения энергии как всеобщий закон природы

**ЗАКОНЫ СОХРАНЕНИЯ В МЕХАНИКЕ**

1. Что называют импульсом тела и импульсом силы?
2. Запишите формулы импульса тела и импульса силы?
3. Какова единица измерения импульса тела в СИ?
4. Как установить закон сохранения импульса на примере взаимодействия двух тел в замкнутой системе?
5. Что такое замкнутая система?
6. Сформулируйте закон сохранения импульса.
7. Каковы границы применимости закона сохранения импульса?
8. Какое движение называют реактивным?
9. От чего зависит скорость ракеты?
10. Каково устройство одноступенчатой ракеты?
11. Каково устройство многоступенчатой ракеты?
12. Что называют механической работой?
13. Какая формула позволяет рассчитать работу? Единица работы?
14. В каких случаях сила совершает работу, а в каких она равна нулю?
15. Чему равна работа силы упругости?
16. Чему равна работа силы трения?
17. Как рассчитать работу силы тяжести при движении тела в вертикальном направлении?
18. Как рассчитать работу силы тяжести при движении тела по наклонной плоскости?
19. Зависит ли работа силы тяжести от формы траектории? Как это доказать?
20. Чему равна работа силы тяжести на замкнутой траектории? Как это доказать?
21. Что называют энергией?
22. Какие формы механической энергии существуют? Как обозначается энергия, и в каких единицах измеряется?
23. Что такое кинетическая энергия? Какая формула позволяет её рассчитать?
24. Сформулируйте теорему о кинетической энергии.
25. Что называют потенциальной энергией?
26. Какая формула позволяет рассчитать потенциальную энергию поднятого над Землёй тела?
27. Какая формула позволяет рассчитать потенциальную энергию упруго деформированного тела?
28. Сформулируйте теорему о потенциальной энергии.
29. Что такое полная механическая энергия?
30. Выведите формулу, выражающую закон сохранения энергии тела на примере его движения под действием силы тяжести.
31. Сформулируйте закон сохранения энергии.

**Раздел -1****Блок - 4****БЛОК –4****ЭЛЕМЕНТЫ СТАТИКИ**

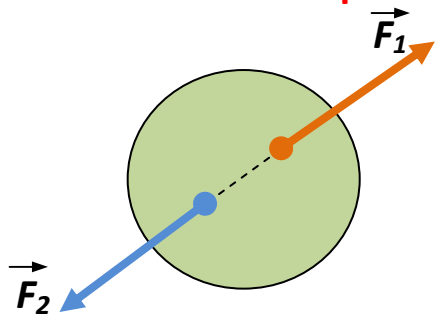
Статика – раздел механики, в котором изучаются условия равновесия тел, т.е. условия, при которых тело покоится под внешним воздействием. Невыполнение условий равновесия тел приводит к изменению состояния покоя тел или их равномерного движения, т.е. к появлению ускорения.

| Содержание опорного конспекта                       | Стр. № | Параграф учебника | Лист - 4 |
|---|--------|-------------------|----------|
| <b>ОК – 10.1.32</b>                                 | 47     | §52               | №1-6     |
| 1.Равновесие тел при отсутствии вращения            |        |                   |          |
| 2.Равновесие тел с закрепленной осью вращения       |        |                   |          |
| <b>ОК – 10.1.33</b>                                 | 48     | § 53              | №7-9     |
| 1.Виды равновесия тела, имеющего точку опоры        |        |                   |          |
| 2.Виды равновесия тела с закрепленной осью вращения |        |                   |          |
| 3.Виды равновесия тел, имеющих площадь опоры        |        |                   |          |
| <b>ОК – 10.1.34</b>                                 | 49     | -                 | №10-12   |
| 1.Простые механизмы                                 |        |                   |          |
| 2.Рычаг   |        |                   |          |
| 3.Правило рычага                                    |        |                   |          |
| 4.Золотое правило в механике                        |        |                   |          |
| <b>ОК – 10.1.35</b>                                 | 50     | -                 | №13-16   |
| 1.Неподвижный блок                                  |        |                   |          |
| 2.Подвижный блок                                    |        |                   |          |
| 3.Золотое правило в механике                        |        |                   |          |

ОК-10.1.32

## УСЛОВИЯ РАВНОВЕСИЯ ТЕЛА

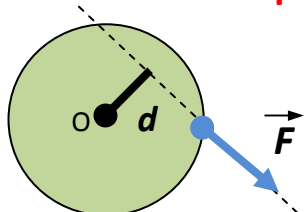
### 1. Равновесие тел при отсутствии вращения.



$$\vec{F}_1 + \vec{F}_2 = 0$$

Чтобы тело, которое может двигаться поступательно (без вращения), находилось в равновесии, необходимо, чтобы геометрическая сумма сил, приложенных к телу, была равна нулю

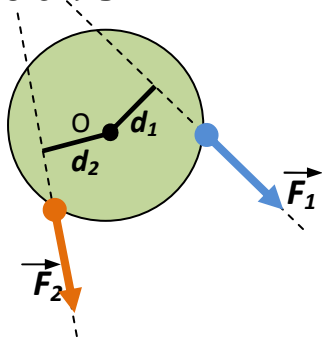
### 2. Равновесие тел с закрепленной осью вращения.



$$M = Fd - \sum M$$

Величина, равная произведению модуля силы ( $F$ ) на ее плечо ( $d$ ), наз-ся **моментом силы ( $M$ )**

т.О – ось вращения,  
d – плечо силы F



Перпендикуляр, опущенный из оси вращения на прямую, вдоль которой действует сила, наз-ся **плечом силы**

Моменты сил, вращающих тело против часовой стрелки, считать положительными, а по часовой стрелки- отрицательными

Условие равновесия  $F_1 d_1 = F_2 d_2$  или  $-F_1 d_1 + F_2 d_2 = 0$

Правило моментов

$$M_1 = M_2 \text{ или } -M_1 + M_2 = 0$$

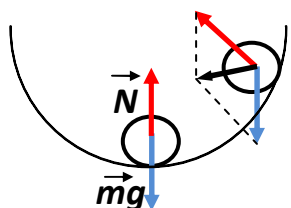
Тело, имеющее неподвижную ось вращения, находится в равновесии, если алгебраическая сумма моментов всех действующих на тело сил относительно оси равна нулю.

ОК-10.1.33

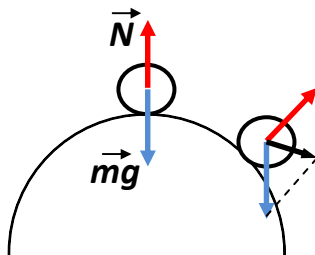
## ВИДЫ РАВНОВЕСИЯ ТЕЛА

### 1. Виды равновесия тела, имеющего точку опоры

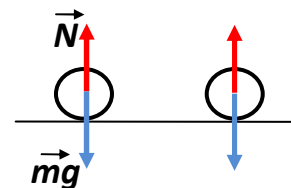
**устойчивое**



**неустойчивое**

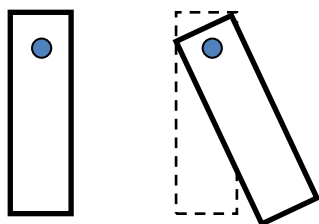


**безразличное**



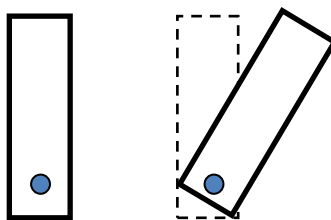
### 2. Виды равновесия тела с закрепленной осью вращения

**устойчивое**



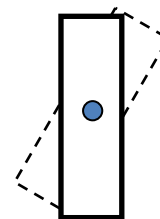
центр тяжести  
выше оси вращения

**неустойчивое**

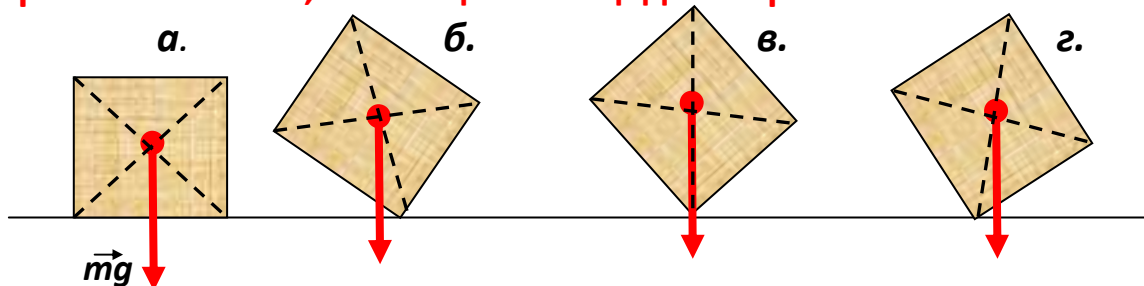


центр тяжести  
ниже оси вращения

**безразличное**



### 3. Виды равновесия тел, имеющих площадь опоры



Если вертикаль, проведенная через центр тяжести тела, пересекает площадь его опоры – **устойчивое положение тела (а,б,)**, если не пересекает – **неустойчивое положение тела (г)**, в случае (в) – тело находится в равновесии.

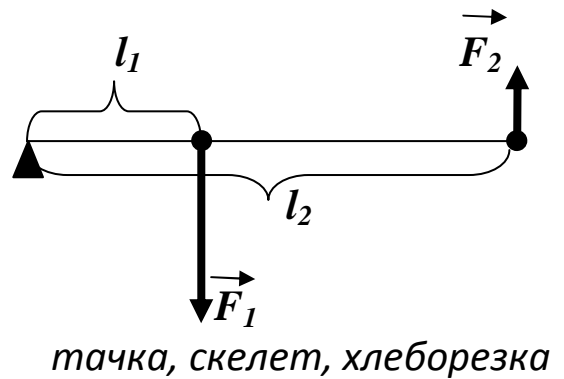
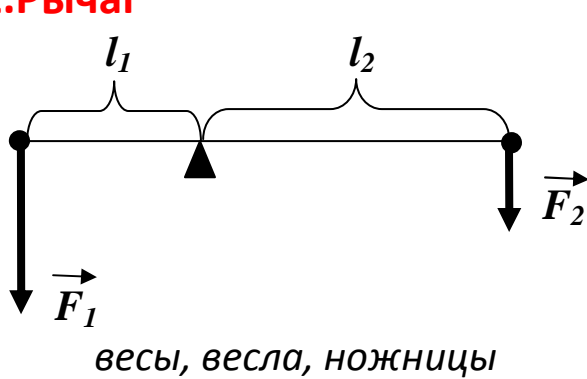


ОК-10.1.34

## ПРОСТЫЕ МЕХАНИЗМЫ

- 1. Простые механизмы**
- рычаг – блок, ворот
  - наклонная плоскость – клин, винт

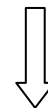
### 2. Рычаг



### 3. Правило рычага Архимед – «Дайте мне точку опоры, и я подниму Землю»

$$\frac{F_1}{F_2} = \frac{l_2}{l_1}$$

$$F_1 \times l_1 = F_2 \times l_2$$



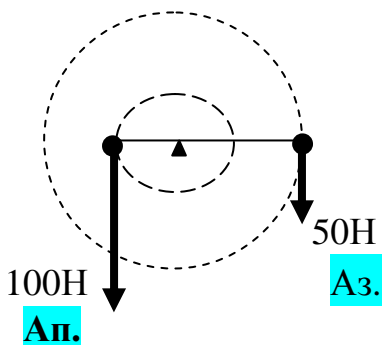
$$M_1 = M_2$$

*M<sub>1</sub> и M<sub>2</sub> – моменты сил*

*l<sub>1</sub> и l<sub>2</sub> – плечи сил*

**Рычаг находится в равновесии тогда, когда силы, действующие на него, обратно пропорциональны плечам этих сил (или моменты этих сил равны).**

### 4. Выигрыш в работе?



$$A_з = 2\pi \times 2\text{м} \times 50\text{Н} = 200\pi \text{ Дж}$$

$$A_п = 2\pi \times 1\text{м} \times 100\text{Н} = 200\pi \text{ Дж}$$

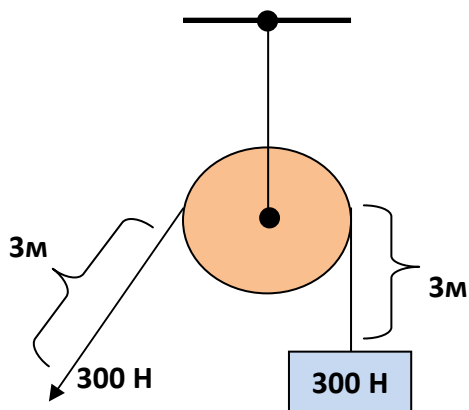
*Во сколько раз выигрываем в силе, во столько раз проигрываем в расстоянии*

**«Золотое правило механики»**

ОК-10.1.35

## БЛОКИ

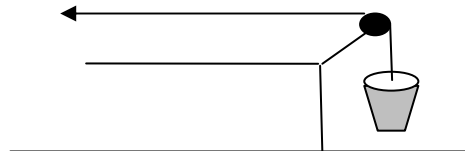
### 1. Неподвижный



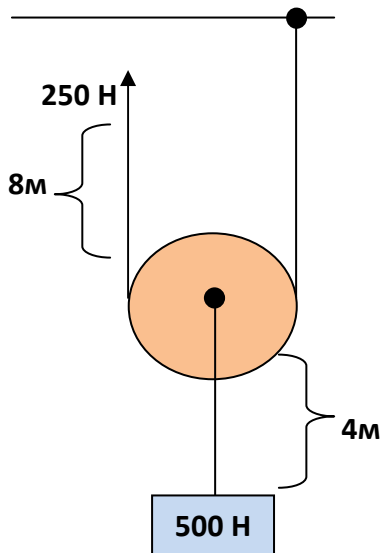
$$A_z = 300 \text{ Н} \times 3 \text{ м} = 900 \text{ Дж}$$

$$A_n = 300 \text{ Н} \times 3 \text{ м} = 900 \text{ Дж}$$

Изменяет направление  
приложенной силы



### 2. Подвижный



$$A_z = 250 \text{ Н} \times 8 \text{ м} = 2000 \text{ Дж}$$

$$A_n = 500 \text{ Н} \times 4 \text{ м} = 2000 \text{ Дж}$$

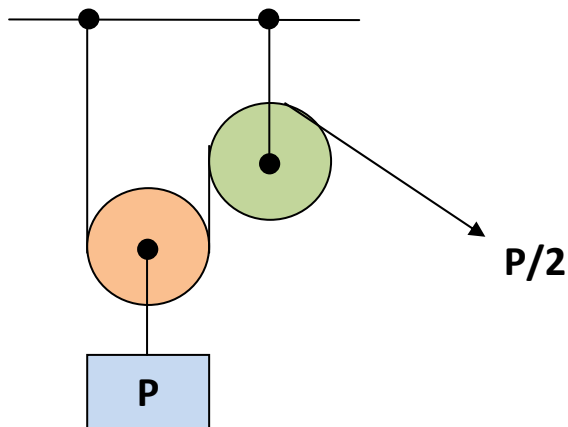
Во сколько раз выигрываем в силе,  
во столько раз проигрываем в расстоянии

**«Золотое правило механики»**

**Вывод:**

*Ни один простой механизм  
не дает выигрыша в работе*

**Система блоков**



**Блок - 4****Повторим теорию!****Лист - 4****ЭЛЕМЕНТЫ СТАТИКИ**

1. Что означает выражение: тело или система тел находятся в состоянии равновесия?
2. В чем состоит условие равновесия тел, движущихся поступательно (при отсутствии равновесия)?
3. Что называют плечом силы?
4. Что называют моментом силы? Какая формула выражает смысл этого понятия? Единица измерения момента силы в СИ?
5. Как определяется знак момента силы?
6. Сформулируйте правило моментов сил.
7. Каковы виды равновесия тела, имеющего точку опоры? Примеры.
8. Каковы виды равновесия тела с закрепленной осью вращения? Примеры.
9. Каковы виды равновесия тел, имеющих площадь опоры? Примеры.
10. Что относится к простым механизмам?
11. Приведите примеры рычага. Сформулируйте правило равновесия рычага.
12. Дает ли выигрыш в работе рычаг? В чем заключается «золотое правило механики»?
13. Что представляет собой неподвижный блок и каково его назначение?
14. Что представляет собой подвижный блок и каково его назначение?
15. Дает ли выигрыш в работе подвижный и не подвижный блок?
16. Сформулируйте и запишите два условия равновесия твердого тела?