

## Теорминимум к занятию «Элементы кинематики и динамики поступательного движения»

### *Координатный метод описания равноускоренного прямолинейного движения материальной точки.*

А) Траектория – прямая линия. Вводится ось ОХ, параллельная прямой, вдоль которой движется материальная точка.

Б) Положение материальной точки на прямой определяется координатой  $x$ .

$a_x$  – проекция вектора ускорения  $\vec{a}$  на ось ОХ,

$x_0$  – координата материальной точки в начальный момент времени ( $t = 0$ ).

$v_{0,x}$  – проекция вектора начальной скорости  $\vec{v}_0$  материальной точки на ось ОХ.

$x$  – координата материальной точки в момент времени  $t$ .

$v_x$  – проекция вектора скорости  $\vec{v}$  материальной точки на ось ОХ в момент времени  $t$ .

$$a_x = \text{const}, \quad v_x = v_{0,x} + a_x t, \quad x = x_0 + v_{0,x} t + \frac{a_x t^2}{2},$$

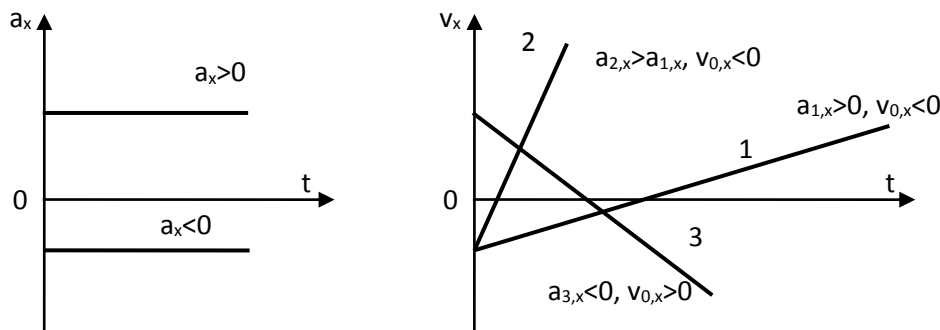
$$v_x^2 - v_{0,x}^2 = 2 \cdot a_x \cdot (x - x_0).$$

### *Прямолинейное равномерное движение.*

Проекция ускорения  $\vec{a}$  на ось ОХ равна нулю.

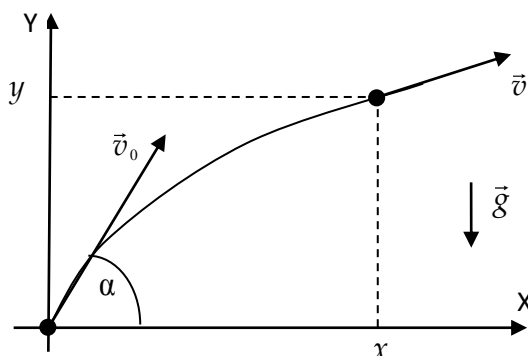
$$a_x = 0, \quad v_x = v_{0,x}, \quad x = x_0 + v_{0,x} t.$$

### *Графическое описание прямолинейного равноускоренного движения.*



### *Движение тела, брошенного под углом к горизонту ( $\vec{a} = \vec{g}$ ).*

$g = 9,8 \text{ м/с}^2$  или приближенно  $g \approx 10 \text{ м/с}^2$ .



$$a_x = 0, \quad a_y = -g;$$

$$v_{0,x} = v_0 \cdot \cos \alpha, \quad v_{0,y} = v_0 \cdot \sin \alpha;$$

$$v_x = v_0 \cdot \cos \alpha, \quad v_y = v_0 \cdot \sin \alpha - gt;$$

$$x = x_0 + v_0 \cdot \cos \alpha \cdot t, \quad y = y_0 + v_0 \cdot \sin \alpha \cdot t - \frac{gt^2}{2};$$

$$v_y^2 - v_{0,y}^2 = v_y^2 - (v_0 \cdot \sin \alpha)^2 = -2 \cdot g \cdot (y - y_0).$$

**Первый закон Ньютона (закон инерции):** тело находится в состоянии покоя или равномерного прямолинейного движения до тех пор, пока воздействия со стороны других тел не выведут его из этого состояния.

Существуют такие системы отсчета, относительно которых тело, не испытывающее на себе воздействия других тел, покоится или движется равномерно и прямолинейно. Такие системы отсчета называются **инерциальными** и именно в них выполняются законы Ньютона.

Сила – векторная величина, характеризующаяся направлением, модулем и точкой приложения.

Сила  $\vec{F}$ , которая оказывает на тело такое же воздействие, как и несколько одновременно действующих сил  $\vec{F}_1, \vec{F}_2, \vec{F}_3$ , называется **равнодействующей**:  $\vec{F} = \vec{F}_1 + \vec{F}_2 + \vec{F}_3$ .

**Второй закон Ньютона:** в инерциальной системе отсчета ускорение тела прямо пропорционально равнодействующей  $\vec{F}$  всех приложенных к телу сил и обратно пропорционально массе тела

$$\vec{a} = \frac{\vec{F}}{m} \text{ или } m\vec{a} = \vec{F}.$$

**Третий закон Ньютона:** силы, с которыми два тела воздействуют друг на друга, равны по модулю, противоположны по направлению и приложены соответственно к взаимодействующим телам. В инерциальных системах отсчета все силы возникают (или исчезают) только парами.

В соответствии с законом всемирного тяготения **сила гравитационного притяжения** между двумя материальными точками прямо пропорциональна произведению масс точек  $m_1$  и  $m_2$ , обратно пропорциональна квадрату расстояния  $r$  между ними и направлена по прямой, соединяющей эти точки:

$$F = \gamma \frac{m_1 m_2}{r^2}, \quad \gamma = 6,67 \cdot 10^{-11} \text{ Н} \cdot \text{м}^2 / \text{кг}^2.$$

По такой же формуле рассчитывается сила гравитационного притяжения между однородными телами шарообразной формы. В этом случае  $r$  – расстояние между центрами шаров, а силы направлены вдоль прямой, соединяющей центры шаров.

**Сила тяжести** – сила гравитационного притяжения, действующая на тело со стороны Земли.  $\vec{F} = m\vec{g}$ .

Здесь  $m$  – масса тела,  $\vec{g}$  – ускорение свободного падения. Сила тяжести направлена к центру Земли. Из закона всемирного тяготения имеем

$$g = \gamma \frac{M_3}{R_3^2}, \quad R_3 \approx 6400 \text{ км}, \quad M_3 - \text{масса Земли.}$$

**Весом** тела называют силу, с которой тело вследствие его притяжения к Земле действует на опору (или подвес), неподвижную относительно данного тела.

Пока модуль составляющей внешней силы вдоль касательной к поверхности соприкосновения двух тел не превышает максимального значения **силы трения покоя**  $\mu N$  ( $\mu$  - коэффициент трения скольжения,  $N$  - сила нормальной реакции) последняя равна по модулю указанной составляющей внешней силы и противоположно ей направлена, а соприкасающиеся тела находятся в покое друг относительно друга. Если же касательная составляющая внешней силы превысит по модулю величину  $\mu N$ , то одно тело будет скользить относительно другого и на него будет действовать **сила трения скольжения**. Сила трения скольжения направлена по касательной к поверхности контакта, а ее модуль равен  $\mu N$ .