

10 КЛАСС**КЛАССИЧЕСКИЙ КУРС****РАЗДЕЛ - 1****РАЗДЕЛ 1****М Е Х А Н И К А**

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	§§ учебника*
Блок 1.	Основы кинематики	1 - 11	1 - 19
Блок 2.	Основы динамики	12 - 27	20 -38
Блок 3.	Законы сохранения в механике	28 - 31	39 - 51
Блок 4.	Элементы статики	32 - 35	52 - 54

Используемая литература

* Физика – 10 класс – классический курс – Г.Я.Мякишев, Б.Б.Буховцев, Н.Н.Сотский
Пособие по физике С.П.Мясников, Т.Н.Осанова

РАЗДЕЛ - 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.

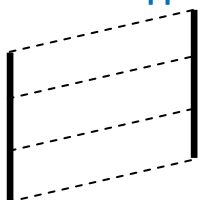
Содержание	№ ОК	§ учебника
Тема 1	ОК-1	1,2,3,4,5,6
1.Что изучает механика?		
2.Что изучает кинематика?		
3.Механическое движение		
4.Поступательное и вращательное движение		
5.Материальная точка		
6.Система отсчета		
7.Траектория		
8.Путь		
9.Перемещение		
Тема 2	ОК-2	-
1.Элементы векторной алгебры		
2.Векторные и скалярные величины		
3.Сложение векторов		
4.Вычитание векторов		
5.Умножение вектора на скаляр		
Тема 3	ОК-3	-
1.Проекция вектора		
2.Проекция вектора перемещения		
3.Определение координаты тела		
Тема 4	ОК-4	7,8
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		

Тема 5	ОК-5	9
1.Прямолинейное неравномерное движение		
2.Средняя скорость. Мгновенная скорость		
Тема 6	ОК-6	11,12,13,14
1.Прямолинейное равноускоренное движение		
2.Ускорение. Формула. Единица измерения		
3.Направление вектора ускорения. График ускорения		
4.Формула скорости. Графики скорости		
5.Графики равноускоренного движения		
6.Вывод формулы перемещения.		
7.Графики перемещения.		
8.Координата тела.		
Тема 7	ОК-7	10
1.Относительность движения		
2.Движение тела с разных точек зрения		
Тема 8	ОК-8	17,18
1.Криволинейное движение		
Тема 9		
1.Вращательное движение твердого тела	ОК-9	19
Тема 10	ОК-10	15,16
1.Свободное падение тел		
Тема 11	ОК-11	-
1.Движение тела, брошенного горизонтально		
Тема 12	ОК-12	-
1.Движение тела, брошенного под углом к горизонту		
Урок взаимоконтроля «Повторим теорию»		ВЗК - 1
Основные формулы раздела «Кинематика»		

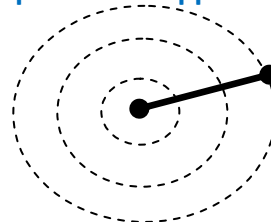
Блок -1**ОК - 1****МЕХАНИКА****Где?****О.З.М.****Когда?****КИНЕМАТИКА**

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

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

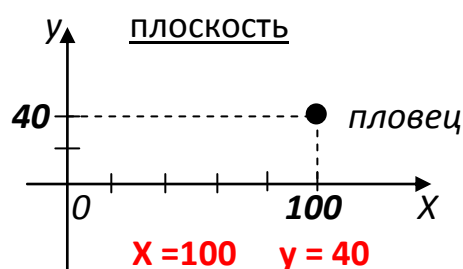
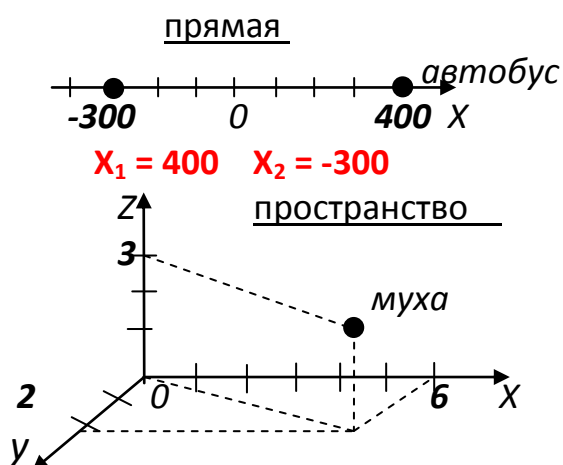
Поступательное движение

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

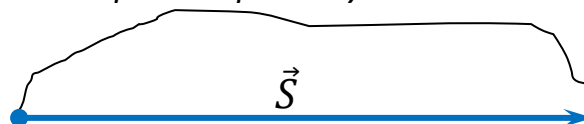


Материальная точка – тело размерами (а также формой и вращением) которого можно пренебречь

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

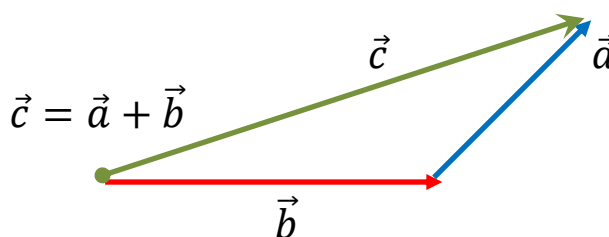
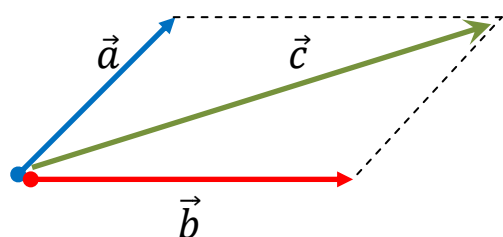
Блок -1**ОК - 2****ЭЛЕМЕНТЫ ВЕКТОРНОЙ АЛГЕБРЫ**

векторные
(числовое зн.и направление)

 \vec{V}, \vec{F}

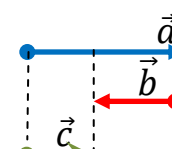
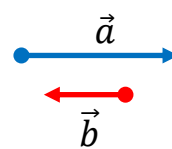
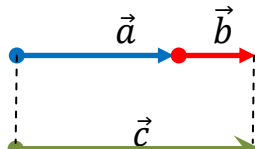
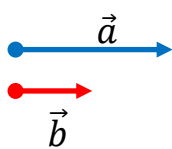
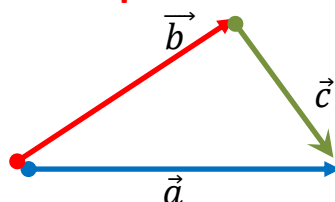
Величины

скалярные
(только числовое зн.)

 t, m, l
1.Сложение векторов

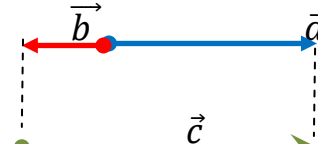
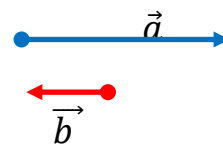
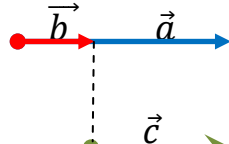
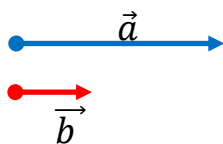
\vec{a} и \vec{b} – составляющие, \vec{c} – результирующий

Если вектора параллельны

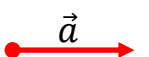
**2.Вычитание векторов**

$$\vec{c} = \vec{a} - \vec{b}$$

Если вектора параллельны

**3.Умножение вектора на скаляр**

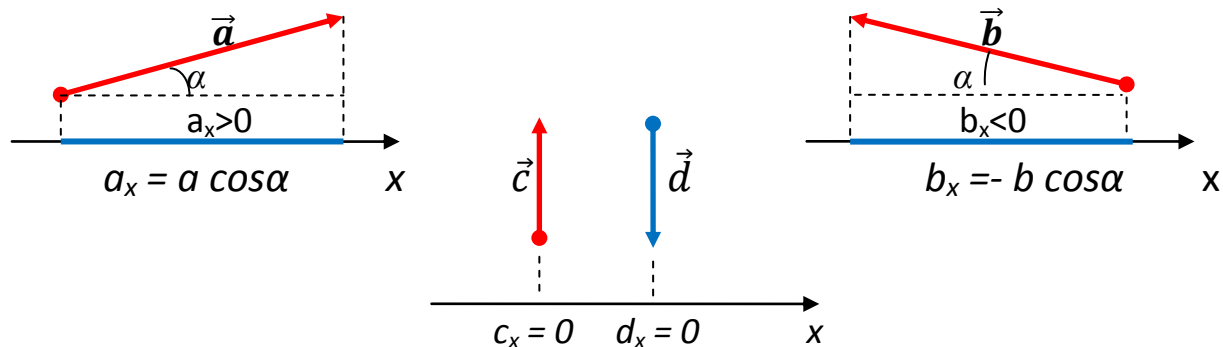
если $k = 3$, то



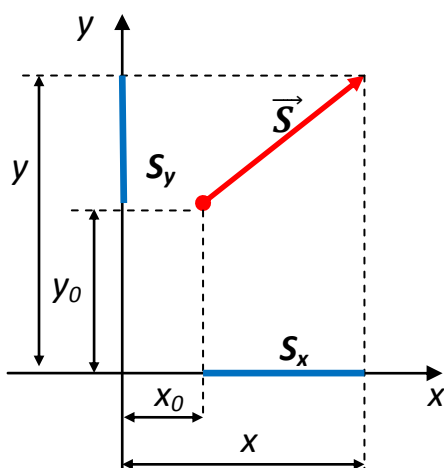
если $k = -3$, то



Математические действия с векторами производятся только геометрически

Блок -1**ОК - 3****1.Проекция вектора**

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

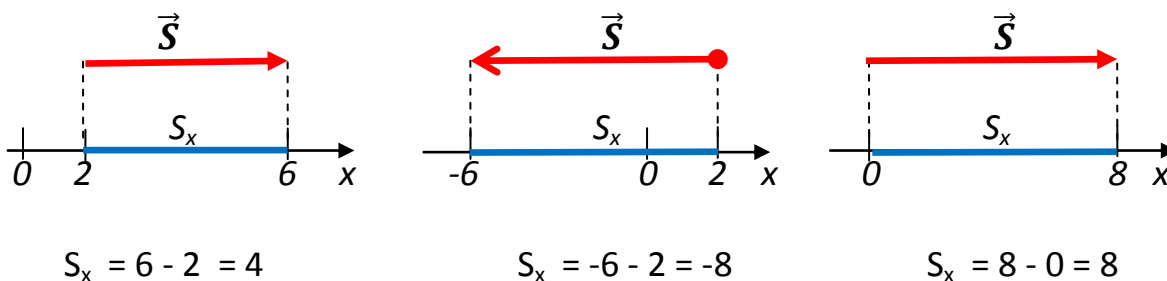
2.Проекция вектора перемещения

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

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

x_0 и y_0 - начальные координаты

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

3.Проекция вектора перемещения на ось x

Блок -1**ОК - 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

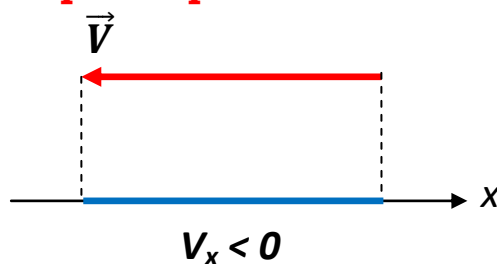
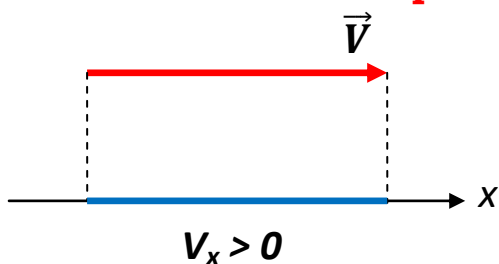
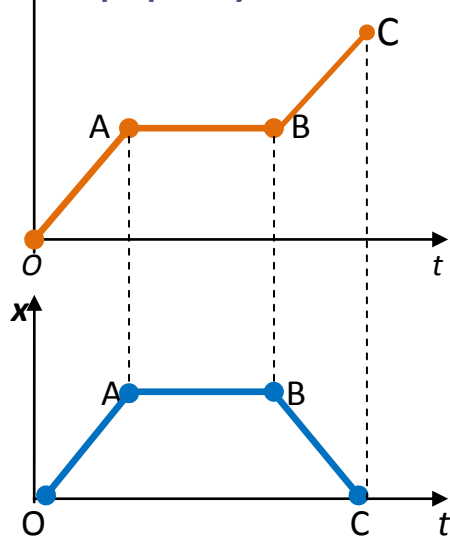
Проекция вектора скорости**График пути**

График координаты

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

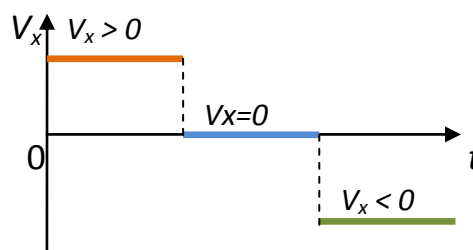


График скорости

Блок -1**ОК - 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

$$V_{\text{ср.}} = \frac{S}{t}$$

S - 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.

$$S_1 = S_2 = S/2$$

$$V_{\text{ср.}} = \frac{S_1 + S_2}{t_1 + t_2} = \frac{2 V_1 V_2}{V_1 + V_2}$$

Пример 2.

$$t_1 = t_2 = t/2$$

$$V_{\text{ср.}} = \frac{S_1 + S_2}{t_1 + t_2} = \frac{V_1 + V_2}{2}$$

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

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

Блок -1**ОК - 6****ПРЯМОЛИНЕЙНОЕ РАВНОУСКОРЕННОЕ ДВИЖЕНИЕ**

1.Ускорение – векторная величина, численно равная изменению скорости (ΔV) за единицу времени (Δt)

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

$$a_x = \frac{v_x - v_{0x}}{t}$$

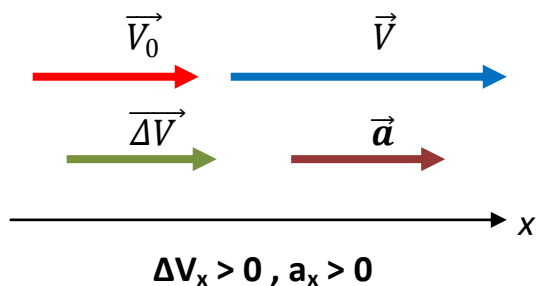
$$a = \frac{1 \text{ м/с}}{1 \text{ с}} = 1 \frac{\text{м}}{\text{с}^2}$$

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

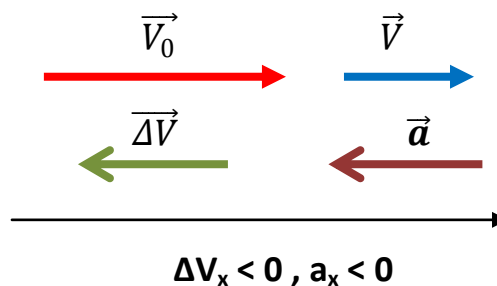
Направление вектора \vec{a} совпадает с направлением вектора $\Delta \vec{V}$

График ускорения

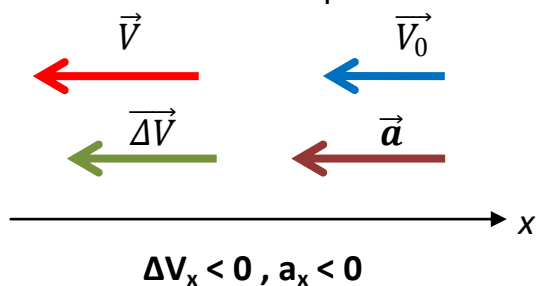
«Разгон» по направлению оси x



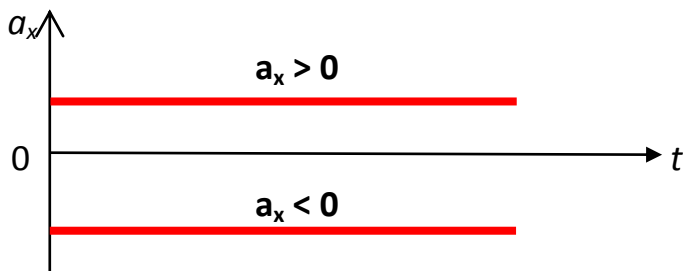
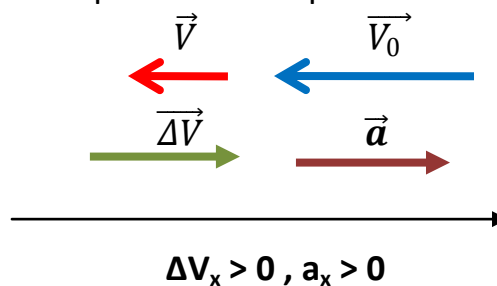
«Торможение» по направлению оси x



«Разгон» против оси x



«Торможение» против оси x



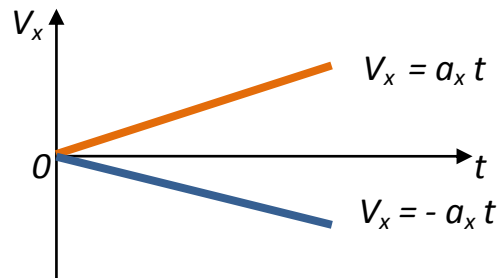
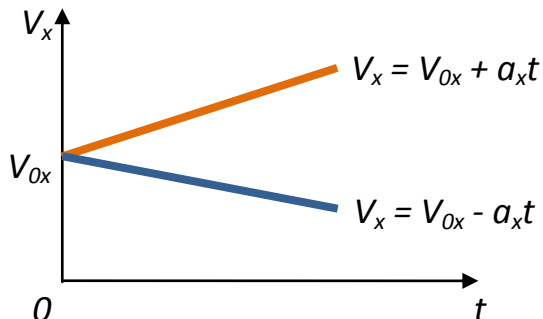
2. Скорость

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

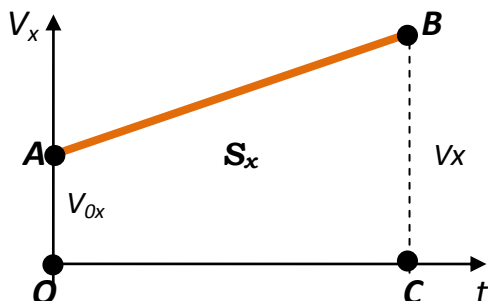
при $V_0 = 0$

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

График скорости



3. Перемещение



S_x - численно равна площади трапеции OABC

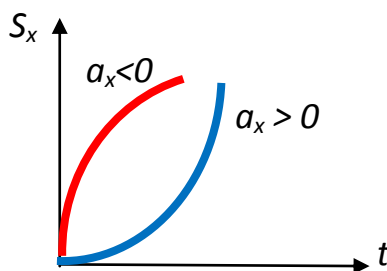
$$S_x = \frac{BC + OA}{2} OC = \frac{V_x + V_{0x}}{2} t$$

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

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

$$x = x_0 + S_x$$

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

Чтобы найти проекцию скорости по графику зависимости координаты от времени необходимо провести касательную к параболе в нужной точке и найти тангенс угла. Его численное значение и будет равно значению проекции скорости.

Графики равноускоренного движения

Выделим наиболее часто встречающиеся два варианта.

1. Движение тела с увеличением скорости – «разгон».

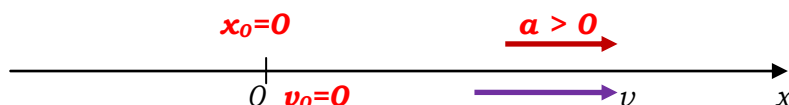
Здесь возможны два варианта – движение тела в направлении оси x и – против оси x .

2. Движение тела с уменьшением скорости – «торможение».

И здесь также возможны два варианта – движение тела в направлении оси x и – против оси x .

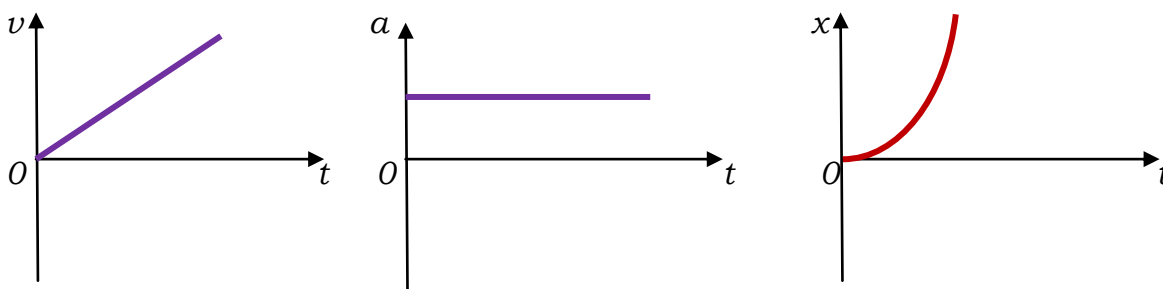
1) Рассмотрим примеры движения тела в направлении оси x – «разгон».

Пример 1. Автомобиль начинает движение от дома и через некоторое время достигает скорости v .

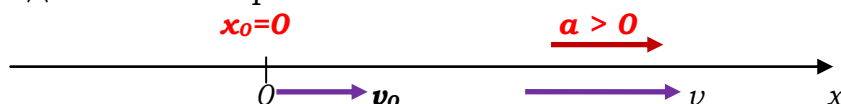


Из условия задачи следует, что начальная координата равна нулю, начальная скорость равна нулю. А через время t автомобиль приобрел скорость v . Автомобиль движется в направлении оси x .

Построим графики $v(t)$, $a(t)$ и $x(t)$.



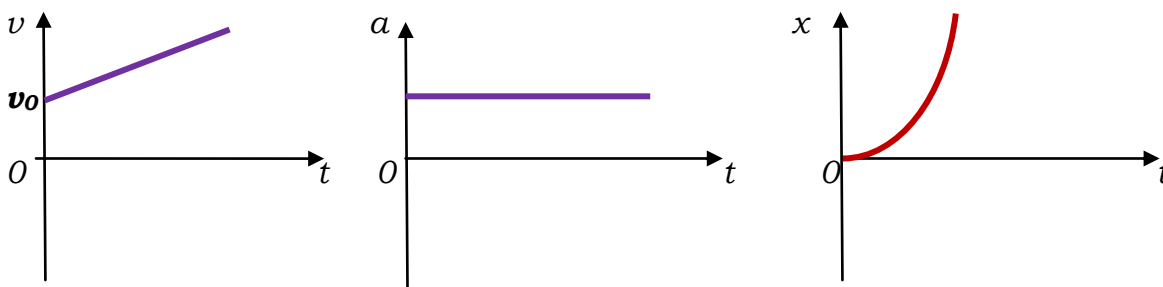
Пример 2. Автомобиль проезжает мимо дома с некоторой скоростью и через некоторое время достигает скорости V .



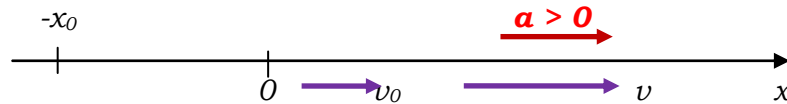
Из условия задачи следует, что автомобиль начал свое движение на некотором расстоянии от дома, а, проезжая мимо дома, был включен секундомер, т.е. начальная координата (это дом) автомобиля равна нулю, а начальная скорость равна v_0 . Автомобиль движется в направлении оси x .

Через время t автомобиль приобрел скорость v .

Построим графики $v(t)$, $a(t)$ и $x(t)$.



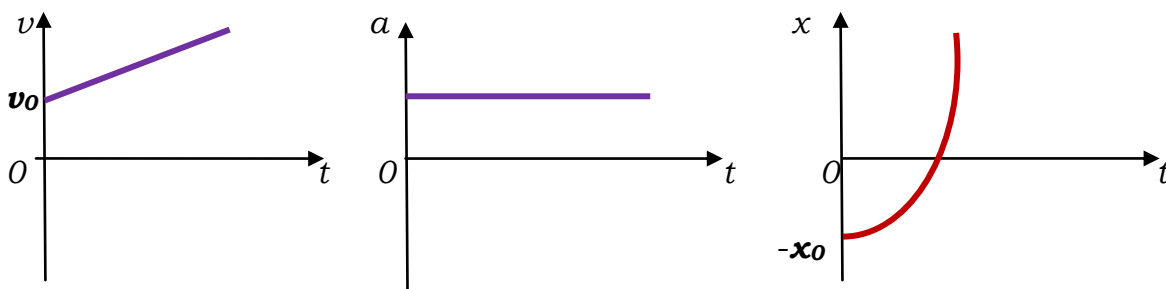
Пример 3. Автомобиль начинает свое движение задолго до дома и проезжает мимо дома с некоторой скоростью и через некоторое время достигает скорости v .



Из условия задачи следует, что автомобиль начал свое движение на некотором расстоянии от дома, т.е. начальная координата равна $(-x_0)$, а начальная скорость равна v_0 . Автомобиль движется в направлении оси x .

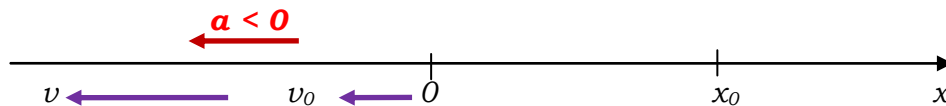
Через время t автомобиль приобрел скорость v .

Построим графики $V(t)$, $a(t)$ и $x(t)$.

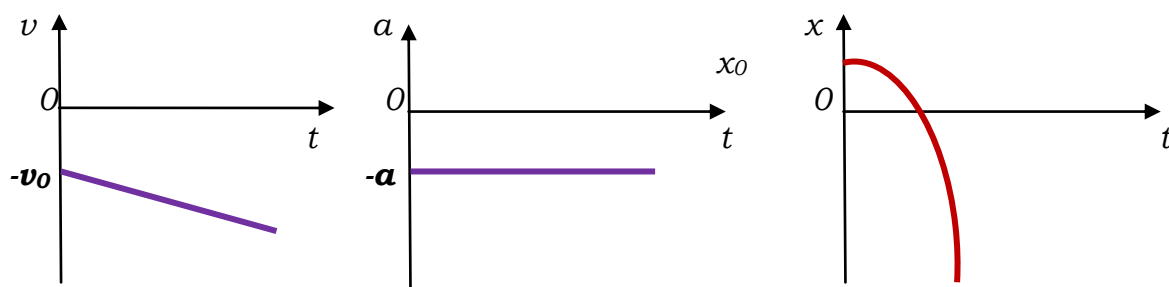


2) Рассмотрим примеры движения тела против оси x - «разгон».

Пример 4. Условие аналогично условию в примере 3, только движение идет в обратном направлении, т.е. против оси x .

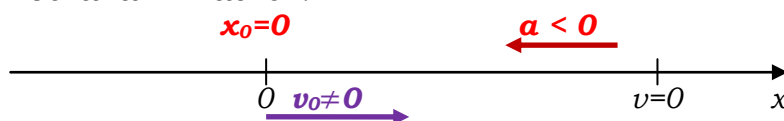


Построим графики $V(t)$, $a(t)$ и $x(t)$.

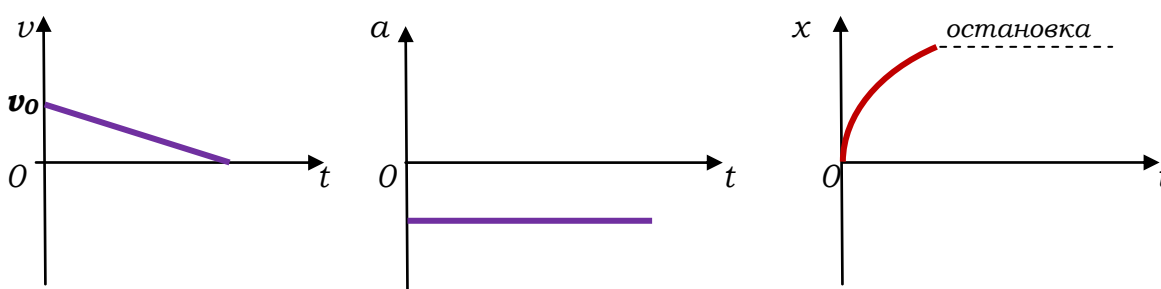


3) Рассмотрим примеры движения тела в направлении оси x - «торможение».

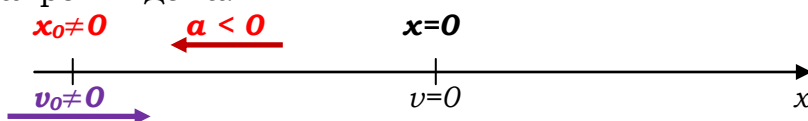
Пример 5. Автомобиль, проезжая мимо дома, начинает торможение и через некоторое время останавливается.



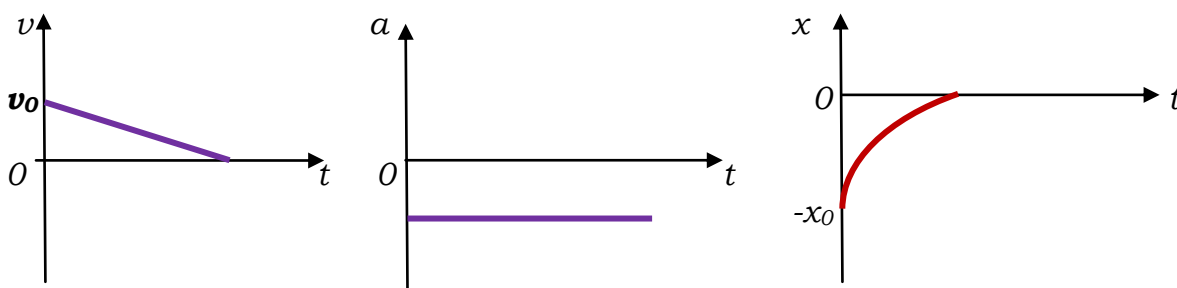
Из условия задачи следует, что автомобиль начал свое движение на некотором расстоянии от дома, но проезжая мимо дома, начал торможение, т.е. начальная координата равна нулю, а начальная скорость равна v_0 . Автомобиль движется в направлении оси x . Через время t автомобиль остановился, т.е. конечная скорость нулю.



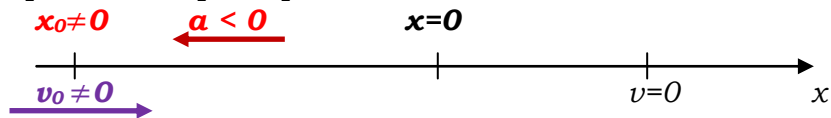
Пример 6. Автомобиль, двигаясь в сторону дома, начал торможение и остановился напротив дома.



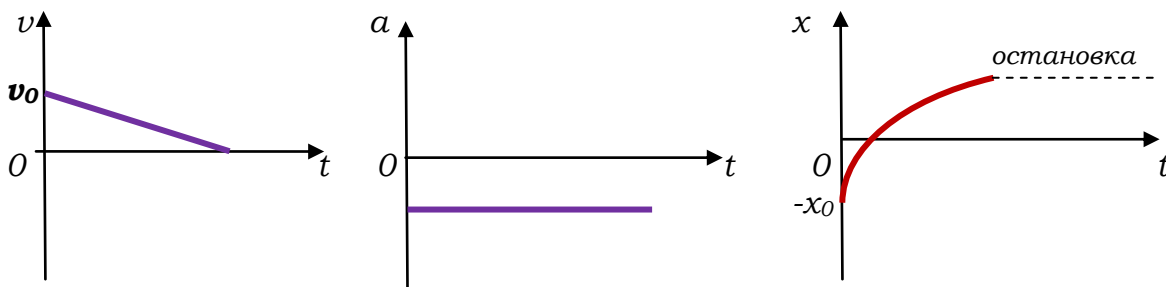
Из условия задачи следует, что автомобиль начал свое движение на некотором расстоянии от дома, но проезжая мимо дома, начал торможение, т.е. начальная координата равна нулю, а начальная скорость равна v_0 . Автомобиль движется в направлении оси x . Через время t автомобиль остановился, т.е. конечная скорость нулю.



Пример 7. Автомобиль, двигаясь в сторону дома, начал торможение, проехал мимо дома и через некоторое время остановился.

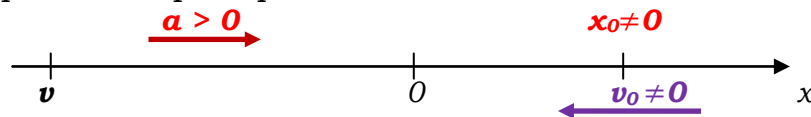


Из условия задачи следует, что автомобиль начал свое движение на некотором расстоянии от дома, проехал мимо дома и через некоторое время начал торможение. Начальная скорость равна v_0 . Автомобиль движется в направлении оси x . Через время t автомобиль остановился, т.е. конечная скорость нулю.

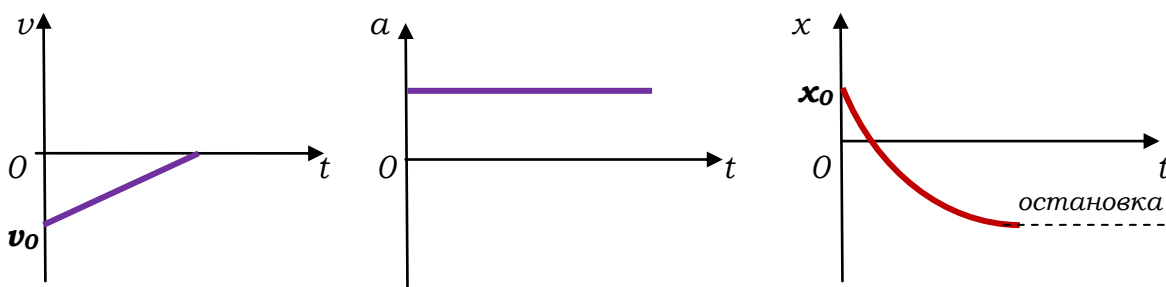


4) Рассмотрим пример движения тела против оси x - «торможение».

Пример 8. Автомобиль, двигаясь в сторону дома, начал торможение, проехал мимо дома и через некоторое время остановился.



Из условия задачи следует, что автомобиль начал торможение на некотором расстоянии от дома (справа), проехал мимо дома и через некоторое время остановился. Начальная скорость равна $v_0 \neq 0$. Автомобиль движется против оси x . Через время t автомобиль остановился, т.е. конечная скорость нулю.

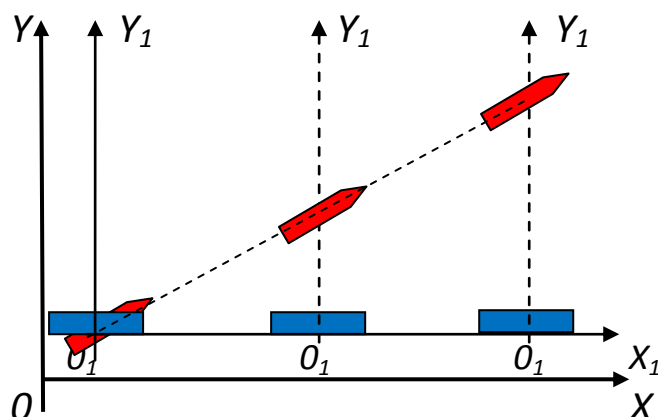


Блок -1**ОК - 7****ОТНОСИТЕЛЬНОСТЬ ДВИЖЕНИЯ****1.Что относительно?**

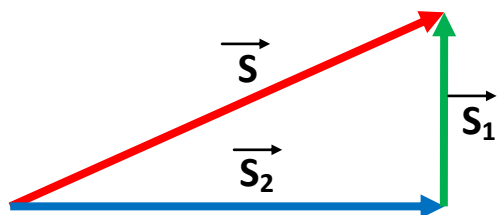
Положение тела относительно!

Я покоюсь?!

Движение тела относительно!

2.Движение тела с разных точек зрения.

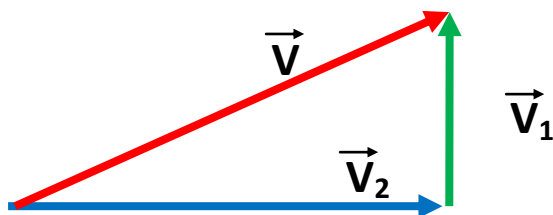
- плот, - лодка

 XOY – неподвижная С.О.(берег) $X_1O_1Y_1$ – подвижная С.О.(плот) \vec{S} – перемещение лодки отн. XOY \vec{S}_1 – перемещение лодки отн. $X_1O_1Y_1$ \vec{S}_2 – перемещение плота отн. XOY 

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

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

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



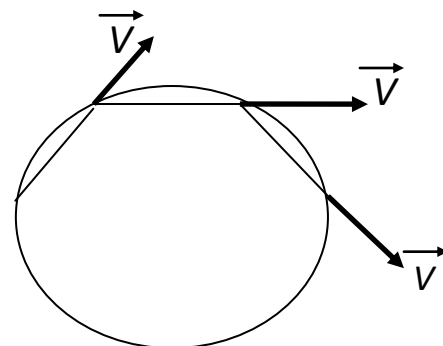
$$\vec{V} = \vec{V}_1 + \vec{V}_2$$

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

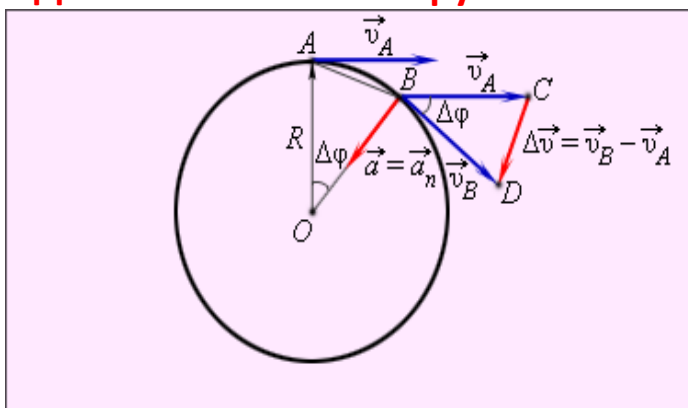
Скорость тела относительно неподвижной системы отсчета равна геометрической сумме скорости тела относительно подвижной системы и скорости подвижной системы относительно неподвижной

Блок -1**КРИВОЛИНЕЙНОЕ ДВИЖЕНИЕ****ОК - 8****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!)

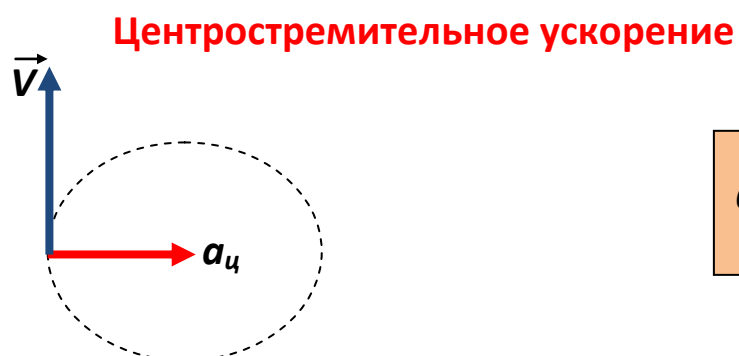
3. Движение тела по окружности с постоянной по модулю скоростью

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

$V_a = V_b$; $\triangle OAB$ – равнобедренный
 $V_a \perp OA$, $V_b \perp OB$, углы равны
Подобны!

$$\frac{\Delta V}{AB} = \frac{V}{R}; \quad AB = l = Vt;$$

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



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

4. Формулы для расчета движения тела по окружности

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

-линейная скорость

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

- период

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

- частота

Блок -1**ОК - 9****ВРАЩАТЕЛЬНОЕ ДВИЖЕНИЕ ТВЕРДОГО ТЕЛА****ХАРАКТЕРИСТИКИ ДВИЖЕНИЯ**

φ - угловое перемещение (*угол поворота произвольного радиуса от начального положения*) **рад**;

ω - угловая скорость, **рад/с**;

ν - частота вращения (число оборотов в 1 с), **Гц**;

T - период вращения, **с**.

Величины ω , ν , T связаны между собой соотношением:

$$\omega = \frac{\varphi}{t} = \frac{2\pi}{T} = \frac{\text{рад}}{\text{с}}$$

При *равномерном вращении* тела уравнение его движения имеет вид:

$$\varphi = \omega t$$

При **равнопеременном вращении** тела (равноускоренном или равнозамедленном) уравнение его движения, а также формула, дающая зависимость его угловой скорости движения от времени, имеют вид:

$$\varphi = \omega_0 t \pm \frac{\varepsilon t^2}{2}; \quad \omega = \omega_0 \pm \varepsilon t$$

ω_0 - начальная угловая скорость, **рад/с**;

ε - угловое ускорение, **рад/с²**.

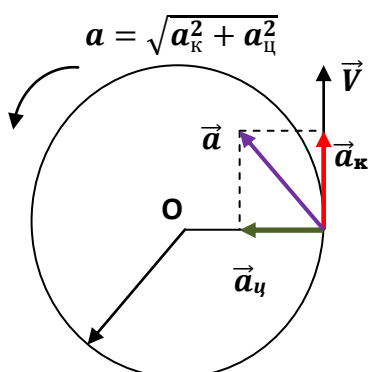
В написанных выше формулах знак «+» для равноускоренного вращения, знак «—» для равнозамедленного.

Угловые величины φ , ω и ε связаны с соответствующими линейными величинами l , v и a следующими соотношениями:

$$l = \varphi R; v = \omega R; a_{\kappa} = \varepsilon R; a_{\text{ц}} = \omega^2 R$$

a_{κ} — проекция вектора линейного ускорения на направление касательной в данной точке (см.рис.), -(*касательное или тангенциальное ускорение*).

$a_{\text{ц}}$ — проекция вектора линейного ускорения на направление радиуса в данной точке (*центростремительное ускорение*)

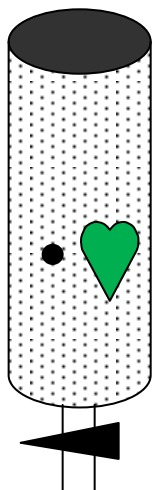


Блок -1

ОК - 10

СВОБОДНОЕ ПАДЕНИЕ ТЕЛ

– падение тел в вакууме

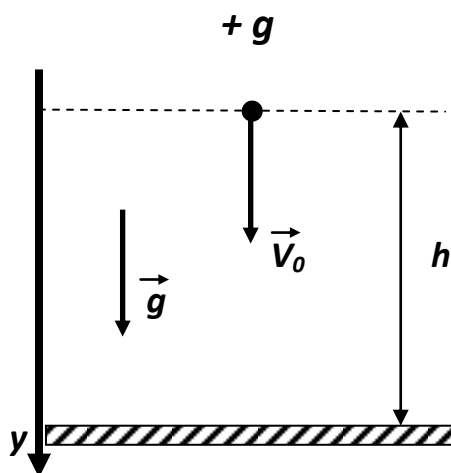
Галилео Галилей

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

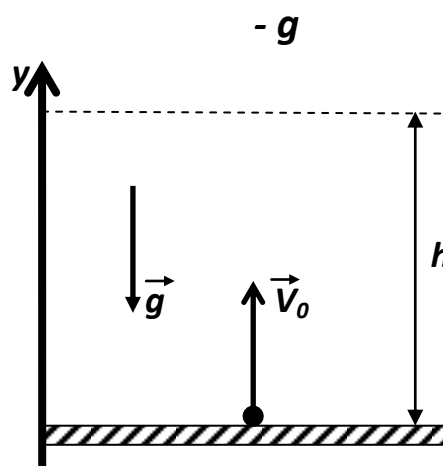


$$V = V_0 + gt$$

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

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

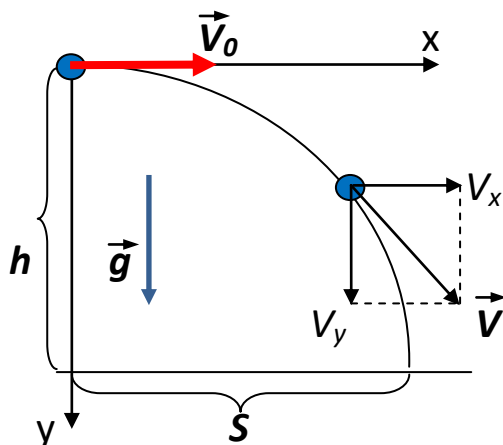
2. Движение тела вверх



$$V = V_0 - gt$$

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

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

Блок -1**ОК - 11****ДВИЖЕНИЕ ТЕЛА, БРОШЕННОГО ГОРИЗОНТАЛЬНО**

Два независимых движения:

1. Горизонтальное движение

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

2. Вертикальное свободное падение

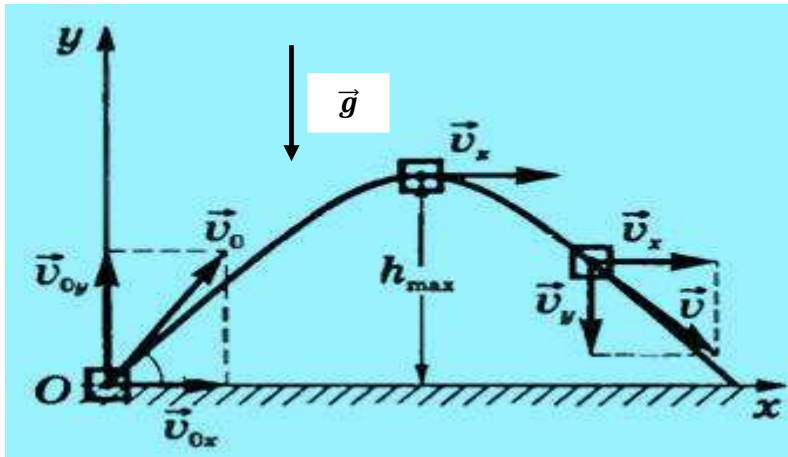
$$h = \frac{\vec{g} t^2}{2} \text{ или } y = \frac{g_y t^2}{2}$$

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

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

Блок -1**ОК - 12****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

$$x = V_{0x} t; \quad x = S = V_0 \cos \alpha \, t_{\text{полёта}} \quad (1)$$

$$y = V_{0y} t_{\text{подъёма}} - \frac{g_y t_{\text{подъёма}}^2}{2}; \quad y = h = V_0 \sin \alpha \, t_{\text{подъёма}} - \frac{g_y t_{\text{подъёма}}^2}{2} \quad (2)$$

2. Скорость тела в любой точке траектории

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

3. Время подъёма

$$V_y = V_0 \sin \alpha - gt_{\text{подъёма}} \quad (V_y = 0) \Rightarrow t_{\text{подъёма}} = \frac{V_0 \sin \alpha}{g}$$

4. Полное время полёта

$$t_{\text{полёта}} = \frac{2V_0 \sin \alpha}{g} \quad (\text{т.к. } t_{\text{подъёма}} = t_{\text{падения}})$$

5. Максимальная высота подъёма тела - найдем из уравнения (2)

$$h = V_0 \sin \alpha \, t_{\text{подъёма}} - \frac{g t_{\text{подъёма}}^2}{2} = V_0 \sin \alpha \frac{V_0 \sin \alpha}{g} - \frac{g V_0^2 \sin^2 \alpha}{2 g^2} = \frac{V_0^2 \sin^2 \alpha}{g} - \frac{V_0^2 \sin^2 \alpha}{2g}$$

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

6. Дальность полёта - найдем из уравнения (1)

$$S = V_0 \cos \alpha \, t_{\text{полёта}} = V_0 \cos \alpha \frac{2V_0 \sin \alpha}{g} = \frac{v_0^2 \sin 2\alpha}{g}$$

$$(2 \sin \alpha \cos \alpha = \sin 2\alpha)$$

БЛОК -1**Повторим теорию!****ВЗК - 1****«Основы кинематики»**

1. В чем 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.

Основные формулы раздела «Кинематика»

Кинематика изучает различные механические движения тел без рассмотрения причин, вызывающих эти движения.

1.Равномерное прямолинейное движение. Равномерным называется движение, при котором материальная точка (тело) за любые равные промежутки времени совершает равные перемещения.

Перемещением материальной точки (тела) называется направленный отрезок прямой, соединяющий ее начальное и конечное положения.

Любое движение происходит по определенному закону, который должен определять положение тела в пространстве в данный момент времени. Для описания движения введем прямоугольную систему координат XOY . Тогда положение тела определится его координатами x и y . Следовательно, закон движения должен давать зависимость координат x и y от времени t .

В случае равномерного прямолинейного движения закон движения примет вид

$$x = \pm x_0 \pm vt$$

x — координата тела в начальный момент времени, м;

v — скорость тела, м/с;

t — время движения тела, с.

Перемещение тела определится разностью

$$s = x - x_0 = vt$$

Примечание. Знаки перед слагаемыми в правой части уравнения зависят от выбора направления оси X .

2.Равнопеременное прямолинейное движение. Равнопеременным называется движение, при котором скорость материальной точки (тела) за любые равные промежутки времени изменяется на равные величины. Это движение может быть *равноускоренным и равнозамедленным*.

Уравнение движения имеет вид:

$$x = \pm x_0 \pm v_0 t \pm \frac{at^2}{2}$$

Уравнение скорости имеет вид

$$v = \pm v_0 \pm at$$

v_0 — скорость тела в начальный момент времени, м/с

a — ускорение движения, м/с²

Примечание. При свободном падении ускорение a заменяют на $g = 9/8 \text{ м/с}^2$

Формула ускорения $a = \frac{v-v_0}{t}$

Формулы для расчета перемещения $S = v_0 t + \frac{at^2}{2}$ или $S = \frac{v^2 - v_0^2}{2a}$

Свободное падение $h = v_0 t + \frac{gt^2}{2}$

В переменном движении используется также понятие средней скорости. *Средней скоростью переменного движения* называется отношение перемещения тела ко времени, за которое это перемещение совершено или отношение всего пройденного пути ко всему затраченному времени.

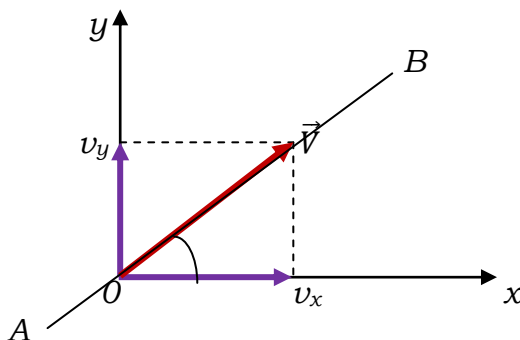
$$v_{\text{ср.}} = \frac{S}{t} = \frac{S_1 + S_2 + S_3 \dots}{t_1 + t_2 + t_3 \dots}$$

Примечание. Если весь путь состоит из двух участков, то среднюю скорость можно рассчитать по формулам:

а) если $S_1 = S_2 = S/2$, то $v_{\text{ср}} = \frac{2v_1v_2}{v_1+v_2}$; б) если $t_1 = t_2 = t/2$, $v_{\text{ср}} = \frac{v_1+v_2}{2}$

3. Некоторые виды сложного движения.

Равномерное прямолинейное движение. Любое равномерное движение, происходящее с постоянной скоростью v вдоль произвольной прямой АВ можно разложить на два независимых равномерных и прямолинейных движения, одновременно совершаемых телом вдоль осей X и Y со скоростями v_x и v_y .



Для описания этого движения выберем прямоугольную систему координат **ХОУ**. Тогда уравнения движений по осям **X** и **Y** запишутся в виде:

$$x = \pm x_0 \pm v_x t; \quad y = \pm y_0 \pm v_y t$$

$$v_x = v \cos \alpha; \quad v_y = v \sin \alpha$$

Скорость тела в любой точке траектории

$$v = \sqrt{v_x^2 + v_y^2}$$

и направлена вдоль траектории движения.

Движение тела, брошенного горизонтально с некоторой высоты, можно разложить на два независимых движения, одновременно совершаемых телом: равномерное и прямолинейное, происходящее в горизонтальном направлении со скоростью v_x , равной начальной скорости бросания v , ($v_x = v_0$), и свободное падение с высоты, на которой находилось тело в момент бросания, со скоростью $v_y = \pm gt$.

Для описания этого движения выберем прямоугольную систему координат **ХОУ**. Направим ось X по горизонтали, а ось Y по вертикали. Тогда уравнения движений по осям X и Y примут следующий вид:

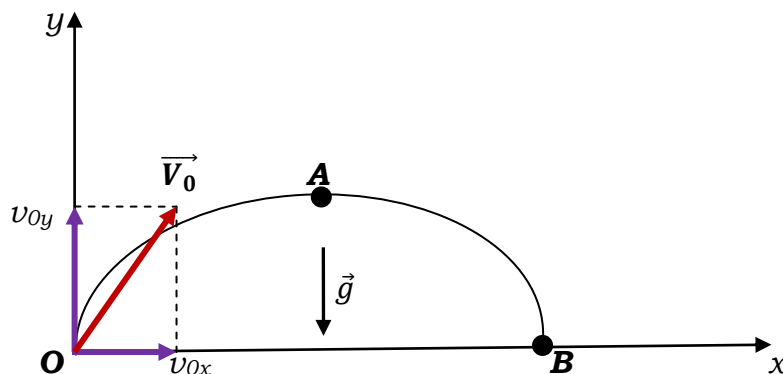
$$x = \pm x_0 \pm v_x t; \quad y = \pm y_0 \pm v_y t$$

Скорость тела в любой точке траектории

$$v = \sqrt{v_x^2 + v_y^2}$$

и направлена по касательной к траектории в данной точке.

Движение тела, брошенного под углом к горизонту, можно разложить на два независимых движения, одновременно совершаемых телом, равномерное и прямолинейное, происходящее в горизонтальном направлении с начальной скоростью $v_{0x} = v_0 \cos \alpha$, и свободное падение с начальной скоростью $v_{0y} = v_0 \sin \alpha$,



Уравнения движения будут иметь вид

$$x = \pm x_0 \pm v_{0x}t ; \quad y = \pm y_0 \pm v_{0y}t \pm \frac{gt^2}{2}$$

Скорость тела в любой точке траектории

$$v = \sqrt{v_x^2 + v_y^2}$$

$$v_x = v_{0x}; \quad v_y = v_{0y} \pm gt$$

4. Равномерное движение по окружности.

Особенностью равномерного движения по окружности является то, что направление линейного ускорения не совпадает с направлением линейной скорости ее движения. В любой точке траектории линейная скорость тела v направлена по касательной к окружности, а ускорение $a_{\text{ц}}$ всегда направлено по радиусу к центру окружности и называется *центростремительным (нормальным) ускорением*. В этом случае

$$v = \frac{l}{t} = \frac{2\pi R}{T}; \quad a_{\text{ц}} = \frac{v^2}{R}$$

l - длина окружности, м;

T - период обращения (время одного полного оборота) с;

R —радиус окружности, м.

5. Вращательное движение твёрдого тела.

Вращательное движение твердого тела характеризуют следующие величины:

φ - угловое перемещение (угол поворота произвольного радиуса от начального положения) рад;

ω - угловая скорость, рад/с;

ν - частота вращения (число оборотов в 1 с), Гц;

T - период вращения, с.

Величины ω , ν , T связаны между собой соотношением:

$$\omega = \frac{2\pi}{T} = 2\pi\nu$$

При *равномерном вращении* тела уравнение его движения имеет вид

$$\varphi = \omega t$$

При *равнопеременном вращении* тела (равноускоренном или равнозамедленном) уравнение его движения, а также формула, дающая зависимость его угловой скорости движения от времени, имеют вид:

$$\varphi = \omega_0 t \pm \frac{\varepsilon t^2}{2}; \quad \omega = \omega_0 \pm \varepsilon t$$

ω_0 - начальная угловая скорость, рад/с;

ε - угловое ускорение, рад/с².

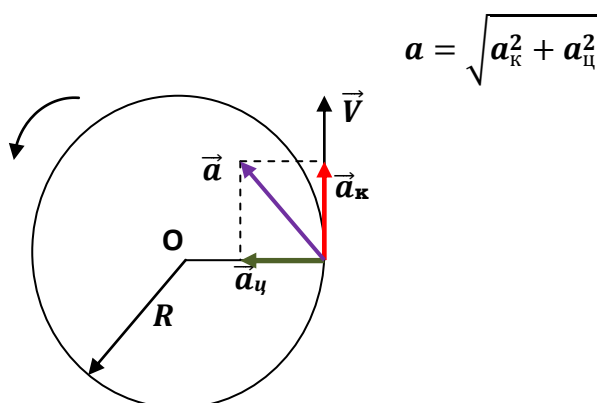
В написанных выше формулах знак «+» для равноускоренного вращения, знак «—» для равнозамедленного.

Угловые величины φ , ω и ε связаны с соответствующими линейными величинами l , v и a следующими соотношениями:

$$l = \varphi R; \quad v = \omega R; \quad a_k = \varepsilon R; \quad a_{\text{ц}} = \omega^2 R$$

a_k — проекция вектора линейного ускорения на направление касательной в данной точке (см.рис.),

$a_{\text{ц}}$ — проекция вектора линейного ускорения на направление радиуса в данной точке (центростремительное ускорение)



$$a = \sqrt{a_k^2 + a_{\text{ц}}^2}$$