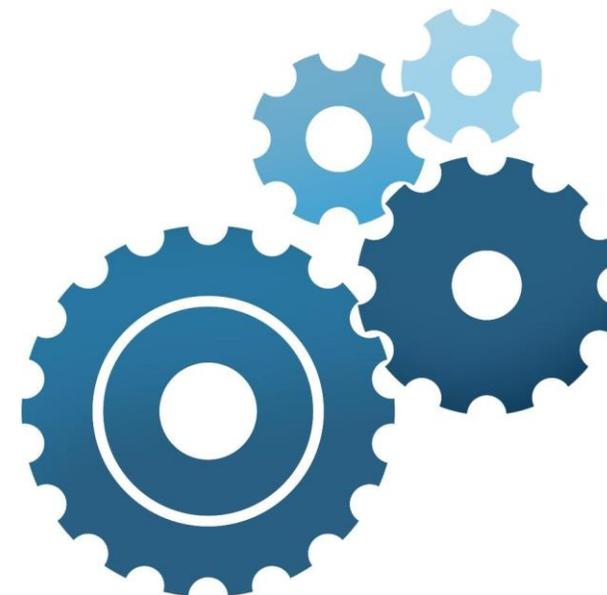




РОССЕТИ

**ПОДГОТОВКА К ОГЭ ПО ФИЗИКЕ
ТЕОРЕТИЧЕСКОЕ ЗАНЯТИЕ ПО ТЕМЕ:
«КИНЕМАТИКА»**



Механика – раздел физики, изучающий движение материальных тел и взаимодействие между ними.



Кинематика



Динамика

МЕХАНИКА И ЕЕ РАЗДЕЛЫ

Разделы механики: кинематика, динамика, статика, законы сохранения импульса и энергии, а также специальные разделы.



Импульс



Работа и энергия

Кинематика – раздел механики, изучающий движение тел без учета причин, вызывающих это движение.



Движение велосипеда



Полёт мяча

Одно из основных понятий в физике и, в частности, в кинематике – **время**.

Время характеризует длительность того или иного процесса, обозначается буквой t и измеряется в секундах (с) в системе СИ.

Время можно измерить при помощи секундомера или часов.

Рассмотрение любых процессов в физике и, в частности, процесса движения в кинематике представляет интерес за конкретные промежутки времени.



Измерение времени

Механическое движение тела – изменение его положения в пространстве относительно других тел, происходящее с течением времени.

При решении реальных практических задач необходимо уметь описывать механическое движение, а именно: определять траекторию, скорость, путь, положение тела в конкретный момент времени и т.д.

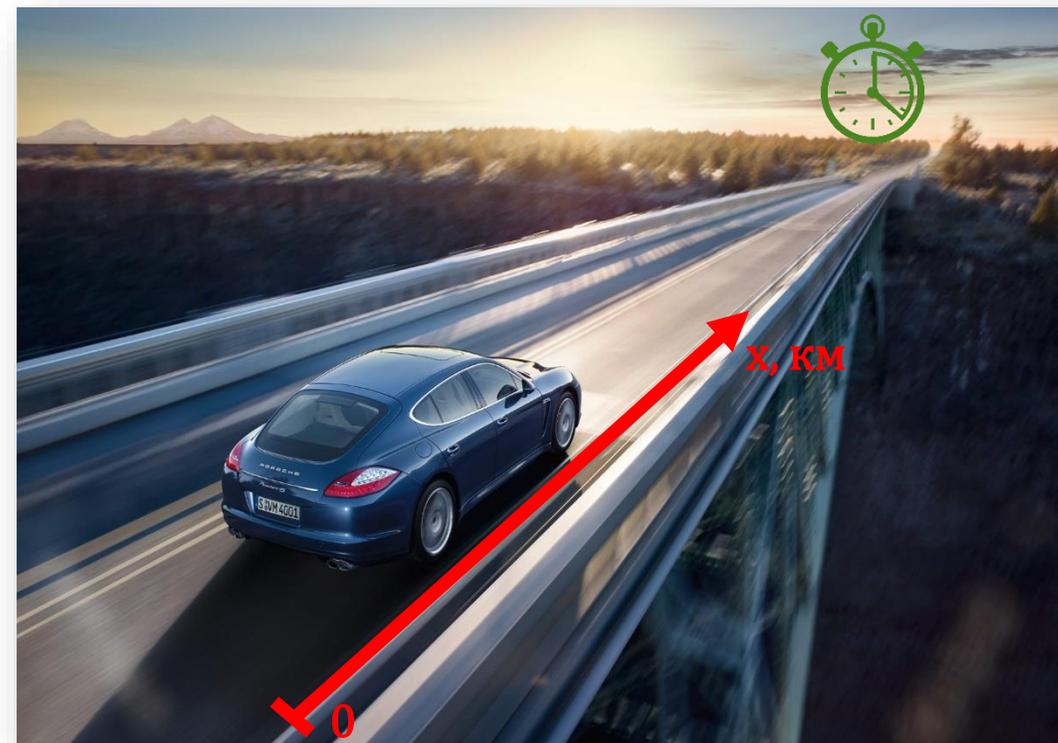
Пример. На картинке изображен самолет в состоянии механического движения. Его положение изменяется относительно аэродрома с течением времени.



Для описания механического движения тела удобно использовать систему координат. При этом, размеры тела могут усложнять такое описание. Решением проблемы является представление тела материальной точкой.

Материальная точка – тело, размерами и формой которого можно пренебречь в рамках решения конкретной задачи.

Система координат, тело отсчета, с которым она связана, и прибор для измерения времени образуют **систему отсчета**, относительно которой рассматривается движение тела.



Траектория – линия, описываемая в пространстве телом при движении. Бывает **криволинейное и прямолинейное** движение.

Путь – сумма длин всех участков траектории, пройденных телом за рассматриваемый промежуток времени. Путь – скалярная величина (не имеет направления), обозначается как **S** и измеряется в метрах (м).

Понятие о пройденном «пути» часто не позволяет дать ответ на вопрос, где тело будет находиться в заданный момент времени, так как направление движения может меняться. Для определения местоположения тела вводится термин «перемещение».



Криволинейная траектория



Прямолинейная траектория

Перемещение – вектор $\overrightarrow{\Delta r}$, соединяющий начальное и конечное положение тела при движении.



При прямолинейном движении в одну сторону длина вектора перемещения (модуль) равна пути и измеряется в метрах (м). Например,

для первого желтого участка на картинке $|\overrightarrow{\Delta r_1}| = S_1$

Перемещение характеризуется начальной и конечной координатой.

Скорость \vec{v} – векторная величина, показывающая куда и как быстро движется тело. Модуль вектора скорости измеряется в м/с.

Ускорение \vec{a} – векторная величина, характеризующая скорость изменения вектора скорости. Модуль вектора ускорения измеряется в м/с².

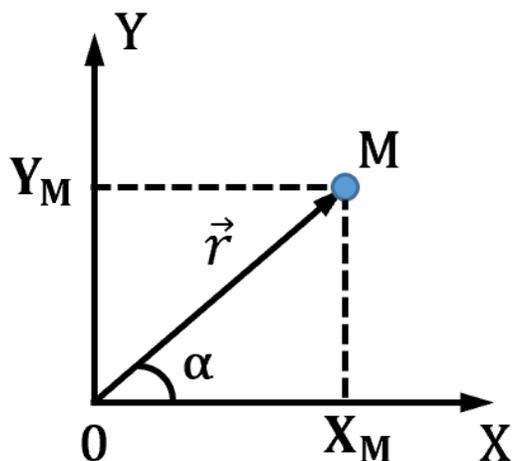


Демонстрация скорости

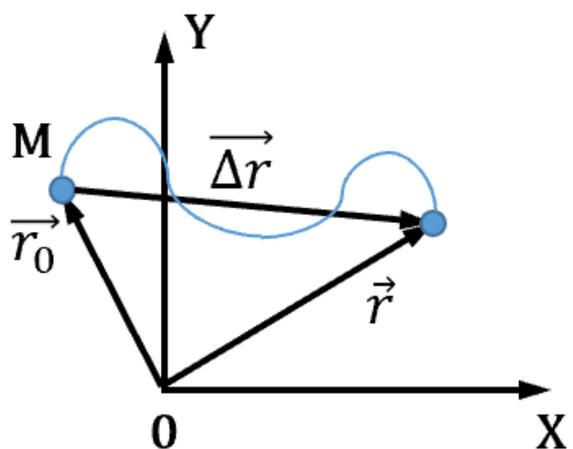


Демонстрация ускорения

РАДИУС-ВЕКТОР И ПЕРЕМЕЩЕНИЕ



Радиус-вектор



Перемещение

Положение материальной точки в системе отсчета может быть задано при помощи векторного и координатного способа. В первом случае положение точки M задается при помощи **радиус-вектора** \vec{r} , проведенного из начала координат в точку M .

Если точка M сместилась из положения 1 в положение 2 по некоторой траектории (синяя линия на рисунке ниже), то при помощи радиус-векторов \vec{r}_0 и \vec{r} можно характеризовать ее **перемещение** $\vec{\Delta r}$:

$$\vec{\Delta r} = \vec{r} - \vec{r}_0,$$

где радиус-вектор \vec{r}_0 характеризует начальное положение точки M , а вектор \vec{r} — ее конечное положение.

Уравнение движения – зависимость радиус-вектора тела от времени.

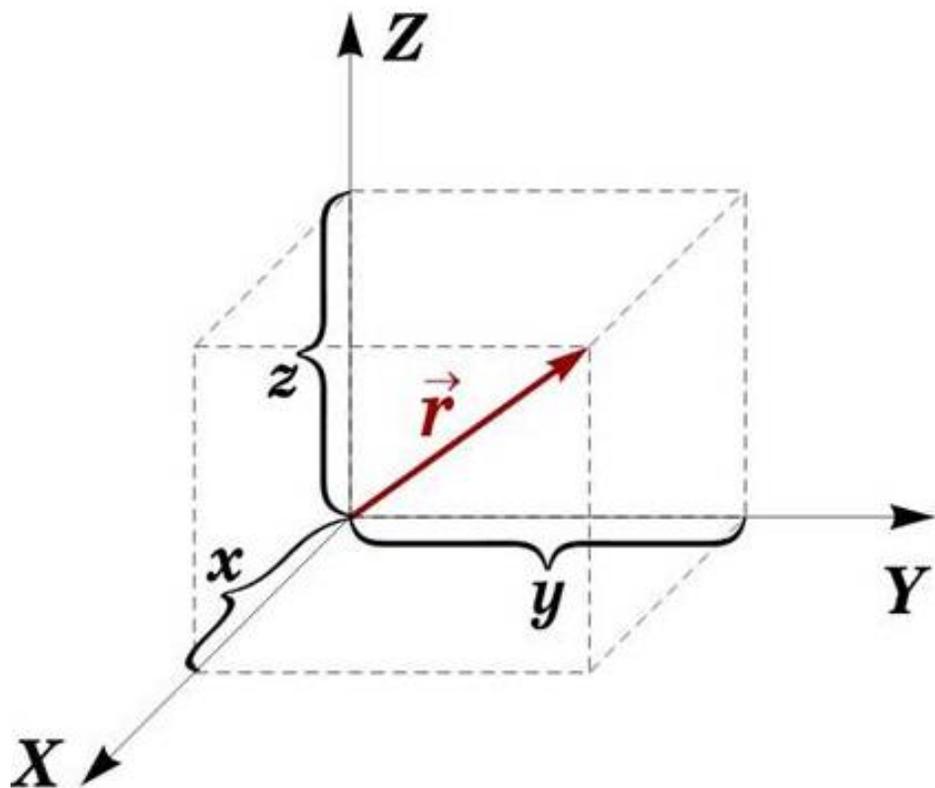
$$\vec{r} = \vec{r}(t)$$

Проекции векторного уравнения на координатные оси дают **три уравнения движения**:

$$x = x(t)$$

$$y = y(t)$$

$$z = z(t)$$

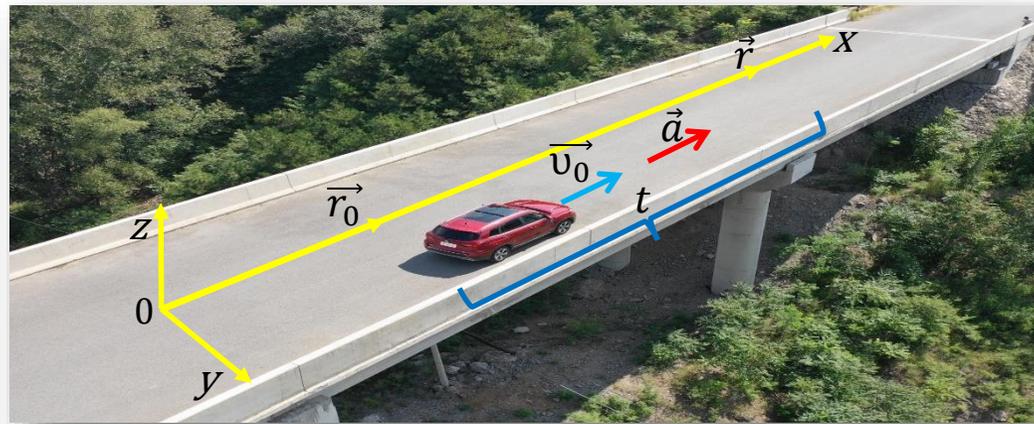


Чем меньше уравнений, тем проще задача. Например, при движении тела вдоль одной оси уравнение будет одно (например, только по оси x).

Кинематическое уравнение движения записывается для радиус-вектора \vec{r} , характеризующего конечное положение тела:

$$\vec{r} = \vec{r}_0 + \vec{v}_0 \cdot t + \vec{a} \cdot t^2 / 2, \text{ где}$$

- Радиус-вектор начального положения \vec{r}_0
- Начальная скорость \vec{v}_0
- Ускорение \vec{a}
- Время t



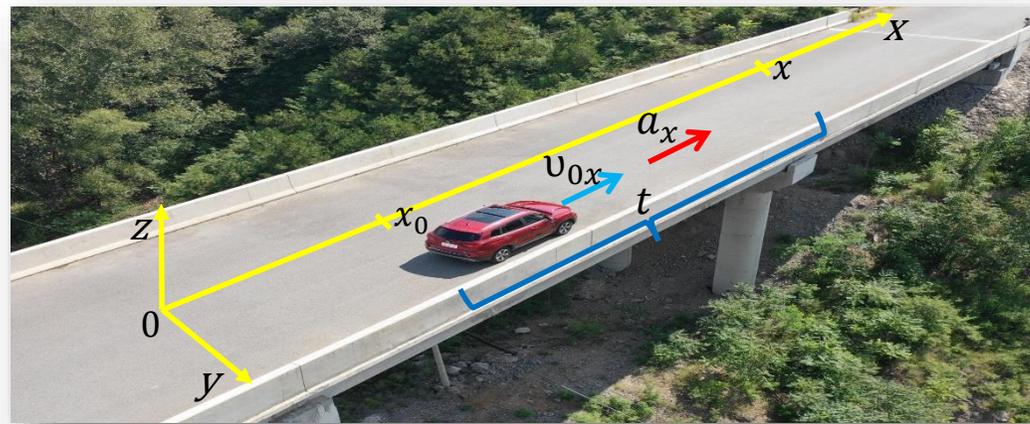
Кинематическое уравнение движения является универсальным и позволяет переходить к уравнениям для разных видов движения.

КИНЕМАТИЧЕСКОЕ УРАВНЕНИЕ ДВИЖЕНИЯ В ПРОЕКЦИЯХ НА ОСЬ

От векторного уравнения переходят к уравнению в проекциях векторов (уравнению координаты). Для примера ниже:

$$x = x_0 + v_{0x} \cdot t + a_x \cdot t^2 / 2, \text{ где}$$

- Конечная координата x
- Начальная координата x_0
- Проекция скорости на ось x v_{0x}
- Проекция ускорения на ось x a_x

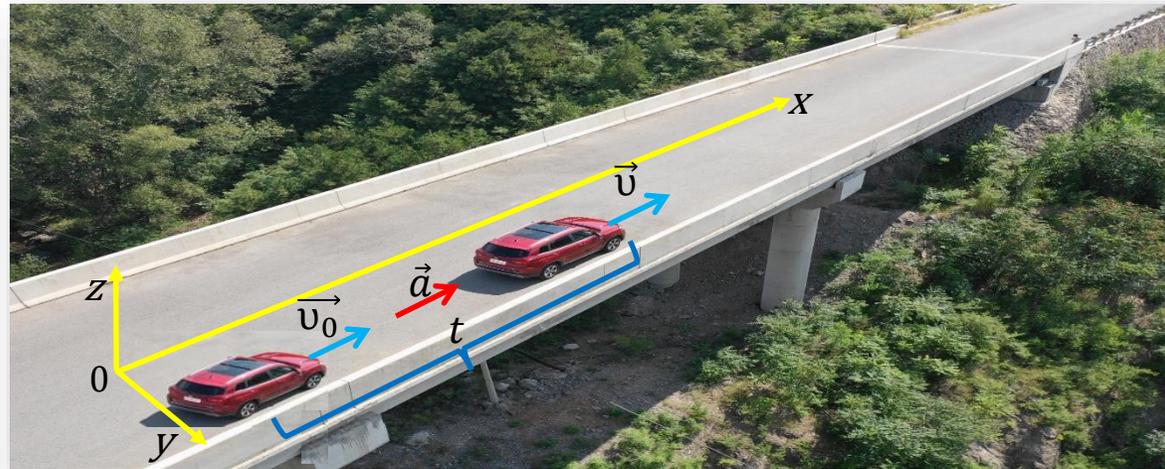


Дальнейшее раскрытие проекций позволяет получать численное решение уравнения движения в рамках любых кинематических задач.

Кинематическое уравнение скорости записывается для вектора конечной скорости \vec{v} :

$$\vec{v} = \vec{v}_0 + \vec{a} \cdot t, \text{ где}$$

- Начальная скорость \vec{v}_0
- Ускорение \vec{a}
- Время t

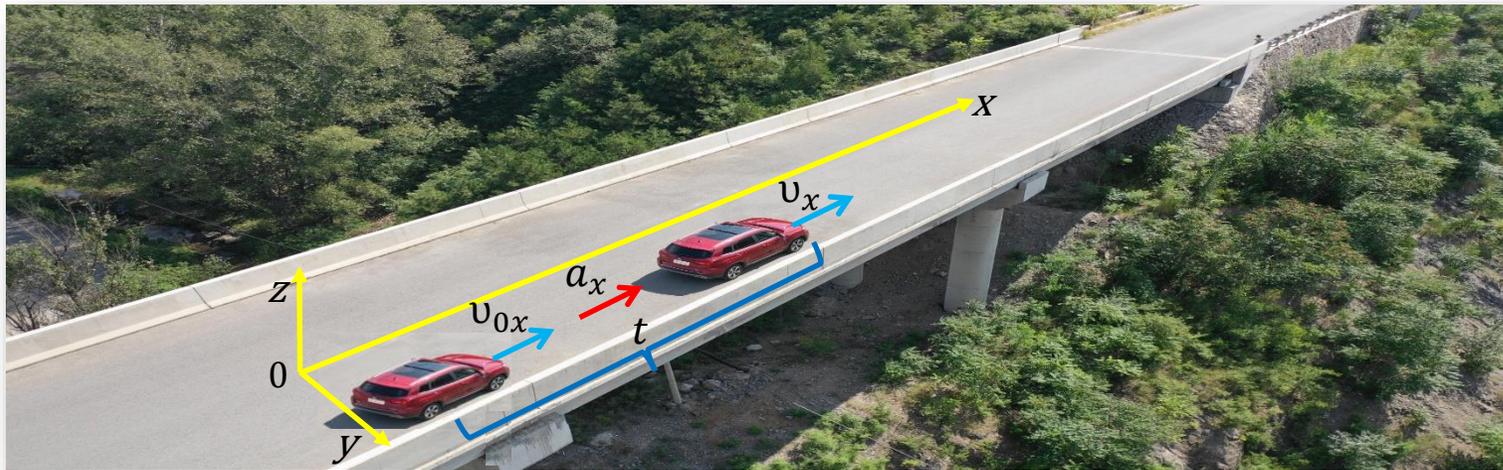


Кинематическое уравнение скорости является универсальным и позволяет переходить к уравнениям для разных видов движения.

От векторного уравнения скорости переходят к уравнению в проекциях векторов для конечной скорости v_x :

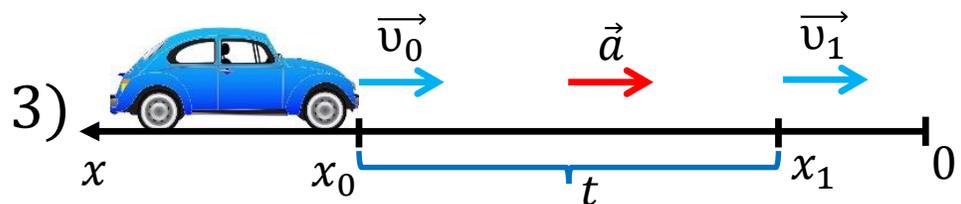
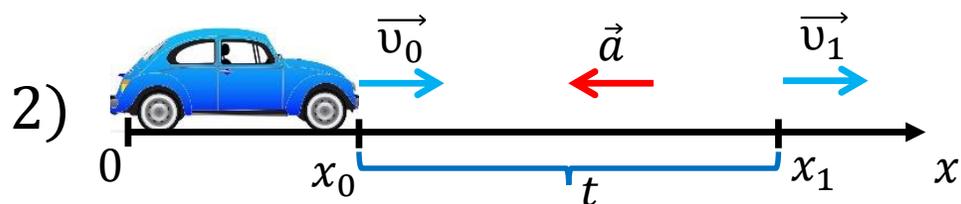
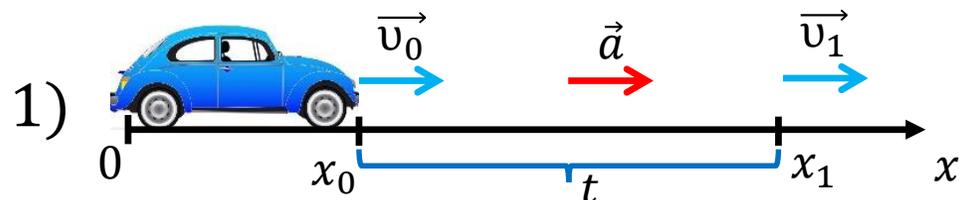
$$v_x = v_{0x} + a_x \cdot t, \text{ где}$$

- Проекция скорости на ось x v_{0x}
- Проекция ускорения на ось x a_x
- Время t



Дальнейшее раскрытие проекций позволяет получать численное решение уравнения скорости и решать любые кинематические задачи.

Примеры:



Уравнения в общем виде:

$$x = x_0 + v_{0x} \cdot t + a_x \cdot t^2 / 2$$

$$v_x = v_{0x} + a_x \cdot t$$

Уравнения для примера 1:

$$x_1 = x_0 + v_0 \cdot t + a \cdot t^2 / 2$$

$$v_1 = v_0 + a \cdot t$$

Уравнения для примера 2:

$$x_1 = x_0 + v_0 \cdot t - a \cdot t^2 / 2$$

$$v_1 = v_0 - a \cdot t$$

Уравнения для примера 3:

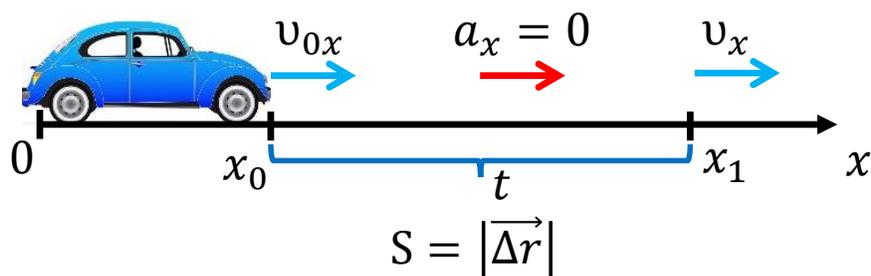
$$x_1 = x_0 - v_0 \cdot t - a \cdot t^2 / 2$$

$$-v_1 = -v_0 - a \cdot t$$

Равномерное прямолинейное движение – движение тела по прямолинейной траектории с постоянной скоростью (без ускорения или $a = 0$).

Уравнение движения в проекциях на ось X: $x_1 = x_0 + v_{0x} \cdot t$

Уравнение скорости в проекциях на ось X: $v_x = v_{0x}$



При прямолинейном равномерном движении уравнение движения преобразуется к виду: $x_1 - x_0 = S = v_{0x} \cdot t$
 Если выразить скорость, то: $v_{0x} = v_x = S/t$
 Или в векторной форме: $\vec{v} = \vec{\Delta r} / t$

Таким образом, для прямолинейного равномерного движения **скорость** – это постоянная векторная величина, равная отношению перемещения тела за любой промежуток времени к значению этого промежутка.

Равноускоренное движение – движение с постоянным ускорением, направленным в сторону вектора скорости.



Уравнение движения в общем виде в проекции на X:

$$x = x_0 + v_{0x} \cdot t + a_x \cdot t^2 / 2$$

Уравнение скорости в общем виде в проекции на X:

$$v_x = v_{0x} + a_x \cdot t$$

Из уравнения скорости выражается ускорение:

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

Формула для ускорения в векторном виде:

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

Ускорение – векторная физическая величина, равная отношению изменения скорости ко времени, за которое оно произошло.

Равнозамедленное движение – движение с постоянным ускорением, направленным против вектора скорости.



Уравнение движения в общем виде в проекции на X:

$$x = x_0 + v_{0x} \cdot t + a_x \cdot t^2 / 2$$

Уравнение скорости в общем виде в проекции на X:

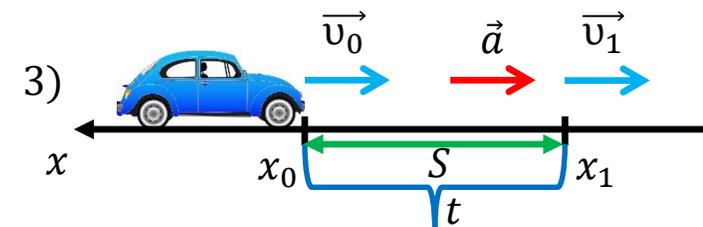
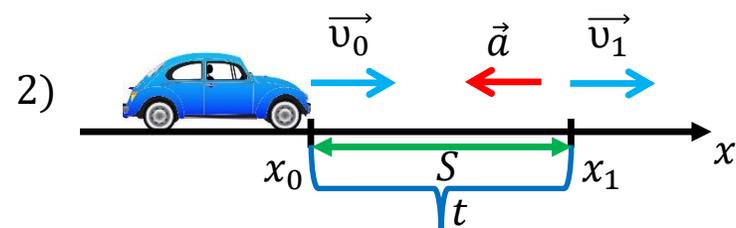
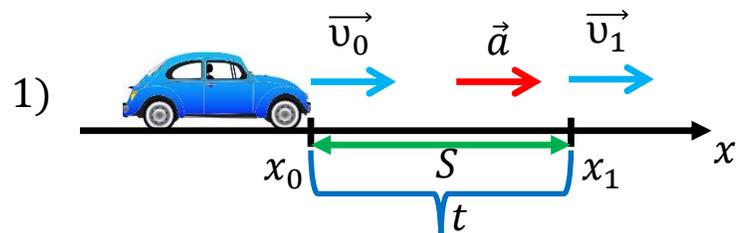
$$v_x = v_{0x} + a_x \cdot t$$

Если предположить, что вектор скорости ориентирован по оси X, то с учетом противоположного направления ускорения уравнения движения и скорости для равнозамедленного движения примут вид:

$$x = x_0 + v_0 \cdot t - a \cdot t^2 / 2$$

$$v = v_0 - a \cdot t$$

Примеры



Уравнение движения для примера 1:

$$x_1 = x_0 + v_0 \cdot t + a \cdot t^2 / 2$$

Формула пути для примера 1:

$$x_1 - x_0 = S = v_0 \cdot t + a \cdot t^2 / 2$$

Уравнение движения для примера 2:

$$x_1 = x_0 + v_0 \cdot t - a \cdot t^2 / 2$$

Формула пути для примера 2:

$$x_1 - x_0 = S = v_0 \cdot t - a \cdot t^2 / 2$$

Уравнение движения для примера 3:

$$x_1 = x_0 - v_0 \cdot t - a \cdot t^2 / 2$$

Формула пути для примера 3:

$$x_0 - x_1 = S = v_0 \cdot t + a \cdot t^2 / 2$$

СВОБОДНОЕ ПАДЕНИЕ ТЕЛ



Свободное падение – падение тел под действием силы тяжести (в результате притяжения между телом и Землей).

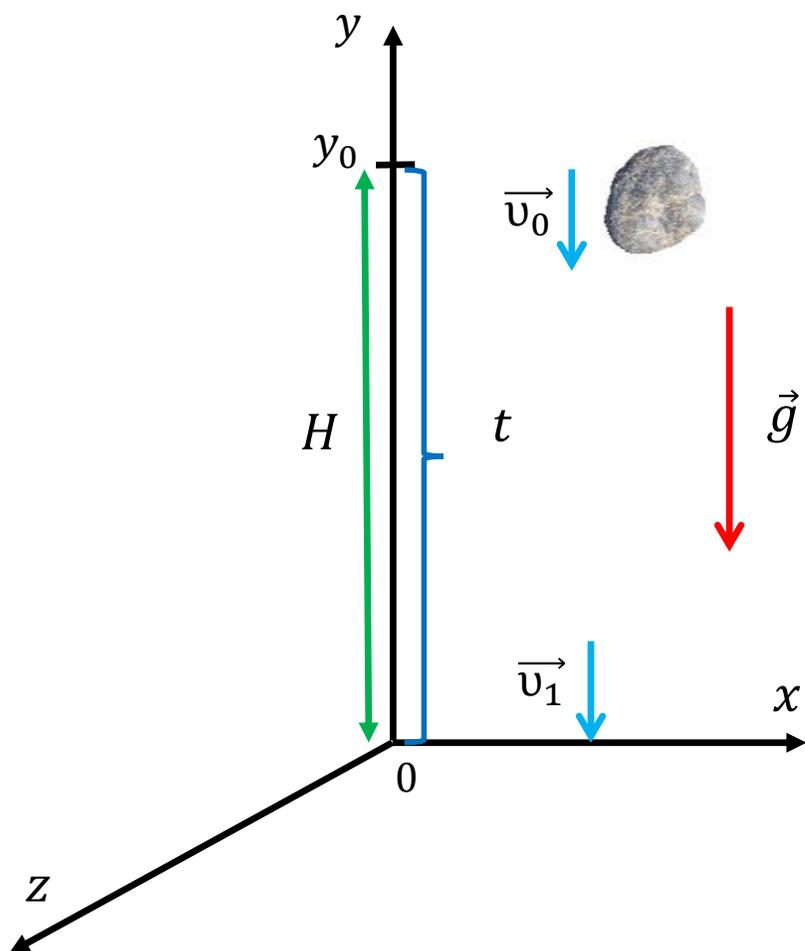
Сила тяжести, действующая на тела вблизи поверхности Земли, близка к постоянной, поэтому свободно падающие тела движутся с одним ускорением (равноускоренно).

Ускорение свободного падения – ускорение \vec{g} , с которым тело движется во время свободного падения, направленное вертикально вниз (вблизи поверхности Земли $g \approx 9,8 \text{ м/с}^2$).

На практике кажется, что разные тела падают с разным ускорением, однако, это не так.

В задачах кинематики пренебрегают наличием сопротивления воздуха при падении тел.

ДВИЖЕНИЕ ПРИ СВОБОДНОМ ПАДЕНИИ



Особенности при решении задач: использование вертикальной оси Y для описания движения, наличие ускорения свободного падения \vec{g} , направленного вниз (к Земле), допущение об отсутствии сопротивления воздуха.

Уравнения движения и скорости в общем виде:

$$y = y_0 + v_{0y} \cdot t + a_y \cdot t^2 / 2$$

$$v_y = v_{0y} + a_y \cdot t$$

Уравнения движения и скорости для примера:

$$0 = y_0 - v_0 \cdot t - g \cdot t^2 / 2$$

$$-v_1 = -v_0 - g \cdot t$$

После преобразований:

$$y_0 = H = v_0 \cdot t + g \cdot t^2 / 2$$

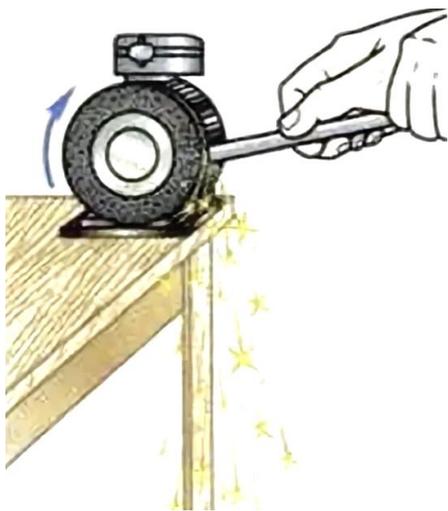
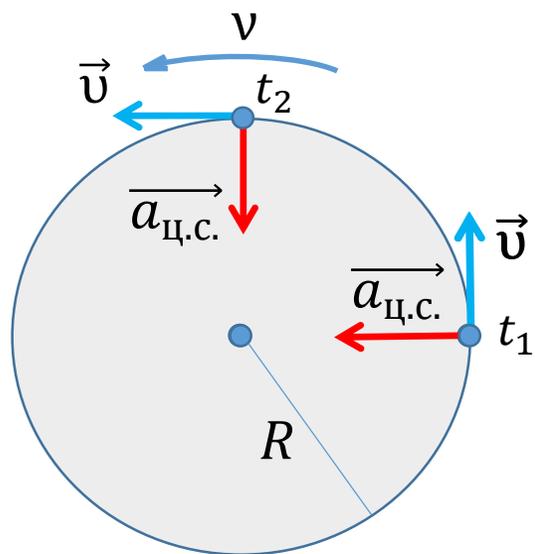
$$v_1 = v_0 + g \cdot t$$

ДВИЖЕНИЕ ТЕЛ ПО ОКРУЖНОСТИ

Движение по окружности можно рассмотреть на примере точки, расположенной на краю вращающегося диска (синяя точка на рисунке ниже). У такого движения есть особенности:

- 1) Мгновенная скорость точки в любой момент времени направлена по касательной к окружности (это хорошо видно на примере точильного камня на рисунке ниже);
- 2) Направление вектора скорости постоянно меняется (как видно для моментов времени t_1 и t_2 на рисунке выше), следовательно, движение всегда происходит с ускорением (так как ускорение – это векторная физическая величина, равная отношению изменения скорости ко времени).

Ускорение, направленное по радиусу окружности к ее центру, с которым тело движется по окружности с постоянной по модулю скоростью, называется **центростремительным** $a_{ц.с.}$.



ДВИЖЕНИЕ ТЕЛ ПО ОКРУЖНОСТИ

Центростремительное ускорение определяется через линейную скорость v и радиус окружности R согласно выражению: $a_{ц.с.} = v^2/R$.



Движение по окружности характеризуется периодом T и частотой ν .

Период T – это время, за которое точка при равномерном движении по окружности совершает один полный оборот. Период измеряется в секундах.

Частота ν – это количество полных оборотов по окружности, которое совершает точка на окружности за 1 секунду. Частота измеряется в 1/с и определяется согласно выражению: $\nu = 1/T$.

Линейная скорость точек v при равномерном движении по окружности может быть выражена через период или частоту:

$$v = 2\pi R/T = 2\pi R\nu$$

Демонстрация движения по окружности



РОССЕТИ

**ПОДГОТОВКА К ОГЭ ПО ФИЗИКЕ
ТЕОРЕТИЧЕСКОЕ ЗАНЯТИЕ ПО ТЕМЕ:
«КИНЕМАТИКА»**

