

### Задание:

- Изучить теорию;
- Написать краткий конспект;
- Пройти тесты <http://infofiz.ru/index.php/kattest/test-4/Mehanicheskoe-dvijenie-ego-harakteristiki/>
- По вопросам обращаться 072-1098278 или hvastov@rambler.ru
- Фотоотчёт конспекта прислать в течении 3 дней со дня получения задания на [hvastov@rambler.ru](mailto:hvastov@rambler.ru)

### Науки о природе. Естественнонаучный метод познания.

С незапамятных времен люди начали проводить систематические наблюдения за явлениями природы, стремились подметить последовательность происходящих явлений и научились предвидеть ход многих событий в природе. например, смену времен года, время разливов рек и многое другое. Эти свои знания они использовали для определения времени посева, уборки урожая и т.п. Постепенно люди убедились в том, что изучение явлений природы приносит неоценимую пользу. Тогда появились ученые, которые посвящали свою жизнь изучению явлений природы, обобщали опыт предыдущих поколений. Они записывали результаты наблюдений и опытов, сообщали свои знания ученикам. Первые книги о явлениях природы, которые стали достоянием народа, появились в Древней Греции. Это способствовало быстрому развитию науки в этой стране и появлению многих выдающихся ученых.

Долгое время науку о природе называли **натуральной философией** (философией природы). По мере накопления экспериментального материала, его научного обобщения и развития методов исследования из *натуральной философии*, как общего учения о природе, *выделились астрономия, химия, физика, биология и другие науки*. Этим обусловлена органическая связь физики с другими естественными науками.

Природу в старину называли «естество», поэтому науки о природе получили название **естественные науки**.

Слово "*естествознание*" означает *знание о природе*. Поскольку природа чрезвычайно многообразна, то в процессе ее познания формировались различные естественные науки: физика, химия, биология, астрономия, география, геология, экология и многие другие. Каждая из естественных наук занимается изучением каких-то конкретных свойств природы. При обнаружении новых свойств материи появляются новые естественные науки с целью дальнейшего изучения этих свойств или, по крайней мере, новые разделы и направления в уже имеющихся естественных науках. Так сформировалась целая совокупность естественных наук. По объектам исследования их можно разделить на две большие группы: науки о живой и неживой природе. Важнейшими естественными науками о неживой природе являются : физика, химия, астрономия.

**Физика** (от греческого слова «*фюзис*» - природа) – наука о строении материи и о простейших формах её движения и взаимодействия. Физика имеет много видов и разделов (общая физика, теоретическая физика, экспериментальная физика, механика, молекулярная физика, атомная физика, ядерная физика, физика электромагнитных явлений и т.д).

**Химия** (от греческого слова «*химевсис*» - смешивание) – наука о веществах, их составе, строении, свойствах и взаимных превращениях. Химия изучает химическую форму движения материи и делится на неорганическую и органическую химию, физическую и аналитическую химию, коллоидную химию и т.д.

**Астрономия** (от греческих слов «*астрон*» - звезда, «*номос*» - закон)– наука о небесных телах. Астрономия изучает движение небесных тел, их природу, происхождение и развитие.

**Биология** (от греческих слов «биос» - жизнь, «логос» - наука, учение) – наука о живой природе. Предметом биологии является жизнь как особая форма движения материи, законы развития живой природы. Биология, по-видимому, является самой разветвленной наукой (зоология, ботаника, морфология, цитология, гистология, анатомия и физиология, микробиология, вирусология, эмбриология, экология, генетика и т.д.).

**География** (от греческих слов «гео» - земля, «графо» - пишу) - наука о Земле, землеописание.

**Геология** (от греческих слов «гео» - земля, «логос» - наука, учение) - наука о Земле, ее форме, строении, составе и развитии.

**Экология** (от греческих слов «экос» - дом, «логос» - наука, учение) - наука о взаимоотношениях организмов между собой и окружающей средой, о взаимодействии человека и природы.

На стыке наук возникают смежные науки, такие как физическая химия, физическая биология, химическая физика, биофизика, астрофизика и т.д.

Естественные науки изучают:

- **Тела.** Телом можно назвать любой предмет, любое живое существо.
- **Вещества.** Вещества – это то, из чего состоят тела.
- **Явления природы.** Физические явления – это любые изменения, происходящие в природе.

Итак, в процессе познания природы формировались отдельные естественные науки. Это необходимый этап познания – этап дифференциации знаний, дифференциации наук. Он обусловлен необходимостью охвата все большего и все более разнообразного числа исследуемых природных объектов и более глубокого проникновения в их детали. Но природа – это единый, уникальный, многогранный, сложный, самоуправляющийся организм. Если природа едина, то единым должно быть и представление о ней с точки зрения естественной науки. Такой наукой является естествознание.

**Естествознание** – наука о природе как единой целостности или совокупность наук о природе, взятая как единое целое. Последние слова в этом определении еще раз подчеркивают, что это не просто совокупность наук, а обобщенная, интегрированная наука. Это означает, что сегодня дифференциация знаний о природе сменяется их интеграцией. Эта задача обусловлена, во-первых, объективным ходом познания природы и, во-вторых, тем, что человечество познает законы природы не ради простого любопытства, а для использования их в практической деятельности, для своего жизнеобеспечения.

### **Физика — фундаментальная наука о природе.**

Греческое слово «*фюзис*» в переводе означает *природа*, поэтому науку о природе стали называть **физикой**.

Величайший мыслитель древности **Аристотель** (384—322 до н.э.) в смысл слова «физика» вкладывал всю совокупность сведений о природе, все, что было известно о земных и небесных явлениях. В русский язык термин «физика» был введен великим ученым-энциклопедистом, основоположником материалистической философии в России **М.В.Ломоносовым** (1711 — 1765).

Процесс длительного изучения явлений природы привел ученых к идее о материальности окружающего нас мира.

**Материя** включает в себя все, окружающее нас, и нас самих. То есть все, реально существующее в природе (а не в нашем воображении) материально.

Учение о строении материи является одним из центральных в физике. Оно охватывает два известных физике вида материи: **вещество** и **поле**. Материя существует не только в виде вещества - физических тел, но и в виде полей, например электромагнитного, гравитационного. Например радиоволны и свет нельзя назвать веществом. Они представляют собой особую форму материи – электромагнитное поле.

**Вещество** характеризуется дискретностью образования и конечной массой покоя.

**Поле** характеризуется непрерывностью и нулевой массой покоя.

Неотъемлемое свойство материи – движение. В философском смысле *любое изменение, происходящее в природе, в окружающем нас мире, представляет собой движение материи. Движение есть способ существования материи.*

Все материальные объекты (тела) не остаются неизменными. С течением времени изменяются их взаимное положение, форма, размеры, агрегатное состояние, физические и химические свойства и т. д. Под движением понимают все происходящие во Вселенной изменения и процессы, начиная от простого перемещения и кончая мышлением.

**Физика** изучает наиболее общие формы движения материи и их взаимные превращения, такие, как механические, молекулярно-тепловые, электромагнитные, атомные и ядерные процессы.

Подобное деление на формы движения условно, однако физика в процессе изучения обычно представлена именно такими разделами.

Накопленный веками опыт убедил ученых, что *материя может видоизменяться*, но никогда не возникает и не исчезает. Движение материи также может изменять свою форму (превращаться из одной формы в другую), но само движение материи не создается и не уничтожается. Т.е. **окружающий нас мир есть вечно движущаяся и развивающаяся материя.**

*Всеобщей мерой движения материи во всех её формах является энергия, а неуничтожимость движения материи выражается законом сохранения энергии.*

**Материя существует в пространстве и во времени.**

**Пространство** определяет взаимное расположение (одновременно существующих) объектов относительно друг друга и их относительную величину (расстояние и ориентацию).

Т.е. пространство характеризует протяженность материальных объектов. Оно *непрерывно, изотропно* (свойства при поворотах не меняются) и *однородно*. Описывается геометрией Евклида, т.е. трехмерное (в классической физике). **Единицей пространства в СИ** является **1 метр. Метр** — 1,6 млн. длин световых волн атомов криптона, или длина пути, проходимого светом в вакууме за  $1 / 299\,792\,458$  с.

**Время** определяет последовательность явлений природы (материальных событий) и их относительную продолжительность (длительность).

В классической физике время характеризуется *однородностью и непрерывностью. Не изотропно*, т.е. течет в одном направлении. **Единица измерения в СИ – 1 секунда. Секунда** — время, равное 9 192 631 770 периодам излучения, соответствующего переходу между двумя сверхтонкими уровнями основного состояния атома цезия-133.

Все явления природы происходят в пространстве в определенной последовательности и имеют конечную продолжительность. Следовательно, **пространство и время не существуют сами по себе, в отрыве от материи, и материя не существует вне пространства и времени.**

Общей мерой различных форм движения материи является энергия. Качественно различные физические формы движения материи способны превращаться друг в друга, но сама материя неуничтожима и несотворима. К такому выводу пришли еще античные философы-материалисты.

*Физика — основа естествознания.* Физика относится к точным наукам и изучает количественные закономерности явлений. Она является наукой *экспериментальной*. Многие ее законы базируются на фактах, установленных опытным путем. Факты остаются, а истолкование их иногда меняется в ходе исторического развития науки, в процессе все более глубокого понимания основных законов природы.

**Наблюдение, эксперимент и теория** - основные методы познания природы в физике.

Роль естествознания в жизни людей велика. Естествознание является основой жизнеобеспечения – физиологического, технического, энергетического. Естествознание – это теоретическая основа промышленности и сельского хозяйства, всех технологий, различных видов производства, в том числе производства энергии, продуктов питания, одежды и т.д. Естествознание – это важнейший элемент культуры человечества, это один из существенных показателей уровня цивилизации.

### Механическое движение. Система отсчета.

**Механика** – раздел физики, в котором изучают механическое движение.

Механику подразделяют на кинематику, динамику и статику.



Кинематикой называют раздел механики, в котором движение тел рассматривается без выяснения причин этого движения. **Кинематика** изучает способы описания движения и связь между величинами, характеризующими эти движения.

**Задача кинематики:** определение кинематических характеристик движения (траектории движения, перемещения, пройденного пути, координаты, скорости и ускорения тела), а также получение уравнений зависимости этих характеристик от времени.

**Механическим движением тела** называют перемещение тела (изменение его положения) в пространстве относительно других тел с течением времени.

**Механическое движение относительно.** Движение одного и того же тела относительно разных тел оказывается различным. Например, автомобиль движется по дороге. В автомобиле находятся люди. Люди движутся вместе с автомобилем по дороге. То есть люди перемещаются в пространстве относительно дороги. Но относительно самого автомобиля люди не движутся. В этом проявляется относительность механического движения.

Для описания движения тела всегда нужно указать, по отношению к какому телу рассматривается движение. Это тело называют телом отсчета. Покой тоже относителен.

Например, пассажир в покоем поезде смотрит на проходящий мимо поезд и не понимает, какой поезд движется, пока не посмотрит на небо или землю.

Все тела во Вселенной движутся, поэтому не существует тел, которые находятся в абсолютном покое. По той же причине определить движется тело или нет, можно только относительно какого-либо другого тела.

**Главная задача механики** – определять положение тела в пространстве в любой момент времени.

Чтобы решить эту надо иметь тело, от которого ведется отсчет координат, связать с ним систему координат и иметь прибор для измерения промежутков времени.

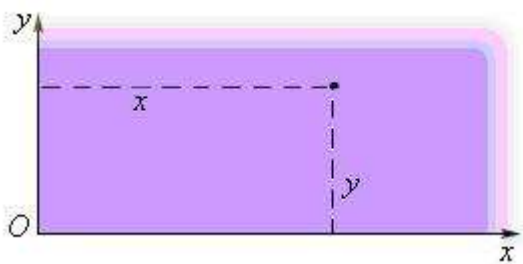
Система координат, тело отсчета, с которым она связана, и прибор для отсчета времени образуют **систему отсчета**, относительно которой и рассматривается движение тела.

**Системы координат** бывают:

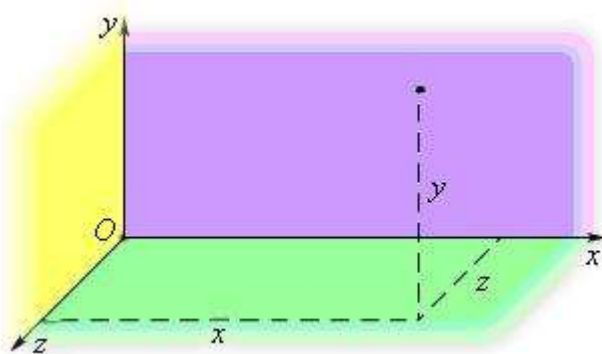
1. *одномерная* – положение тела на прямой определяется одной координатой  $x$ .



2. *двумерная* – положение точки на плоскости определяется двумя координатами  $x$  и  $y$ .



3. *трехмерная* – положение точки в пространстве определяется тремя координатами  $x$ ,  $y$  и  $z$ .



Всякое тело имеет определенные размеры. Различные части тела находятся в разных местах пространства. Однако, во многих задачах механики нет необходимости указывать положения отдельных частей тела. Если размеры тела малы по сравнению с расстояниями до других тел, то данное тело можно считать его материальной точкой. Так можно поступать, например, при изучении движения планет вокруг Солнца.

**Материальной точкой** называется тело, размерами которого в данных условиях можно пренебречь.

Понятие материальной точки играет важную роль в механике. Тело можно рассматривать как материальную точку, если его размеры малы по сравнению с расстоянием, которое оно проходит, или по сравнению с расстоянием от него до других тел.

Пример. Рассматривая движение орбитальной станции, находящейся на орбите около Земли, размеры станции можно не учитывать, а рассчитывая траекторию движения космического корабля при стыковке со станцией, без учета ее размеров не обойтись.

### Траектория движения. Путь. Перемещение.

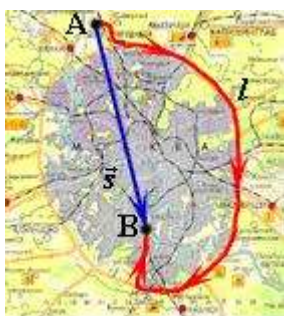
Перемещаясь с течением времени из одной точки в другую, тело (материальная точка) описывает некоторую линию, которую называют траекторией движения тела.



*Траектория движения - воображаемая или видимая линия, в каждой точке которой побывало тело в процессе своего движения (линия, по которой движется тело, называется).*

По форме траектории движение подразделяют на **прямолинейное** (траектория движения тела прямая линия) и **криволинейное** (траектория движения тела кривая линия).

При движении тела по прямолинейной траектории модуль вектора перемещения всегда совпадает с пройденным путём. При движении тела по криволинейной траектории модуль вектора перемещения всегда меньше пройденного пути



Траектория – это след, оставляемый телом. Если измерить длину этого следа, то мы измерим расстояние между двумя точками, получим физическую величину.

**Пройденный путь** - *длина траектории.*

Путь – скалярная величина.

Обозначается  $l$ , измеряется в **метрах**.

В физических задачах часто важны не пройденный телом путь, а расстояние между двумя точками траектории (например, начальной и конечной). Кратчайшее расстояние между ними называют перемещением.

**Перемещение тела** - *это направленный отрезок прямой, соединяющий начальное положение тела с его последующим положением.*

Перемещение - векторная величина.

Обозначается  $S$ , измеряется в метрах. (перемещение – вектор, модуль перемещения – скаляр)

### Равномерное прямолинейное движение. Скорость.

При рассмотрении движения тела важно как быстро изменяется его положение, т.е. как быстро изменяется координата тела.

**Скорость** - векторная физическая величина, характеризующая быстроту перемещения тела, численно равная отношению перемещения за малый промежуток времени к величине этого промежутка.

Обозначается  $v$

Формула скорости:  $v_x = S/t$

Единица измерения в СИ – м/с.

На практике используют единицу измерения скорости км/ч ( $36 \text{ км/ч} = 10 \text{ м/с}$ ).

Измеряют скорость *спидометром*.

**Равномерное движение** — это такое движение тела, при котором его скорость остается постоянной ( $v = \text{const}$ ), то есть тело все время движется с одной скоростью, а ускорения или замедления не происходит ( $a = 0$ ).

**Прямолинейное движение** — это движение, при котором траектория прямая. То есть это движение тела по прямой линии.

**Равномерное прямолинейное движение** - это движение, при котором тело за **любые** равные промежутки времени совершает одинаковые перемещения.

**Уравнение равномерного прямолинейного движения** (перемещение тела при равномерном движении):

$$S = v_x \cdot t$$

**Уравнение координаты тела при равномерном прямолинейном движении:**

$$x = x_0 + v_x \cdot t$$

### Графическое представление равномерного прямолинейного движения

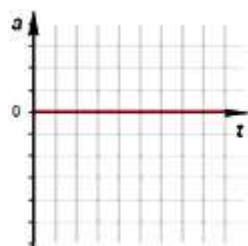
Механическое движение представляют графическим способом. Зависимость физических величин выражают при помощи функций. Обозначают:

$v(t)$  - изменение скорости со временем

$S(t)$  - изменение перемещения (пути) со временем

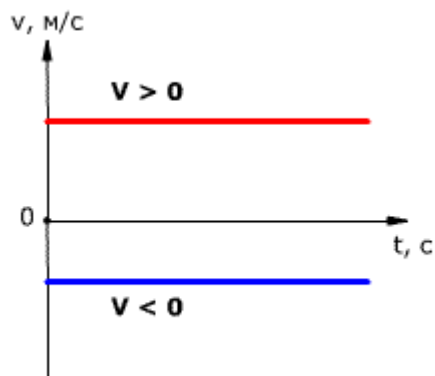
$a(t)$  - изменение ускорения со временем

**Зависимость ускорения от времени.** Так как при равномерном движении ускорение равно нулю, то зависимость  $a(t)$  - прямая линия, которая лежит на оси времени.

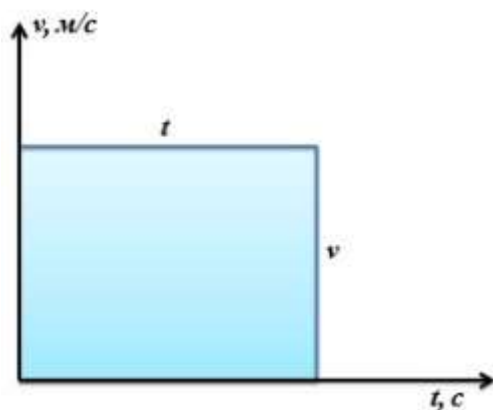


$$a = 0$$

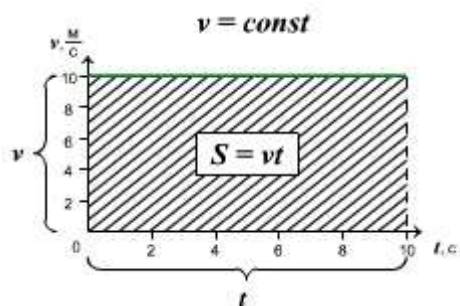
**Зависимость скорости от времени.** Так как тело движется прямолинейно и равномерно ( $v = \text{const}$ ), т.е. скорость со временем не изменяется, то график с зависимостью скорости от времени  $v(t)$  - прямая линия, параллельная оси времени.



Проекция перемещения тела численно равна площади прямоугольника под графиком скорости, так как величина вектора перемещения равна произведению вектора скорости на время, за которое было совершено перемещение.

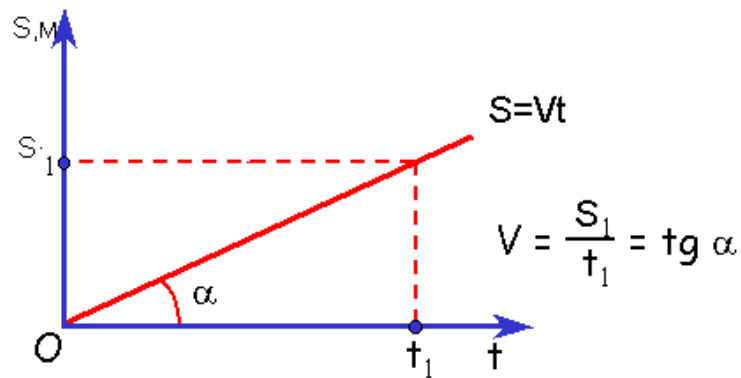


*Правило определения пути по графику  $v(t)$ :* при прямолинейном равномерном движении модуль вектора перемещения равен площади прямоугольника под графиком скорости.

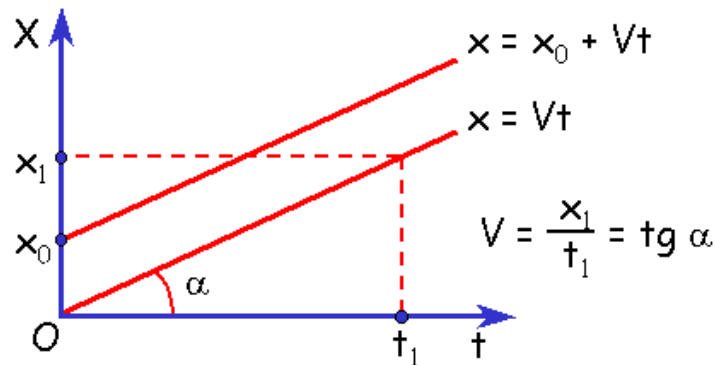


**Зависимость перемещения от времени.** График  $s(t)$  - наклонная линия:





**Зависимость координаты от времени. График  $x(t)$  - наклонная линия:**



Из графика видно, что проекция скорости равна:

$$v_x = S/t = \operatorname{tg} \alpha$$

Рассмотрев эту формулу, мы можем сказать, чем больше угол  $\alpha$ , тем быстрее движется тело и оно проходит больший путь за меньшее время.

*Правило определения скорости по графику  $s(t)$  и  $x(t)$ :* Тангенс угла наклона графика к оси времени равен скорости движения.

### **Неравномерное прямолинейное движение.**

Равномерное движение это движение с постоянной скоростью. Если скорость тела меняется, говорят, что оно движется неравномерно.

Движение, при котором тело за равные промежутки времени совершает неодинаковые перемещения, называют **неравномерным** или **переменным движением**.

Для характеристики неравномерного движения вводится понятие средней скорости.

**Средняя скорость движения** равна отношению всего пути, пройденного материальной точкой к промежутку времени, за который этот путь пройден.

$$v_{cp} = \frac{S}{t}$$

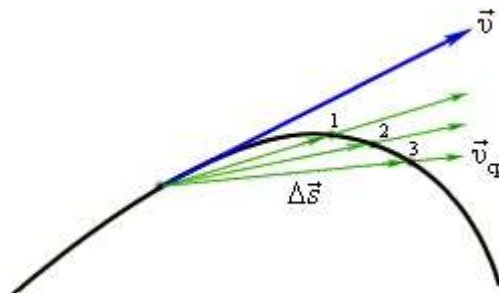
В физике наибольший интерес представляет не средняя, а **мгновенная скорость**, которая определяется как предел, к которому стремится средняя скорость за бесконечно малый промежуток времени  $\Delta t$ :

$$\vec{v} = \frac{\Delta \vec{S}}{\Delta t}; (\Delta t \rightarrow 0)$$

**Мгновенной скоростью** переменного движения называют скорость тела в данный момент времени или в данной точке траектории.

Мгновенная скорость тела в любой точке криволинейной траектории направлена по касательной к траектории в этой точке.

Различие между средней и мгновенной скоростями показано на рисунке.



Движение тела, при котором его скорость за любые равные промежутки времени изменяется одинаково, называют **равноускоренным** или **равнопеременным движением**.

**Ускорение** — это векторная физическая величина, характеризующая быстроту изменения скорости, численно равная отношению изменения скорости к промежутку времени, в течение которого это изменение произошло.

Если скорость изменяется одинаково в течение всего времени движения, то ускорение можно рассчитать по формуле:

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

Обозначения:

$v_x$  — конечная скорость тела при равноускоренном движении по прямой

$v_{0x}$  — начальная скорость тела

$a$  — ускорение тела

$t$  — время движения тела

Ускорение показывает, как быстро изменяется скорость тела. Если ускорение положительно, значит скорость тела увеличивается, движение ускоренное. Если ускорение отрицательно, значит скорость уменьшается, движение замедленное.

Единица измерения ускорения в СИ [ $\text{м/с}^2$ ].

Ускорение измеряют *акселерометром*

**Уравнение скорости** для равноускоренного движения:

$$v_x = v_{x0} + a_x t$$

**Уравнение равноускоренного прямолинейного движения** (перемещение при равноускоренном движении):

$$S_x = v_{x0}t + \frac{a_x t^2}{2}$$

Обозначения:

$S_x$  — Перемещение тела при равноускоренном движении по прямой

$v_{x0}$  — Начальная скорость тела

$v_x$  — Скорость тела при равноускоренном движении по прямой

$a_x$  — Ускорение тела

$t$  — Время движения тела

Еще формулы, для нахождения перемещения при равноускоренном прямолинейном движении, которые можно использовать при решении задач:

$$S_x = \frac{v_x^2 - v_{x0}^2}{2a_x}$$

- если известны начальная, конечная скорости движения и ускорение.

$$S_x = \frac{(v_x + v_{x0})}{2} \cdot t$$

- если известны начальная, конечная скорости движения и время всего движения

### Графическое представление неравномерного прямолинейного движения

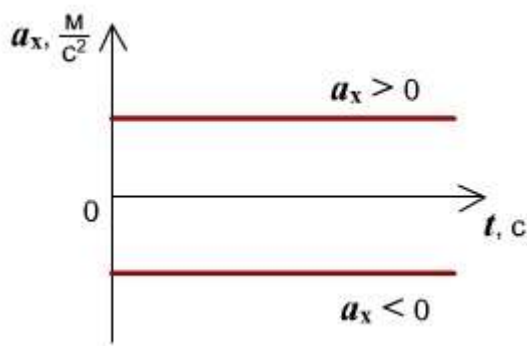
Механическое движение представляют графическим способом. Зависимость физических величин выражают при помощи функций. Обозначают:

$v(t)$  - изменение скорости со временем

$S(t)$  - изменение перемещения (пути) со временем

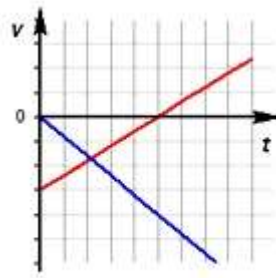
$a(t)$  - изменение ускорения со временем

**Зависимость ускорения от времени.** Ускорение со временем не изменяется, имеет постоянное значение, график  $a(t)$  - прямая линия, параллельная оси времени.



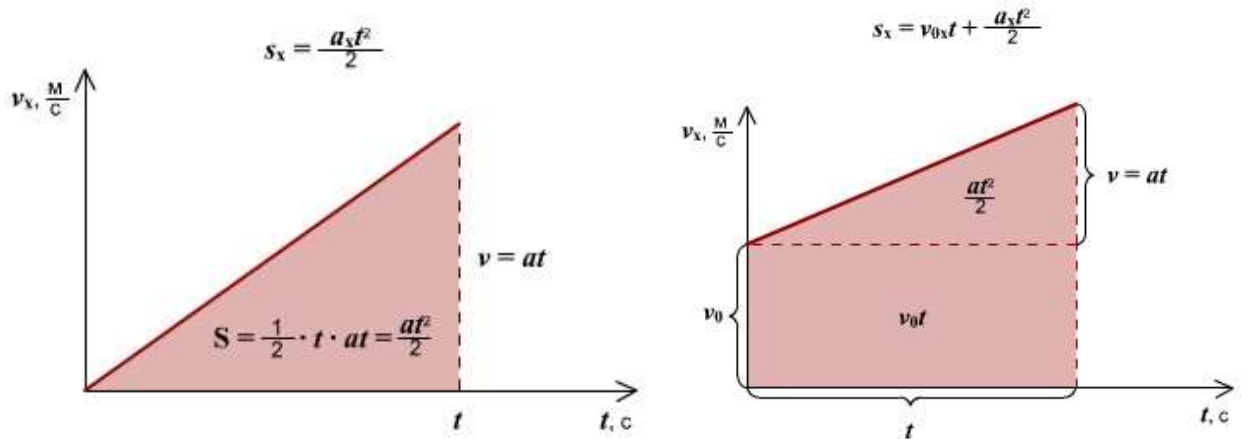
**Зависимость скорости от времени.** При равномерном движении скорость изменяется, согласно линейной зависимости  $v_x = v_{x0} + a_x t$ .

Графиком является наклонная линия.

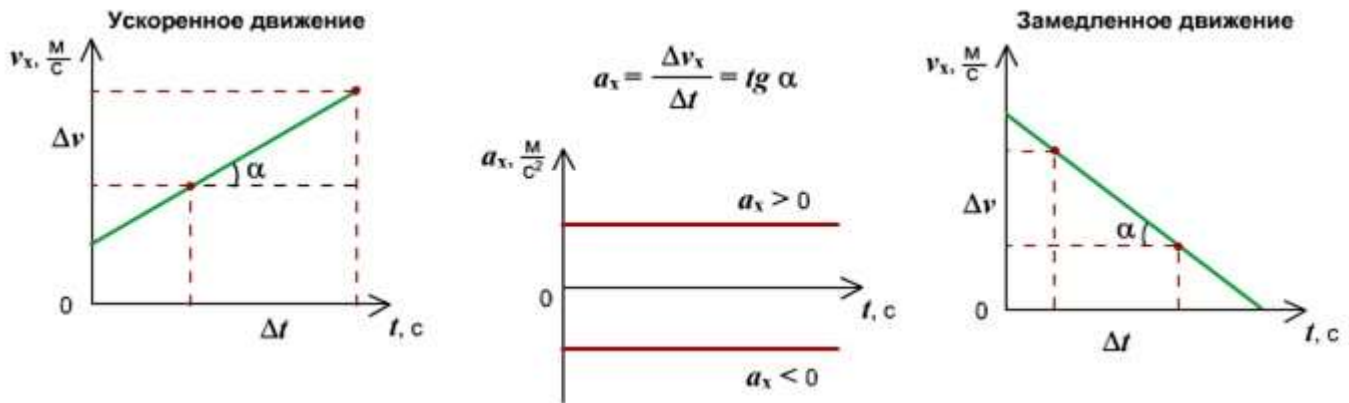


$$\bar{v} = \bar{v}_0 + \bar{a}t$$

*Правило определения пути по графику  $v(t)$* : Путь тела - это площадь треугольника (или трапеции) под графиком скорости.



*Правило определения ускорения по графику  $v(t)$* : Ускорение тела - это тангенс угла наклона графика к оси времени. Если тело замедляет движение, ускорение отрицательное, угол графика тупой, поэтому находим тангенс смежного угла.



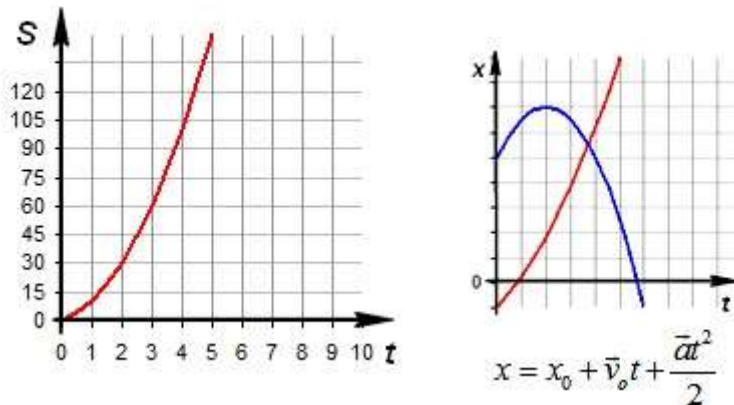
**Зависимость пути от времени.** При равноускоренном движении путь изменяется, согласно квадратичной зависимости

$$S_x = v_{x0}t + \frac{a_x t^2}{2}$$

$$x = x_0 + v_0 t + \frac{a t^2}{2}$$

В координатах зависимость имеет вид

Графиком является ветка параболы.



Свободным падением тел называют падение тел на Землю в отсутствие сопротивления воздуха (в пустоте). В конце XVI века знаменитый итальянский ученый Г. Галилей опытным путем с доступной для того времени точностью установил, что в отсутствие сопротивления воздуха все тела падают на Землю равноускоренно и что в данной точке Земли ускорение всех тел при падении одно и то же. До этого в течение почти двух тысяч лет, начиная с Аристотеля, в науке было принято считать, что тяжелые тела падают на Землю быстрее легких.

Ускорение, с которым падают на Землю тела, называется ускорением свободного падения. Вектор ускорения свободного падения обозначается символом  $g$ , он направлен по вертикали вниз. В различных точках земного шара в зависимости от географической широты и высоты над уровнем моря числовое значение  $g$  оказывается неодинаковым, изменяясь примерно от  $9,83 \text{ м/с}^2$  на полюсах до  $9,78 \text{ м/с}^2$  на экваторе. На широте Москвы  $g = 9,81523 \text{ м/с}^2$ . Обычно, если в расчетах не требуется высокая точность, то числовое значение  $g$  у поверхности Земли принимают равным  $9,8 \text{ м/с}^2$  или даже  $10 \text{ м/с}^2$ .

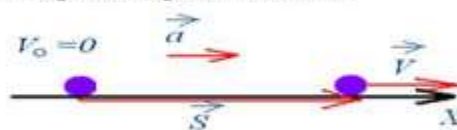
Простым примером свободного падения является падение тела с некоторой высоты  $h$  без начальной скорости. Свободное падение является прямолинейным движением с постоянным ускорением.

**Задача.** Тело, двигаясь из состояния покоя с ускорением  $0,2 \text{ м/с}^2$  достигает скорости  $36 \text{ км/ч}$ . За какое время эта скорость достигнута? Какой путь тело прошло за это время?

Дано:  
 $a = 0,2 \text{ м/с}^2$   
 $V_0 = 0$   
 $V = 36 \text{ км/ч} = 10 \text{ м/с}$   
 $t = ?$   
 $S = ?$

Решение:

Построим чертеж к задаче.



По определению ускорения

$$\vec{a} = \frac{\vec{V} - \vec{V}_0}{t} \text{ в проекции на ось } OX \quad a_x = \frac{V_x - V_{0x}}{t}$$

Найдем проекции векторов на ось  $OX$ :

$$V_{0x} = 0 \quad a_x = a \quad V_x = V \quad S_x = S$$

$$\text{Значит } a = \frac{V - V_0}{t}$$

$$\text{Выразим } t: t = \frac{V - V_0}{a} = \frac{V}{a}$$

Уравнение равноускоренного прямолинейного движения:

$$S_x = V_{0x} t + \frac{a_x t^2}{2} \quad S = V_0 t + \frac{at^2}{2} \quad \text{т.к. } V_0 = 0, \text{ то } S = \frac{at^2}{2}$$

Подставим значения:

$$t = \frac{10 \text{ м/с}}{0,2 \text{ м/с}^2} = 50 \text{ с}$$

$$S = \frac{0,2 \text{ м/с}^2 \cdot (50 \text{ с})^2}{2} = 250 \text{ м}$$

Ответ:  $t = 50 \text{ с}$ ,  $S = 250 \text{ м}$ .