



# Кинематика

“Практикум по решению теоретических и экспериментальных задач по физике”

*Кустова Евгения Владимировна*

ассистент кафедры общей и экспериментальной физики АлтГУ  
эксперт по проверке ГИА Алтайского края по физики



# Физика

1. Механика (Кинематика, Статика, Динамика, Законы сохранения)
2. Молекулярная физика (Термодинамика, МКТ)
3. Электричество (Электродинамика, Электростатика, Поля)
4. Ядерная и квантовая физика



# Кинематика

**Кинематикой** называют раздел механики, в котором движение тел рассматривается без выяснения причин этого движения.

А что тогда такое **механическое движение**?



# Кинематика

**Кинематикой** называют раздел механики, в котором движение тел рассматривается без выяснения причин этого движения.

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



## Основные понятия механики

Всякое тело имеет определенные размеры. 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 **материальной точкой**. Так при движении автомобиля на большие расстояния можно пренебречь его длиной, так как длина автомобиля мала по сравнению с расстояниями, которое он проходит.



# Основные понятия механики

Траектория-?

Путь-?

Перемещение-?



## Основные понятия механики

**Траектория**-линия по которой движется тело.

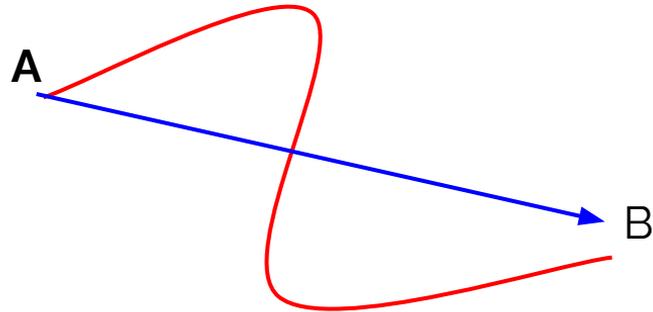
**Путь**-длина траектории.

**Перемещение**-вектор, соединяющий начальное и конечное положение тела.



## Основные понятия механики

Траектория



Путь

Перемещение

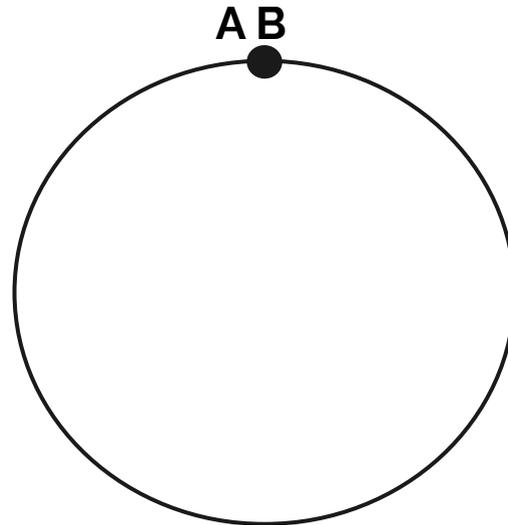


## Основные понятия механики

Траектория-?

Путь-?

Перемещение-?



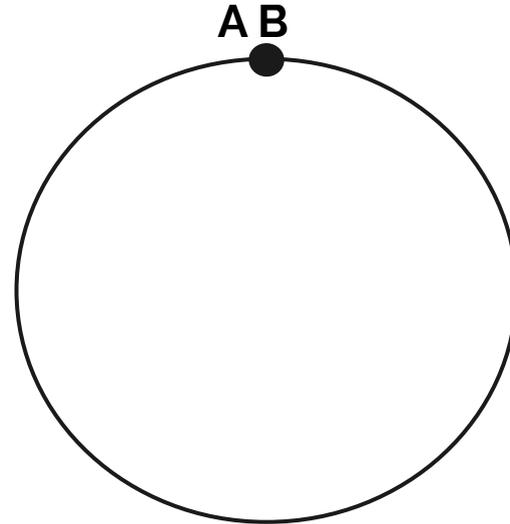


## Основные понятия механики

Траектория- окружность

Путь- $2\pi R$

Перемещение-0





## Основные величины

1. Скорость
2. Время
3. Путь
4. Ускорение
5. Координата



# Скорость

**Скорость** – векторная величина, характеризующая быстроту перемещения тела в пространстве. Скорость бывает средней и мгновенной. Мгновенная скорость описывает движение в данный конкретный момент времени в данной конкретной точке пространства, а средняя скорость характеризует все движение в целом, в общем, не описывая подробности движения на каждом конкретном участке.

$$[v]=[м/с]$$



## Скорость

**Средняя скорость пути** – это отношение всего пути ко всему времени движения:

$$v_{\text{ср. пути}} = \frac{L_{\text{полн}}}{t_{\text{полн}}} = \frac{L_1 + L_2 + L_3 + \dots}{t_1 + t_2 + t_3 + \dots}$$



# Скорость

**Средняя скорость перемещения** – это отношение всего перемещения ко всему времени движения

$$\left| \vec{v}_{\text{ср. перемещения}} \right| = \frac{\left| \vec{S}_{\text{полн}} \right|}{t_{\text{полн}}}$$

Эта величина направлена так же, как и полное перемещение тела.. При этом не забывайте, что полное перемещение не всегда равно алгебраической сумме перемещений на определённых этапах движения. Вектор полного перемещения равен векторной сумме перемещений на отдельных этапах движения.



## Скорость

- При решении задач по кинематике не совершайте очень распространенную ошибку. Средняя скорость, как правило, не равна среднему арифметическому скоростей тела на каждом этапе движения. Среднее арифметическое получается только в некоторых частных случаях.
- И уж тем более средняя скорость не равна одной из скоростей, с которыми двигалось тело в процессе движения, даже если эта скорость имела примерно промежуточное значение относительно других скоростей, с которыми двигалось тело.



## Равномерное движение

$$a=0$$

$$v=\text{const}$$

$$S=vt \text{ [м]}$$

$$t=S/v \text{ [с]}$$

$$v=S/t \text{ [м/с]}$$

$$X=X_0+S$$



Машина движется по шоссе с постоянной скоростью  $25\text{ м/с}$ .  
Определите на каком расстоянии от первоначального машина  
будет находиться через 15 мин.

Машина движется по шоссе с постоянной скоростью 25м/с. Определите на каком         расстоянии от первоначальной машина будет находиться через 15 мин.

**Дано:**

$$v=25 \text{ м/с}$$

$$t=15 \text{ мин}$$

**Найти:**

$$S=?$$

**СИ:**

$$900\text{с}$$

**Решение:**

$$S=vt;$$

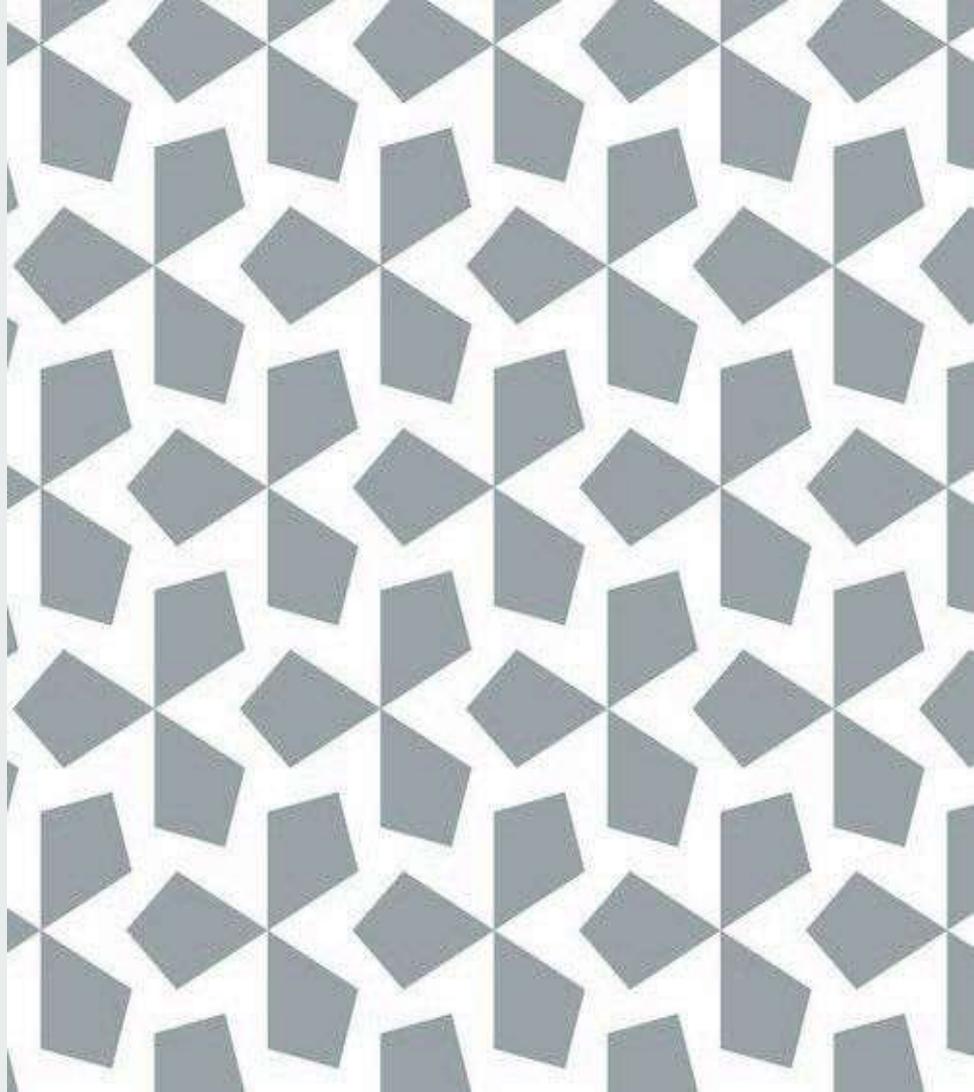
$$S= 25 \text{ м/с} * 900\text{с} = 22500 \text{ м}$$

**Ответ:** 22500 м



## Равноускоренное движение

$$a = \text{const}$$





# Ускорение

**Ускорение** – векторная физическая величина, определяющая быстроту изменения скорости тела. Ускорением тела называют отношение изменения скорости к промежутку времени, в течение которого происходило изменение скорости:

$$a = \frac{\Delta v}{\Delta t} = \frac{v - v_0}{t}$$



## Ускорение

Равноускоренное движение бывает собственно ускоренным, когда тело увеличивает скорость движения, и замедленным, когда скорость уменьшается. Для простоты решения задач удобно для замедленного движения брать ускорение со знаком «-».



## Конечная скорость

Из предыдущей формулы, следует другая более распространенная формула, описывающая **изменение скорости со временем** при равноускоренном движении:

$$v = v_0 + at$$



# Перемещение

**Перемещение (но не путь)** при равноускоренном движении рассчитывается по формулам:

$$S = v_0 t + \frac{at^2}{2}$$

$$S = \frac{v^2 - v_0^2}{2a}$$

$$S = v_{\text{cp}} t = \frac{v + v_0}{2} t$$



## Средняя скорость

В последней формуле использована одна особенность равноускоренного движения. При равноускоренном движении среднюю скорость можно рассчитывать, как среднее арифметическое начальной и конечной скоростей (этим свойством очень удобно пользоваться при решении некоторых задач):

$$v_{\text{ср}} = \frac{v + v_0}{2}$$



## Путь

Если тело не меняло направления движения, то при равноускоренном прямолинейном движении путь численно равен перемещению. А если меняло – надо отдельно считать путь до остановки (момента разворота) и путь после остановки (момента разворота). А просто подстановка времени в формулы для перемещения в этом случае приведет к типичной ошибке.



## Координата

**Координата** при равноускоренном движении изменяется по закону:

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

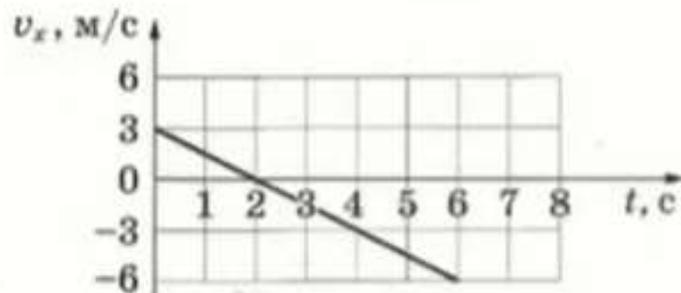


## Тормозной путь

Формула для тормозного пути тела:

$$s_{\text{торм}} = \frac{v_0^2}{2a}$$

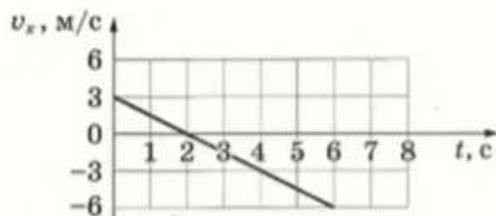
- 1 На рисунке приведён график зависимости проекции скорости  $v_x$  от времени  $t$  для тела, движущегося прямолинейно по оси  $x$ . Определите проекцию ускорения тела  $a_x$ .



Ответ: \_\_\_\_\_ м/с<sup>2</sup>.

1

На рисунке приведён график зависимости проекции скорости  $v_x$  от времени  $t$  для тела, движущегося прямолинейно по оси  $x$ . Определите проекцию ускорения тела  $a_x$ .

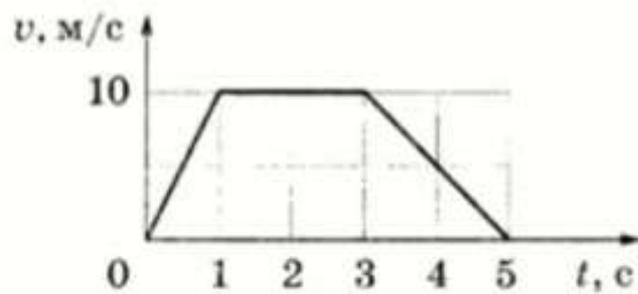


Ответ:     -1,5     м/с<sup>2</sup>.

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

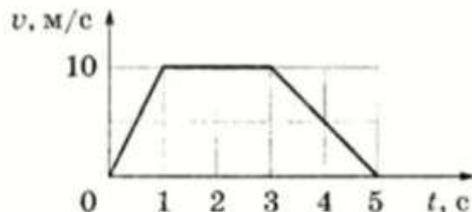
$$a_x = \frac{-6 \frac{м}{с} - 3 \frac{м}{с}}{6с} = -1,5 \frac{м}{с^2}$$

На рисунке представлен график зависимости скорости  $v$  тела от времени  $t$ . Определите среднюю скорость тела в интервале времени от 0 до 5 с после начала движения.



Ответ: \_\_\_\_\_ м/с.

На рисунке представлен график зависимости скорости  $v$  тела от времени  $t$ . Определите среднюю скорость тела в интервале времени от 0 до 5 с после начала движения.



Ответ: 7 м/с.

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



*Путь, пройденный телом, численно равен площади фигуры под линией графика зависимости проекции скорости тела от времени*

$$l = l_1 + l_2 + l_3 \quad \Rightarrow \quad l = \frac{10 \cdot 1}{2} + 10 \cdot 2 + \frac{10 \cdot 2}{2} = 35 \text{ м}$$

$$v_{cp} = \frac{35 \text{ м}}{5 \text{ с}} = 7 \frac{\text{м}}{\text{с}}$$



Расход воды в канале за секунду составляет 0,27 м<sup>3</sup>.  
Найти скорость воды при ширине канала 1,5 м и глубине  
воды 0,6 м.

Чтобы решить эту задачу посмотрите на рисунок.

За одну секунду вода в канале пройдет расстояние, равное  $vt$ . Объем получившегося на рисунке параллелепипеда равен известному нам объему воды  $V$ , проходящего через сечение канала за 1 секунду. Значит верно следующее выражение:

$$V = LHvt \Rightarrow v = \frac{V}{LHt}$$

$$v = \frac{0,27}{1,5 \cdot 0,6 \cdot 1} = 0,3 \text{ м/с}$$

