

Тема урока:

***Основные понятия и
уравнения кинематики.***

Цель урока: повторить основные понятия кинематики – траектория, ускорение, скорость, пройденный путь и перемещение.

План

1. Что изучает механика? Её основная задача.
2. Кинематика. Основные понятия:
 - A. тело отсчета, система координат, система отсчета
 - B. закон независимости движений
 - C. материальная точка и абсолютно твердое тело
 - D. поступательное и вращательное движение
 - E. траектория, путь, перемещение
 - F. скорость
 - G. ускорение
3. Классификация механических движений.
4. Основные уравнения.
5. Графики движений.

Что изучает механика?

Её основная задача.

- Раздел физики – *механика* занимается изучением механического движения тел. *Механическим движением* называется изменение положения тела (в пространстве) относительно других тел с течением времени.
- *Основная задача механики* заключается в определении положения тела в любой момент времени.



Кинематика. Основные

ПОНЯТИЯ:

- Механика состоит из двух основных разделов: *кинематики* и *динамики*.

Раздел, который не рассматривает причин возникновения механического движения и описывает только его геометрические свойства называется *кинематикой*. В кинематике используются такие понятия как траектория, путь и перемещение, скорость и ускорение.



ОТНОСИТЕЛЬНОСТЬ ДВИЖЕНИЯ. СИСТЕМА ОТСЧЕТА.

- Чтобы описать механическое движение тела (точки), нужно знать его координаты в любой момент времени. Для определения координат следует выбрать *тело отсчета* и связать с ним *систему координат*. Часто телом отсчета служит Земля, с которой связывается прямоугольная декартова система координат. Для определения положения точки в любой момент времени необходимо также задать начало отсчета времени.
- Система координат, тело отсчета, с которым она связана, и прибор для измерения времени образуют *систему отсчета*, относительно которой рассматривается движение тела



Закон независимости движений

- Движение реальных тел, как правило, сложное. Поэтому для упрощения рассмотрения движений пользуются **законом независимости движений**: всякое сложное движение можно представить как сумму независимых простейших движений.
- К простейшим движениям относятся *поступательное* и *вращательное*. В физике широко пользуются моделями, которые позволяют из всего многообразия физических свойств выбрать главное, определяющее данное физическое явление. Одним из первых моделей реальных тел являются *материальная точка* и *абсолютно твердое тело*.




МАТЕРИАЛЬНАЯ ТОЧКА И АБСОЛЮТНО ТВЕРДОЕ ТЕЛО.

- Тело, размерами которого в данных условиях движения можно пренебречь, называют **материальной точкой**. Тело можно рассматривать как материальную точку, если его размеры малы по сравнению с расстоянием, которое оно проходит, или по сравнению с расстояниями от него до других тел.
- **Абсолютно твердым телом** называется тело, расстояние между любыми двумя точками которого остается постоянным при его движении. Эти модели позволяют исключить деформацию тел при движении.



Поступательное и вращательное движение.

- **Поступательным** называется движение, при котором отрезок, соединяющий любые две точки твердого тела, перемещается при движении параллельно самому себе. Из этого следует, что все точки тела при поступательном движении движутся одинаково, т.е. с одинаковыми скоростями и ускорениями.
- **Вращательным** называется движение, при котором все точки абсолютно твёрдого тела движутся по окружностям, центры которых лежат на одной прямой, называемой осью вращения, причем эти окружности лежат в плоскостях, перпендикулярных оси вращения. Пользуясь **законом независимости движений**, сложное движение твёрдого тела можно рассматривать как сумму поступательного  и вращательных движений.

Поступательное движение

Выберите верное утверждение о поступательном движении:

1. Поступательное движение – это движение тела, при котором отрезок прямой, соединяющий две любые точки, принадлежащие этому телу, перемещается, оставаясь параллельным самому себе.
2. При поступательном движении все точки твердого тела движутся одинаково, описывают одинаковые траектории и в каждый момент времени имеют одинаковые скорости и ускорения.
3. Движение парашютиста вниз является примером поступательного движения.
4. Луна вокруг Земли движется поступательно.

ТРАЕКТОРИЯ, ПУТЬ, ПЕРЕМЕЩЕНИЕ

- *Траекторией движения* называется линия, вдоль которой движется тело. Длина траектории называется *пройденным путем*. *Путь* – скалярная физическая величина, сумма длин отрезков траектории, может быть только положительным.
- *Перемещением* называется вектор, соединяющий начальную и конечную точки траектории.

ПРИМЕРЫ:

пройденный путь - $\overline{\square}$

вектор перемещения - S

a и b – начальная и конечная точки пути

при криволинейном движении тела.

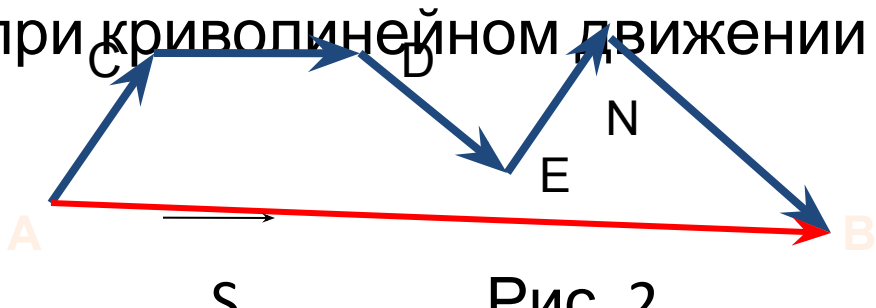


Рис. 2

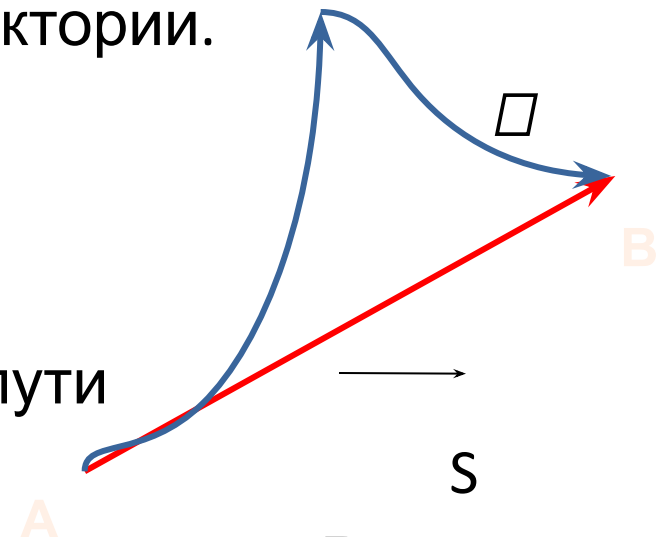
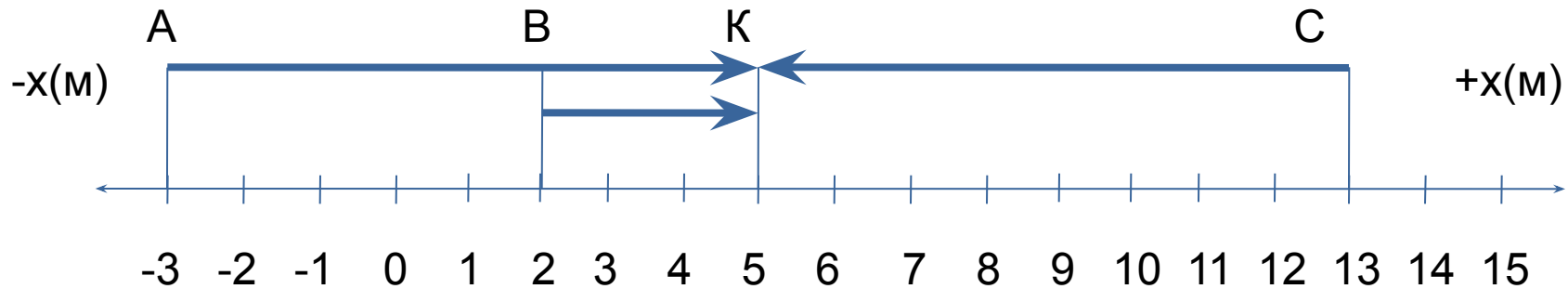


Рис. 1
ACDENB – траектория
вектор перемещения - S



ПРИМЕР ВЕКТОРА ПЕРЕМЕЩЕНИЯ



Перемещение – есть разность между конечным и начальным

положением и обозначается $\vec{\Delta x}$:

$$\vec{\Delta x} = x_{\text{кон}} \vec{e}_x - x_{\text{нач}} \vec{e}_x$$

Перемещение тела, находившегося в точке А : $\vec{\Delta \vec{O}}_A = 5 - (-3) = 8 \vec{i}$

Перемещение тела, находившегося в точке В : $\vec{\Delta \vec{O}}_B = 5 - 2 = 3 \vec{i}$

Перемещение тела, находившегося в точке С : $\vec{\Delta \vec{O}}_C = 5 - 13 = -8 \vec{i}$

Разница между перемещением и путем состоит в том, что путь не может быть равным нулю, тогда как перемещение может равняться нулю.



Скорость

- Характер движения тела определяется его скоростью. Если скорость постоянна, то движение называют *равномерным* и уравнение движения выглядит следующим образом:

$$\mathcal{V} = \frac{\vec{s}}{t} \quad [\text{м/с}^2]$$
$$\mathcal{V} = \sqrt{\mathcal{V}_x^2 + \mathcal{V}_y^2}$$

- Модуль скорости равен:
- Если скорость увеличивается на одинаковую величину за одинаковые промежутки времени, то движение называется *равноускоренным*.
- Если скорость уменьшается на одинаковую величину за одинаковые промежутки времени, то движение называется *равнозамедленным*. Такие виды движений называют *равнопеременным движением*.



СРЕДНЯЯ И МГНОВЕННАЯ СКОРОСТИ

- Быстрота изменения положения материальной точки в пространстве с течением времени характеризуется **средней и мгновенной скоростями.**
- **Средняя скорость** – векторная величина, равная отношению перемещения к промежутку времени, за которое это перемещение произошло:

$$V_{\text{ср}} = \Delta s / \Delta t.$$

- **Мгновенной скоростью** называется предел отношения перемещения Δs к промежутку времени Δt , за которое это перемещение произошло, при стремлении Δt к нулю:

$$V_{\text{мгн}} = \lim_{\Delta t \rightarrow 0} \Delta s / \Delta t.$$



СЛОЖЕНИЕ СКОРОСТЕЙ

- Рассмотрим перемещение тела в подвижной системе координат. Пусть S_1 - перемещение тела в подвижной системе координат, S_2 - перемещение подвижной системы координат относительно неподвижной, тогда S - перемещение тела в неподвижной системе координат равно:
$$\overset{\Delta}{S} = \overset{\Delta}{S}_1 + \overset{\Delta}{S}_2$$

- Если перемещения S_1 и S_2 совершаются одновременно, то:

$$\frac{\overset{\Delta}{S}}{\overset{\Delta}{t}} = \frac{\overset{\Delta}{S}_1}{\overset{\Delta}{t}} + \frac{\overset{\Delta}{S}_2}{\overset{\Delta}{t}}$$

- Таким образом

$$\overset{\Delta}{V} = \overset{\Delta}{V}_1 + \overset{\Delta}{V}_2$$

т.е скорость тела относительно неподвижной системы отсчета равна сумме скорости тела в подвижной системе отсчета и скорости подвижной системы отсчета относительно неподвижной. Это утверждение называется **классическим законом сложения скоростей**.



Ускорение

- Величина изменения скорости за единицу времени есть **ускорение**:

$$\vec{a} = \frac{\overrightarrow{\Delta \mathcal{V}}}{\overrightarrow{\Delta t}} = \frac{\vec{\mathcal{V}}_2 - \vec{\mathcal{V}}_1}{t_2 - t_1}$$

- В процессе движения скорость может измениться, отсутствие изменения скорости приводит к отсутствию ускорения.
- неподвижное тело, либо тело движущее с постоянной скоростью обладает нулевым ускорением.
- Ускорение определяет на сколько скорость увеличилась при равноускоренном движении, и насколько уменьшилась при равнозамедленном движении за 1 секунду.



Например:

- Велосипедист движется с ускорением $a=5\text{м/с}^2$, тогда через каждую секунду его скорость будет принимать значения:

$$v = a * t = 5 * 1 = 5\text{м/с}$$

$$v = a * t = 5 * 2 = 10\text{м/с}$$

$$v = a * t = 5 * 3 = 15\text{м/с}$$

Среднее и мгновенное ускорение

- Величина, характеризующая быстроту изменения скорости, называется **ускорением**.
- **Среднее ускорение** – величина, равная отношению изменения скорости к промежутку времени, за которое это изменение произошло:

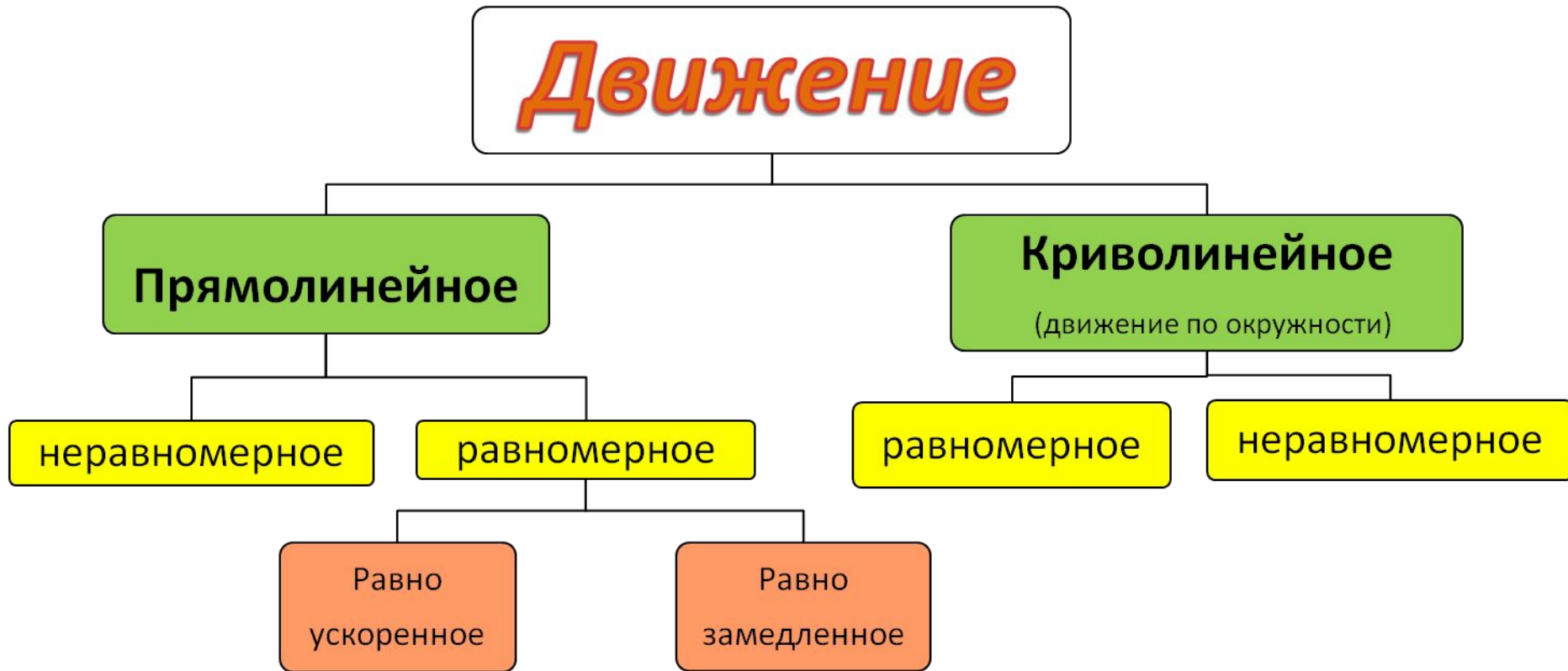
$$a_{\text{ср}} = \Delta v / \Delta t.$$

- Если v_1 и v_2 – мгновенные скорости в моменты времени t_1 и t_2 , то $\Delta v = v_2 - v_1$, $\Delta t = t_2 - t_1$.
- **Мгновенное ускорение** - ускорение тела в данный момент времени. Это физическая величина, равная пределу отношения изменения скорости к промежутку времени, за которое это изменение произошло, при стремлении промежутка времени к нулю:

$$a_{\text{мгн}} = \lim_{\Delta t \rightarrow 0} \Delta v / \Delta t.$$



Классификация механических движений



Основные уравнения.

ДВИЖЕНИЕ	СКОРОСТЬ	УСКОРЕНИЕ	ПРОЙДЕННЫЙ ПУТЬ	КООРДИНАТЫ
РАВНОМЕРНОЕ	$\mathcal{V} = \frac{S}{t}$ $\mathcal{V} - const$	$a = 0$	$S = \mathcal{V}t$	$x = x_0 + \mathcal{V}t$
РАВНОУСКОРЕННОЕ	$\mathcal{V} = \mathcal{V}_0 + at$ $\mathcal{V}^2 = \mathcal{V}_0^2 + 2aS$	$a = \frac{\mathcal{V} - \mathcal{V}_0}{t}$	$S = \mathcal{V}_0t + \frac{at^2}{2}$	$x = x_0 + \mathcal{V}_0t + \frac{at^2}{2}$
РАВНОЗАМЕДЛЕННОЕ	$\mathcal{V} = \mathcal{V}_0 - at$ $\mathcal{V}^2 = \mathcal{V}_0^2 - 2aS$	$a = \frac{\mathcal{V}_0 - \mathcal{V}}{t}$	$S = \mathcal{V}_0t - \frac{at^2}{2}$	$x = x_0 + \mathcal{V}_0t - \frac{at^2}{2}$



Равномерное движение

График зависимости x от t

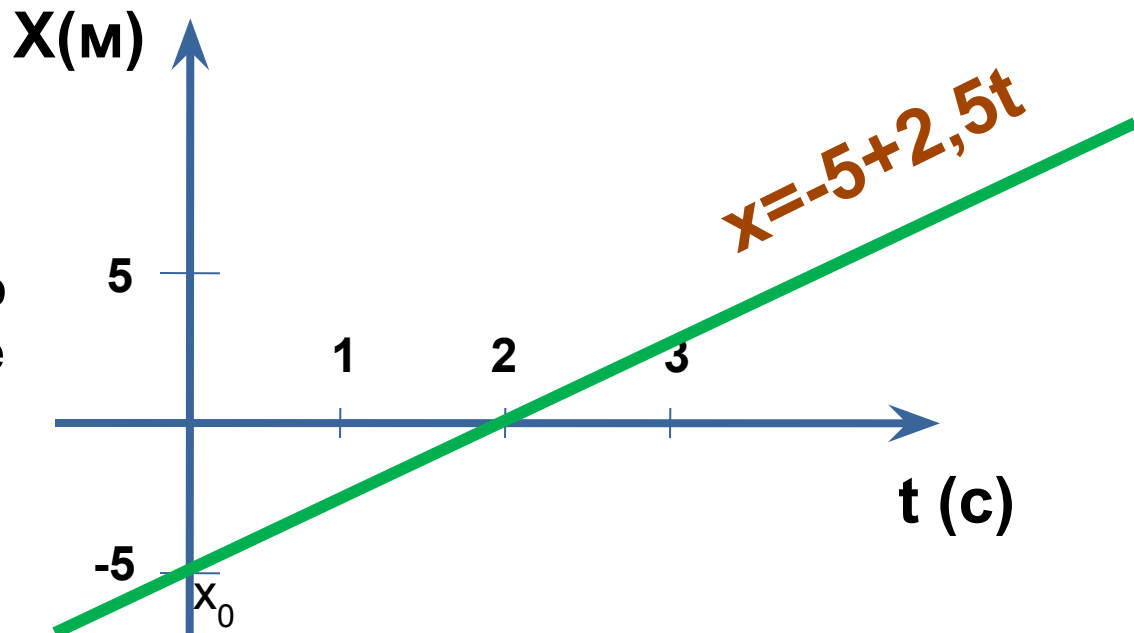
- Уравнение прямой в координатах x, t в общем случае имеет вид:

$$y = b + kt$$

- b – это отрезок на оси Ox , отсекаемой прямой;
- k – тангенс угла наклона прямой к оси Ot

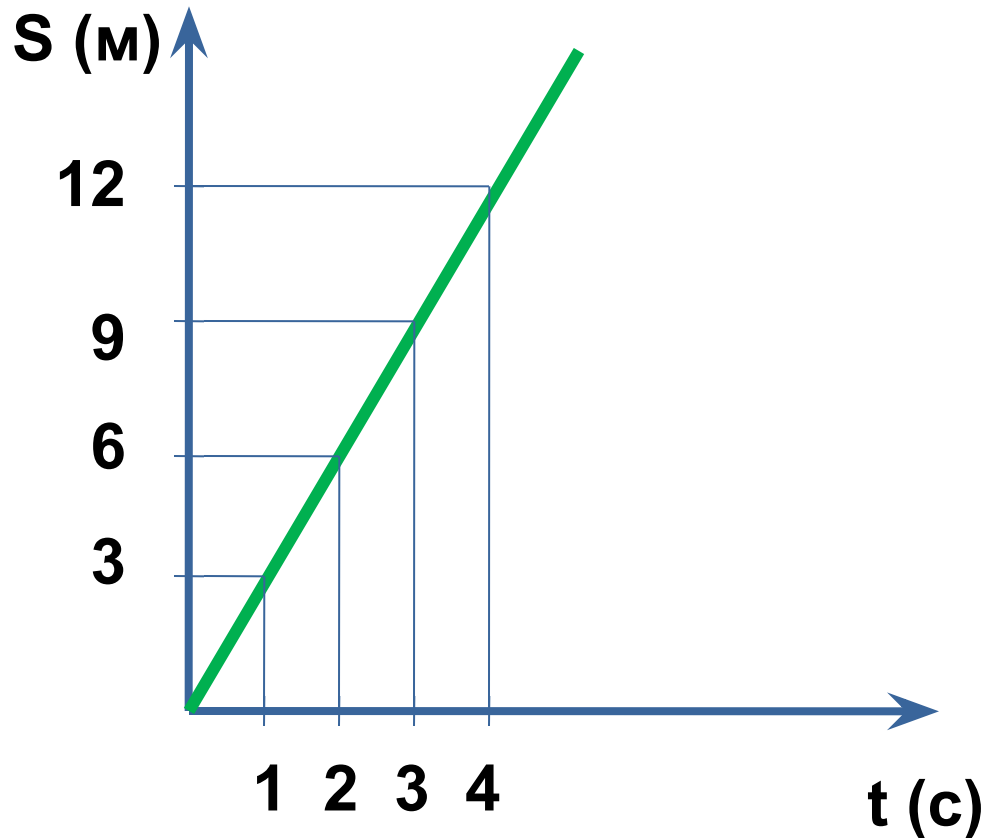
Пример:

По графику можно записать уравнение движения тела.



Равномерное движение

График зависимости S от t



Пример

По графику можно определить:

1. *Скорость движения*, которая определяется тангенсом угла наклона прямой к оси **Ot** -

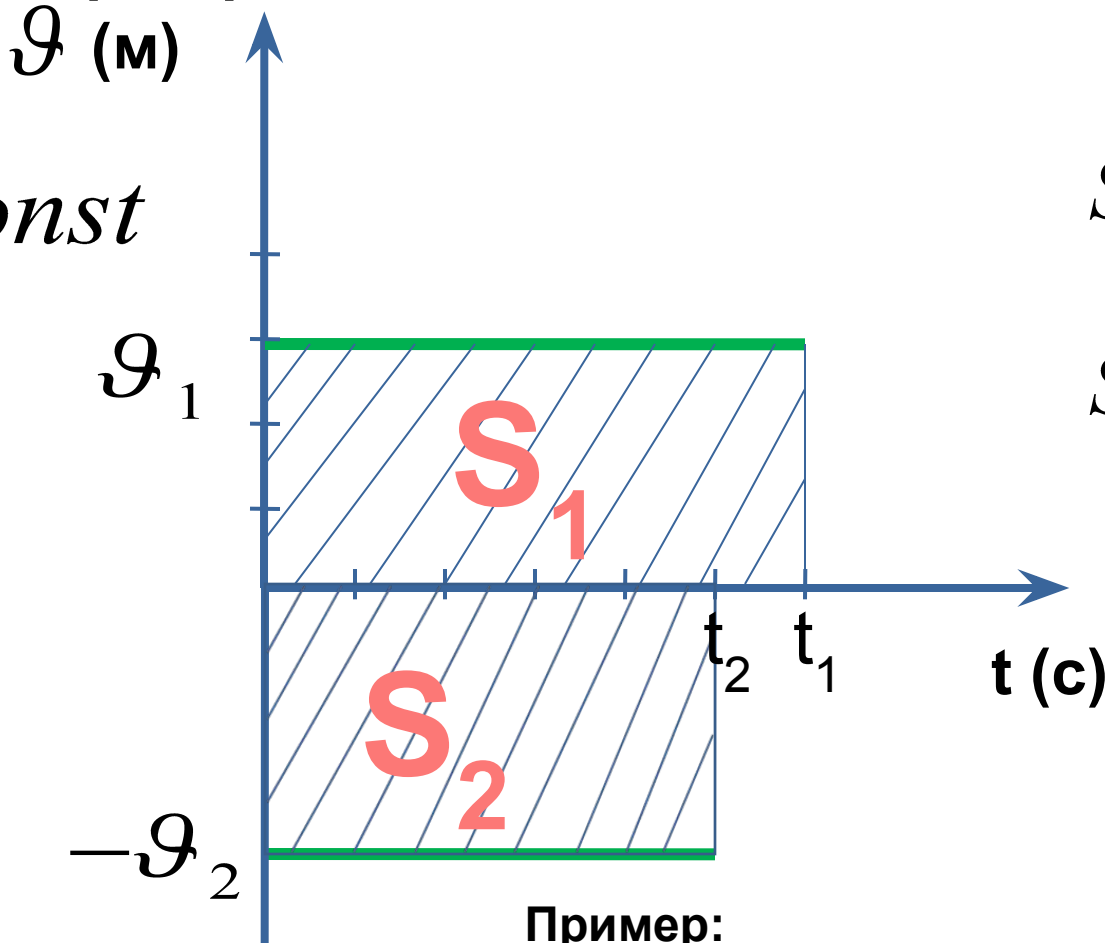
$$v = \frac{\Delta S}{\Delta t} = 3 \text{ м} / \text{с}$$

2. *Путь*, пройденный телом за определенный интервал времени. Например путь, пройденный велосипедистом за интервал времени от $t_1=1\text{с}$ до $t_2=4\text{с}$ равен $S=S_2-S_1=12-3=9\text{м}$



Равномерное движение

График зависимости s от t



$$s = const$$

$$a = 0$$

$$S_1 = s_1 * t_1$$

$$S_2 = s_2 * t_2$$

Пример:

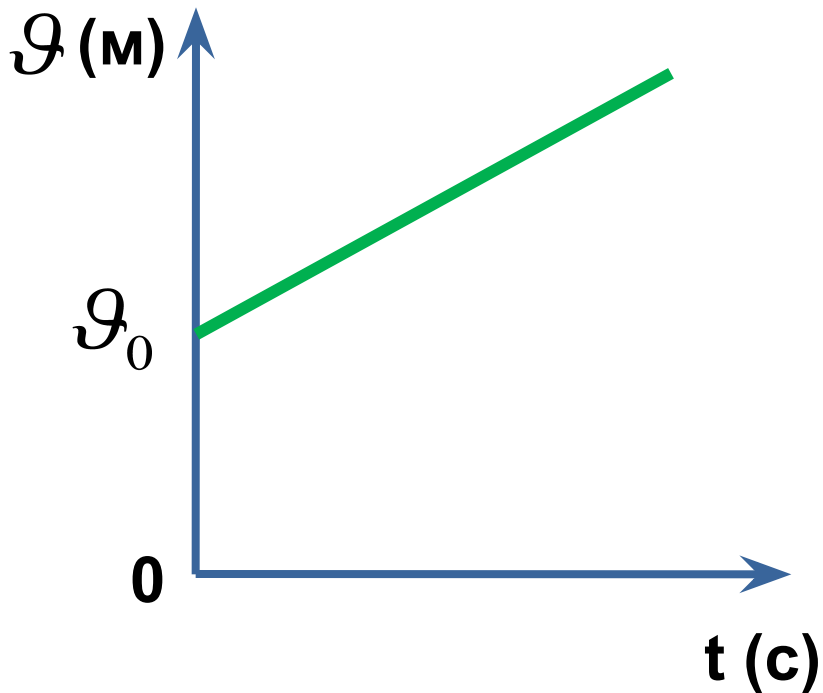
По графику можно определить проекцию перемещения S_1 , S_2 . В 1м случае проекция на ось положительна, во втором отрицательна. В обоих случаях проекция перемещения численно равна площади прямоугольников.



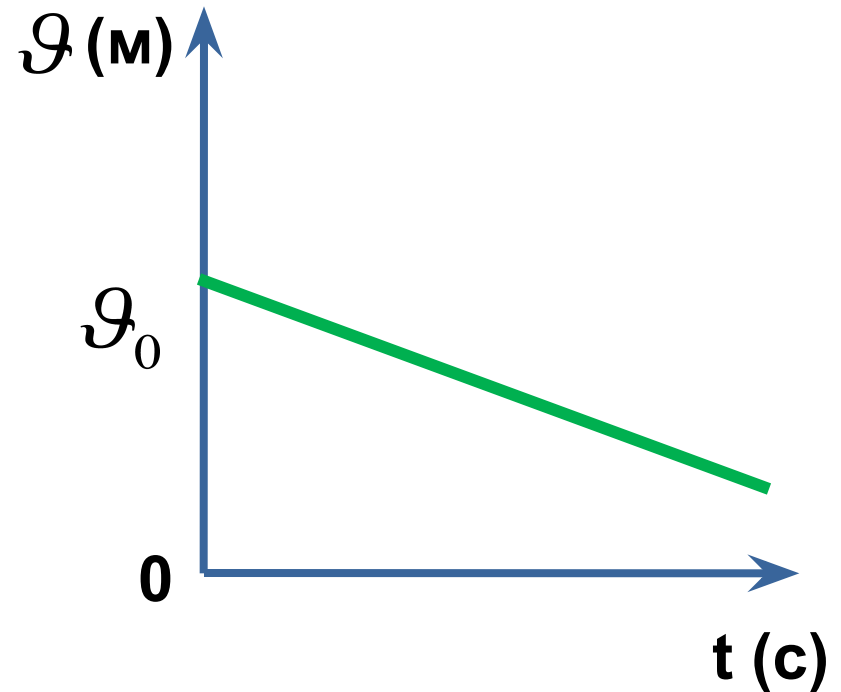
Равноускоренное движение

Скорость $v = v_0 + at$

- График при $a \downarrow \downarrow v_0$



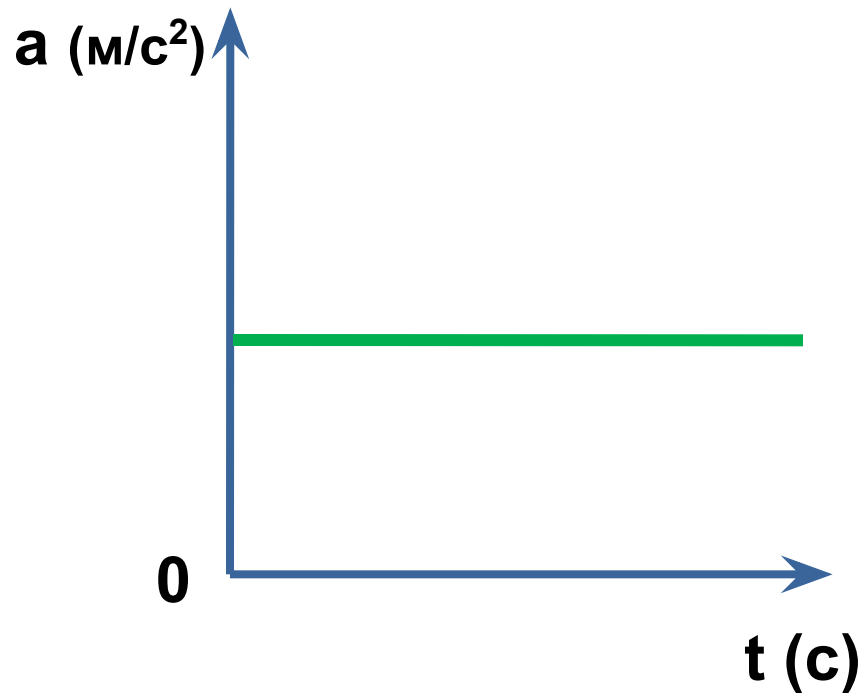
- График при $a \downarrow \uparrow v_0$



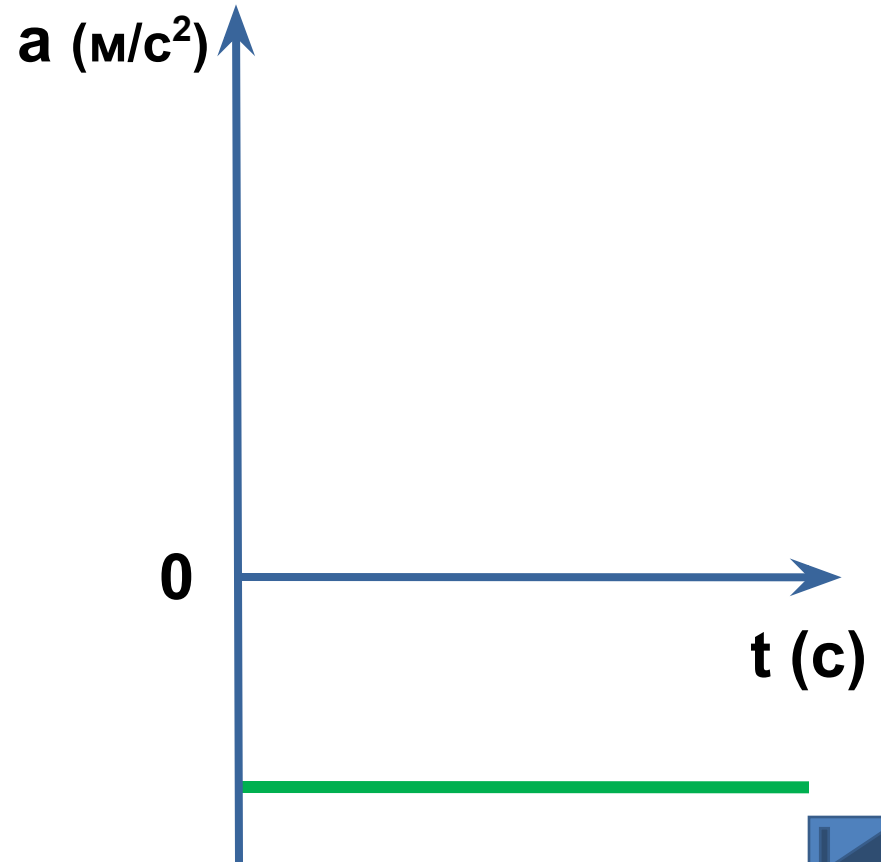
Равноускоренное движение

$$\text{Ускорение } a = \frac{v - v_0}{t}$$

- График при $\overset{\nabla}{a} \downarrow \downarrow \overset{\nabla}{v}_0$



- График при $\overset{\nabla}{a} \downarrow \uparrow \overset{\nabla}{v}_0$

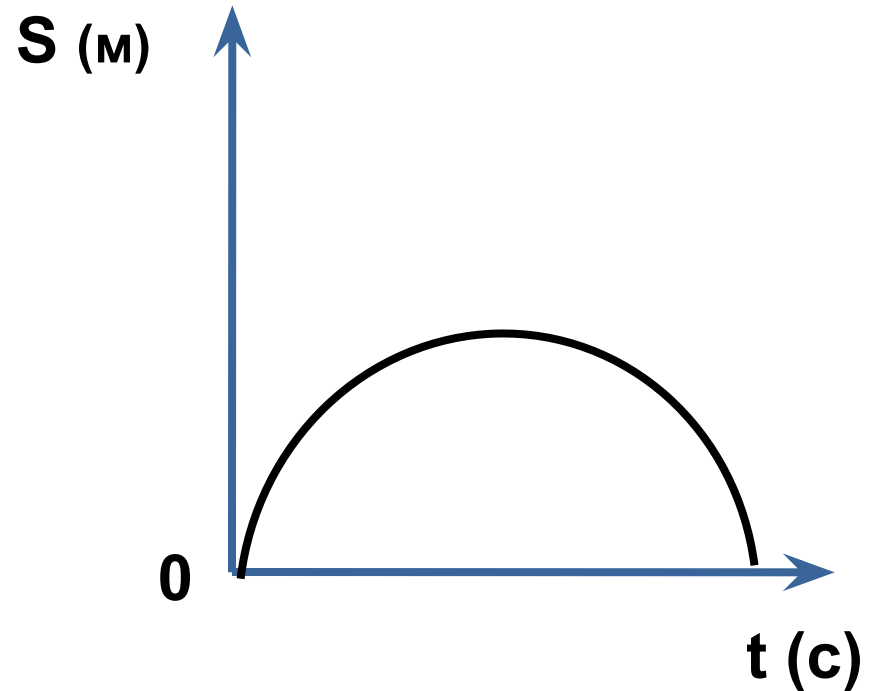
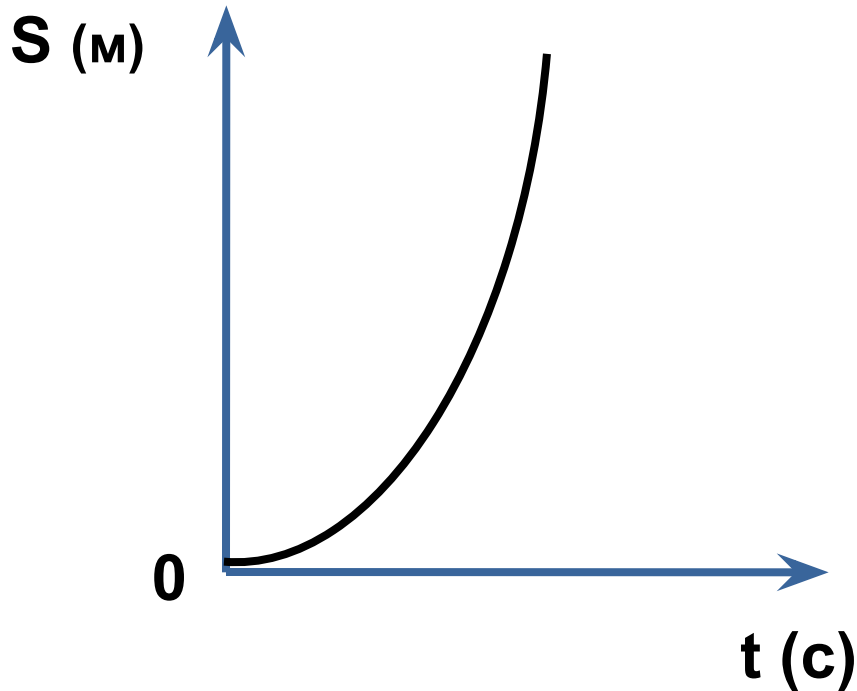


Равноускоренное движение

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

- График при $\vec{a} \downarrow \downarrow \vec{v}_0$

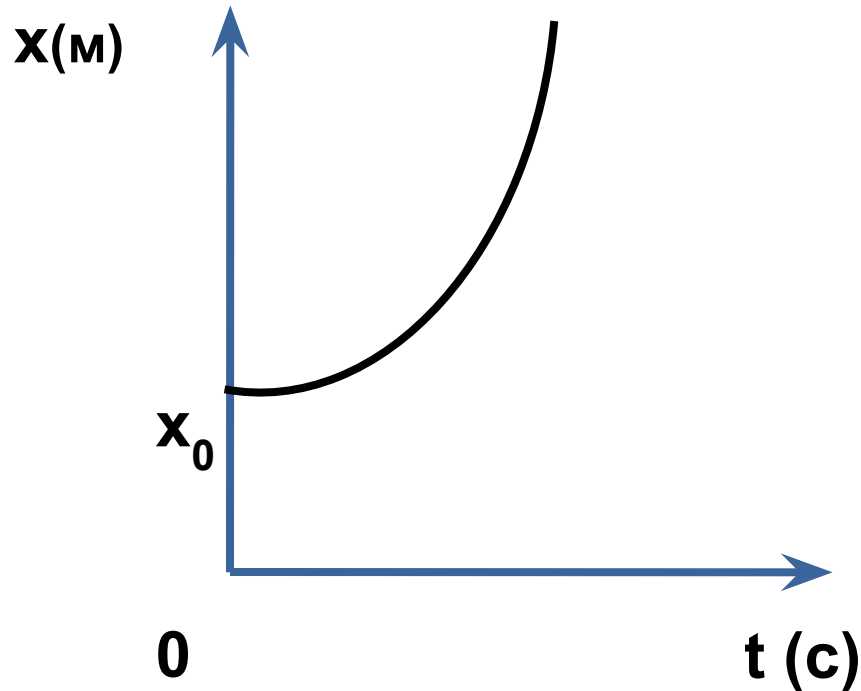
- График при $\vec{a} \downarrow \uparrow \vec{v}_0$



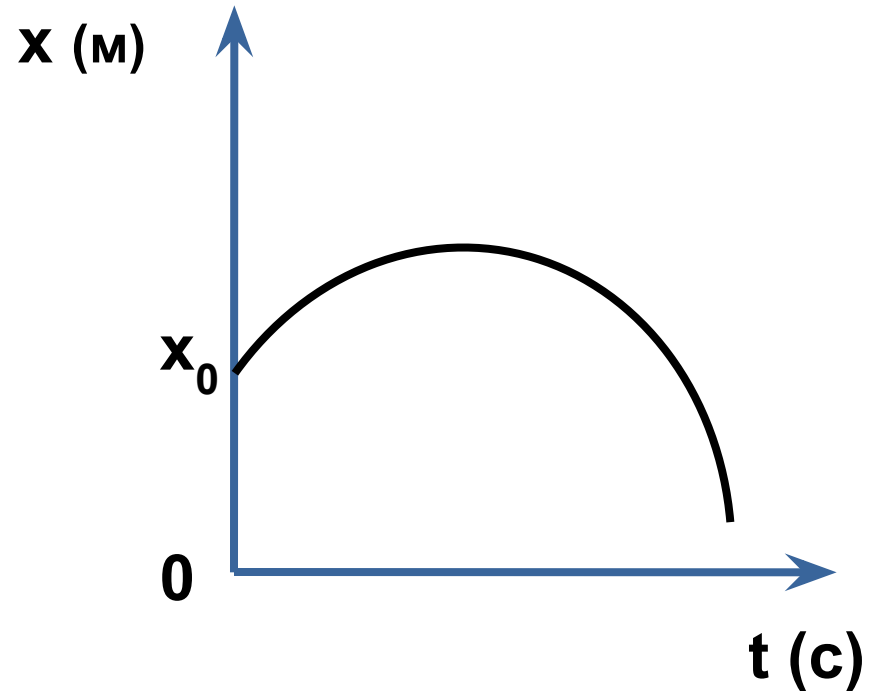
Равноускоренное движение

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

- График при $\vec{a} \downarrow \downarrow \vec{v}_0$



- График при $\vec{a} \downarrow \uparrow \vec{v}_0$



Решение задач по теме:
***Основные понятия и
уравнения кинематики.***

Цель : закрепить путем решения задач основные понятия кинематики – траектория, ускорение, скорость, пройденный путь и перемещение.

Задание №1 (уровни)

1. Двигаясь по шоссе, велосипедист проехал 900м со скоростью 15 м/с, а затем по плохой дороге 400м со скоростью 10м/с. С какой средней скоростью он проехал весь путь?
2. На горизонтальном участке пути автомобиль ехал со скоростью 72 км/ч в течении 10 мин, а затем проехал подъем со скоростью 36 км/ч за 20 мин. Чему равна средняя скорость на всем пути?
3. Первую половину пути автомобиль прошел со скоростью 20 км/ч, а вторую - 30 км/ч. Найти среднюю скорость на всем участке.

Задание №2 (уровни)

1. Через 25 с после начала движения спидометр автомобиля показал скорость движения 36 км/с. С каким ускорением двигался автомобиль?
2. При равнозамедленном движении автомобиля в течении 5 с его скорость уменьшилась с 15 до 10 м/с. Чему равен модуль ускорения?
3. Скорость поезда, движущегося на подъеме с ускорением $0,1 \text{ м/с}^2$, уменьшается от 54 до 36 км/ч. Определите время подъема.

Задание №3

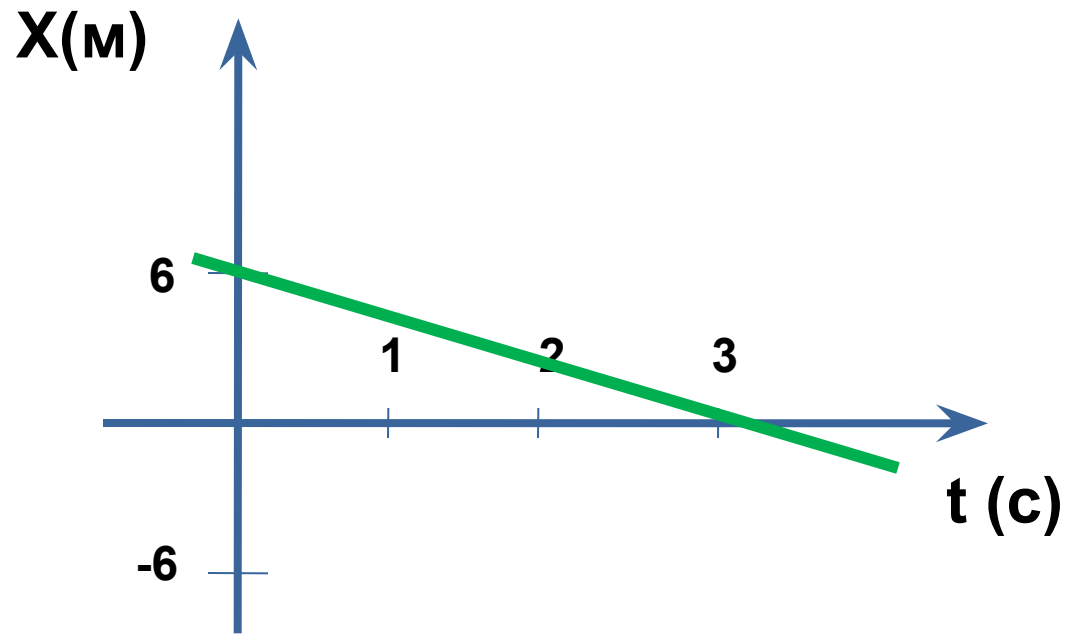
1. Расстояние между пунктами А и В по прямой линии 5 км. Человек проходит это расстояние туда и обратно за 2 ч. Чему будут равны путь и перемещение человека за 1 ч, за 2ч?
2. Ускорение автомобиля, начавшего движение $0,5 \text{ м/с}^2$. Какой путь пройдет автомобиль за 4 с, двигаясь с этим ускорением?

Задание №4

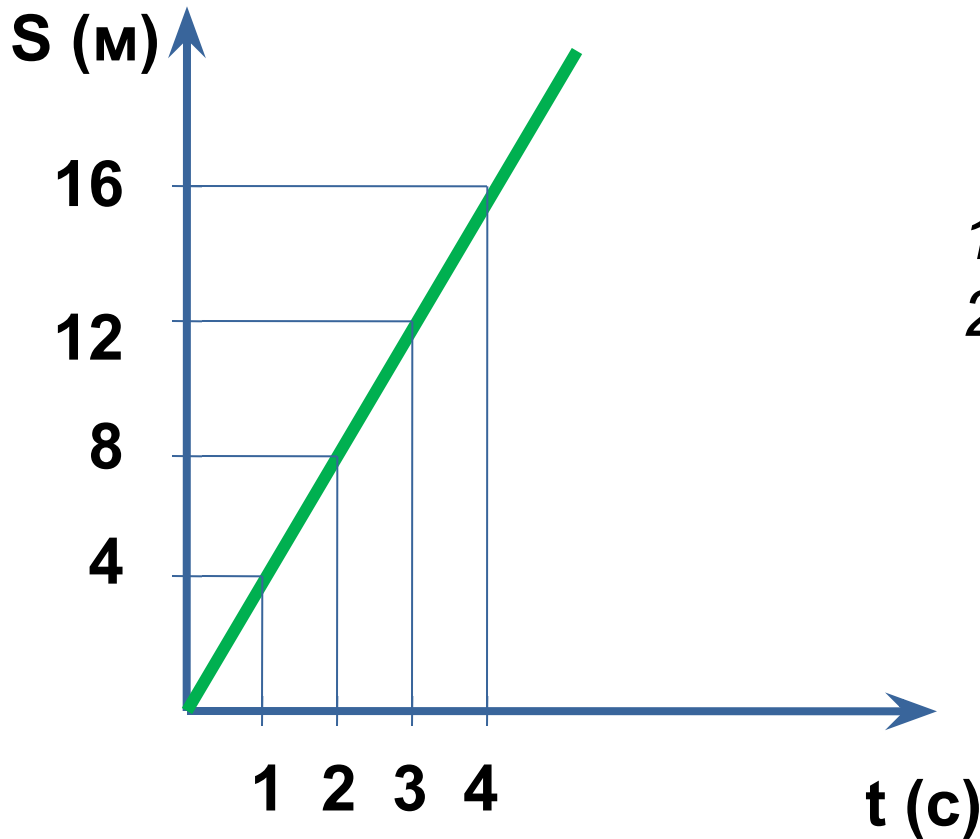
1. Автомобиль берет подъем длиной 1,95 км в течении 5 мин, и к концу подъема его скорость равна 18 км/ч. Принимая, что ускорение с которым движется автомобиль, постоянно, определить его значение.
2. Автомобиль тормозит с ускорением, которое во все время можно считать неизменным и равным -4 м/сек^2 . Какой путь пройдет он за это время торможения, если начнет тормозить при скорости 16 м/с?

Задание №5

- Запишите уравнение координаты тела



Задание №6

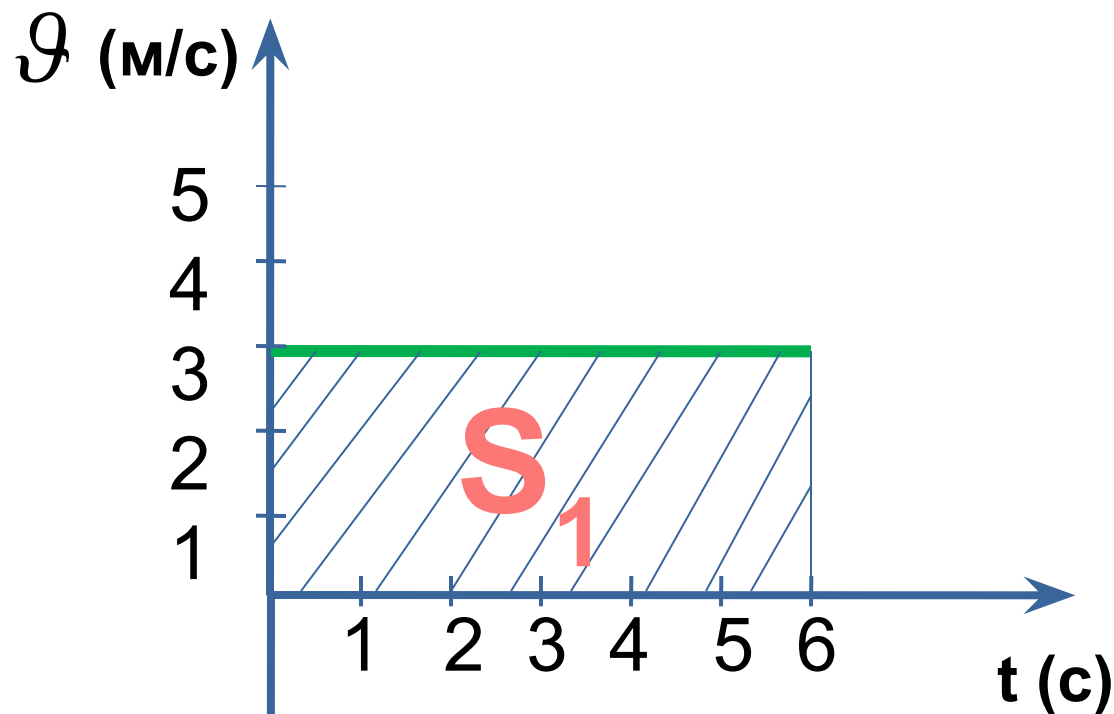


По графику
определите:

1. Вид движения
2. Скорость движения

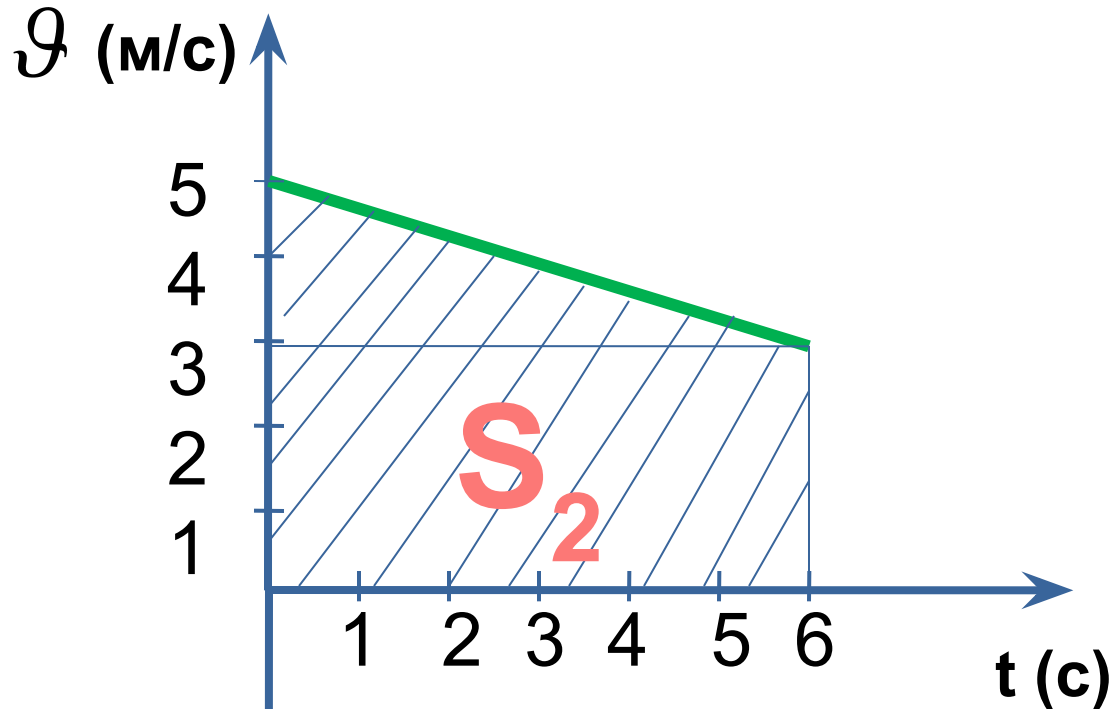
3. Путь, пройденный велосипедистом за интервал времени от $t_1=1\text{с}$ до $t_2=3\text{с}$

Задание №7



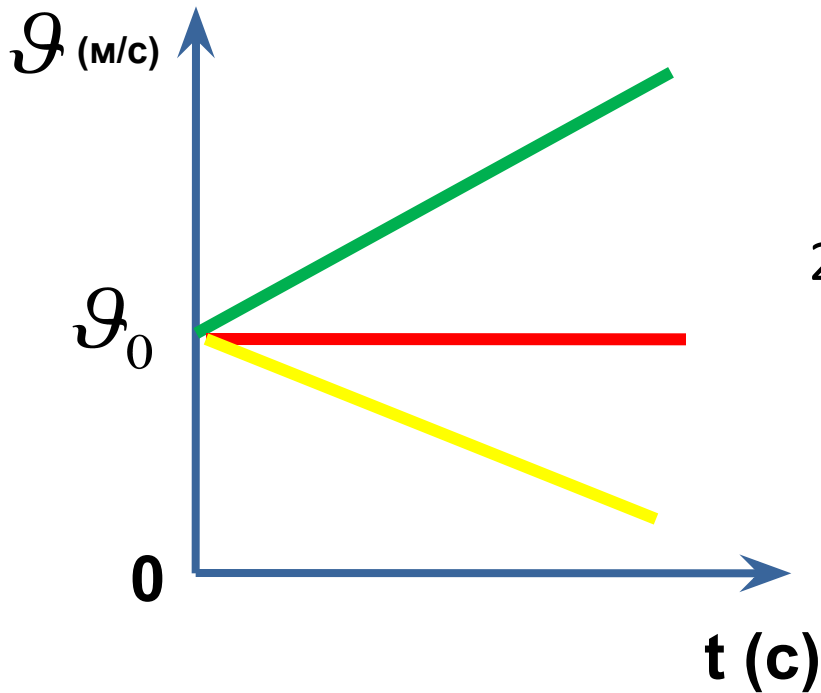
Определите проекцию перемещения S_1 за 6 с.

Задание №8



Определите проекцию перемещения (путь) S_2 , пройденный телом за 6 с.

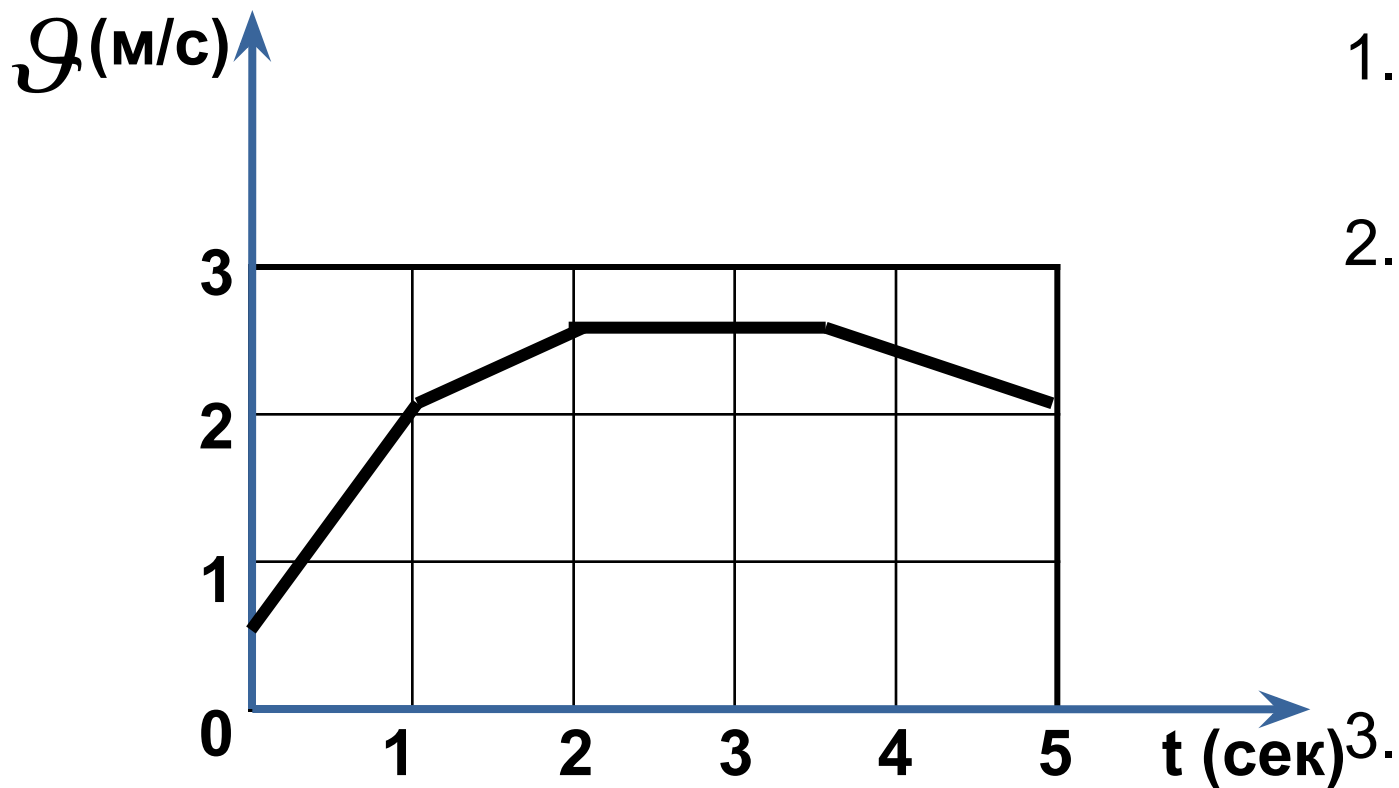
Задание №9.



1. Какой из графиков соответствует равномерному движению?
2. Какой из графиков соответствует равнопеременному движению, при котором вектор ускорения направлен противоположно вектору скорости?
3. Какой из графиков соответствует равноускоренному движению, при котором направление

Задание №10.

Прочитайте график изображенный на рисунке



1. Какой вид движения?
2. Как изменяется скорость в течении каждой секунды?
3. Чему равно ускорение?