

РАВНОУСКОРЕННОЕ ДВИЖЕНИЕ

Ускорение – скорость изменения скорости

$$a = \frac{\Delta v}{\Delta t} \text{ [м/с}^2\text{]}$$

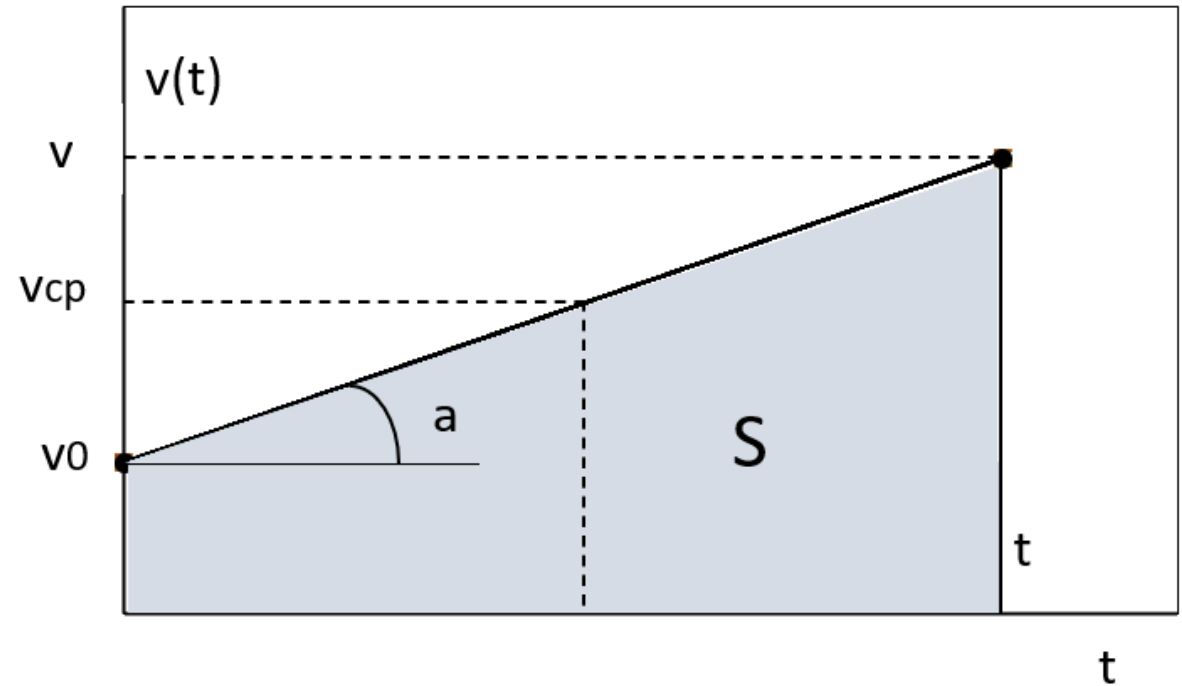
Равноускоренное движение – движение с постоянным ускорением

Скорость определяется линейной функцией

$$v(t) = v_0 + a t$$

v_0 – начальная скорость

s – пройденный путь



При равноускоренном движении ускорение постоянное $a = \frac{v - v_0}{t} = \text{const}$

Найдём пройденный путь – площадь под графиком скорости двумя способами:

1) $s = s_1 + s_2$

площадь прямоугольника $s_1 = v_0 t$

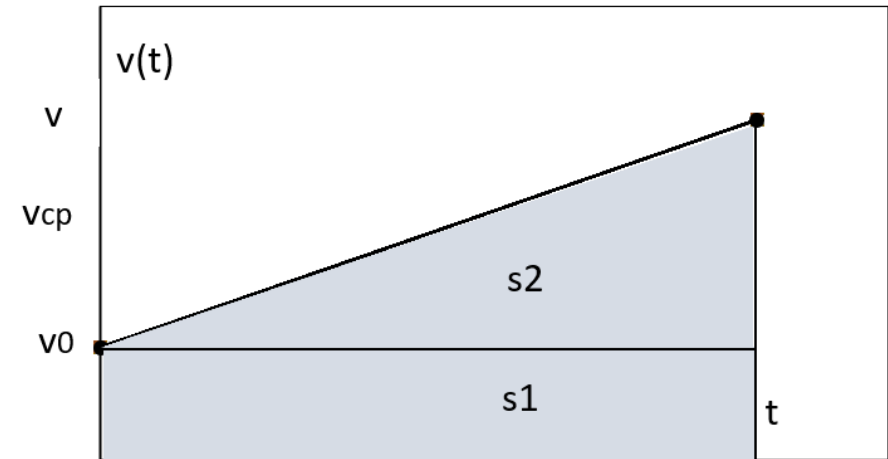
площадь треугольника $s_2 = \frac{1}{2} (v - v_0) t$

Общая площадь трапеции

$$s = s_1 + s_2 = v_0 t + \frac{1}{2} (v - v_0) t,$$

заменяем $v - v_0$ на at и получим:

$$s = v_0 t + \frac{1}{2} at^2$$



2) площадь трапеции равна произведению

средней линии на высоту

$$s = v_{\text{cp}} t$$

Средняя скорость

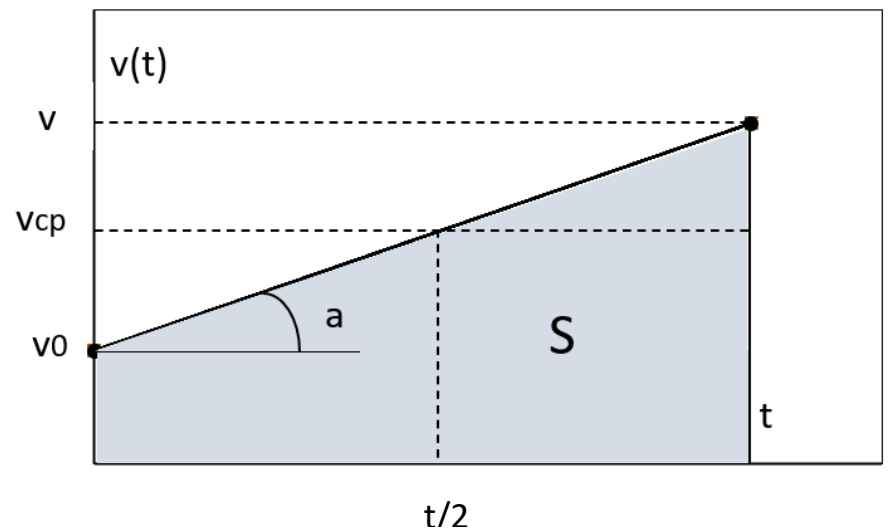
$$v_{\text{cp}} = \frac{v_0 + v}{2} \quad \text{!!! верно только для}$$

равноускоренного движения!!!

Подставим из определения $t = \frac{v - v_0}{a}$

И получим формулу «без времени»:

$$s = v_{\text{cp}} t = \frac{v_0 + v}{2} \cdot \frac{v - v_0}{a} = \frac{v^2 - v_0^2}{2a}$$



1. Тело, движущееся равноускоренно с ускорением 2 м/с^2 за 10 секунд прошло расстояние 130 метров.

Найдите начальную, конечную и среднюю скорости.

Дано:

$$a = 2 \text{ м/с}^2$$

$$t = 10 \text{ с}$$

$$s = 130 \text{ м}$$

$v_0, v,$

$v_{\text{ср}} - ?$

І способ

Из формулы $s = v_0 t + \frac{1}{2} at^2$ выразим v_0 :

$$v_0 t = s - \frac{1}{2} at^2;$$

$$v_0 = \frac{(s - \frac{1}{2} at^2)}{t} = \frac{s}{t} - \frac{1}{2} at =$$

$$\frac{130 \text{ м}}{10 \text{ с}} - \frac{1}{2} 2 \frac{\text{м}}{\text{с}^2} 10 \text{ с} = 13 - 10 = 3 \frac{\text{м}}{\text{с}};$$

$$v = v_0 + at = 3 \frac{\text{м}}{\text{с}} + 2 \frac{\text{м}}{\text{с}^2} 10 \text{ с} = 3 + 20 = 23 \frac{\text{м}}{\text{с}};$$

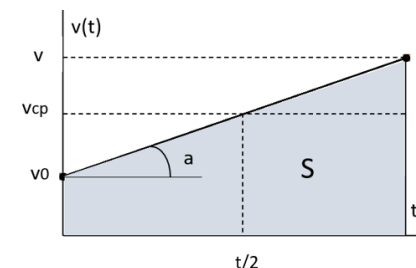
$$v_{\text{ср}} = \frac{s}{t} = \frac{130 \text{ м}}{10 \text{ с}} = 13 \frac{\text{м}}{\text{с}}$$

ІІ способ

Сначала найдём среднюю скорость:

$$v_{\text{ср}} = \frac{s}{t} = \frac{130 \text{ м}}{10 \text{ с}} = 13 \frac{\text{м}}{\text{с}};$$

Рассмотрим левую часть трапеции:



$a = \frac{v_{\text{ср}} - v_0}{t/2}$, отсюда выразим начальную

скорость $v_{\text{ср}} - v_0 = a \frac{t}{2}$;

$$v_0 = v_{\text{ср}} - a \frac{t}{2} = 13 \frac{\text{м}}{\text{с}} - 2 \frac{\text{м}}{\text{с}^2} \frac{10 \text{ с}}{2} = 3 \frac{\text{м}}{\text{с}};$$

Теперь найдём конечную скорость:

$$v = v_0 + at = 3 \frac{\text{м}}{\text{с}} + 2 \frac{\text{м}}{\text{с}^2} 10 \text{ с} = 23 \frac{\text{м}}{\text{с}}$$

Ответ: $v_0 = 3 \frac{\text{м}}{\text{с}}$, $v = 23 \frac{\text{м}}{\text{с}}$, $v_{\text{ср}} = 13 \frac{\text{м}}{\text{с}}$.

2. Тело начало равноускоренное движение из состояния покоя. В момент когда оно достигло скорости $v_0 = 2$ м/с включили секундомер, и выключили когда тело достигло скорости $v = 6$ м/с. Секундомер показал время $t = 10$ с. Определите время t_1 , прошедшее с момента начала движения тела до включения секундомера. Решите задачу графически.

Дано:

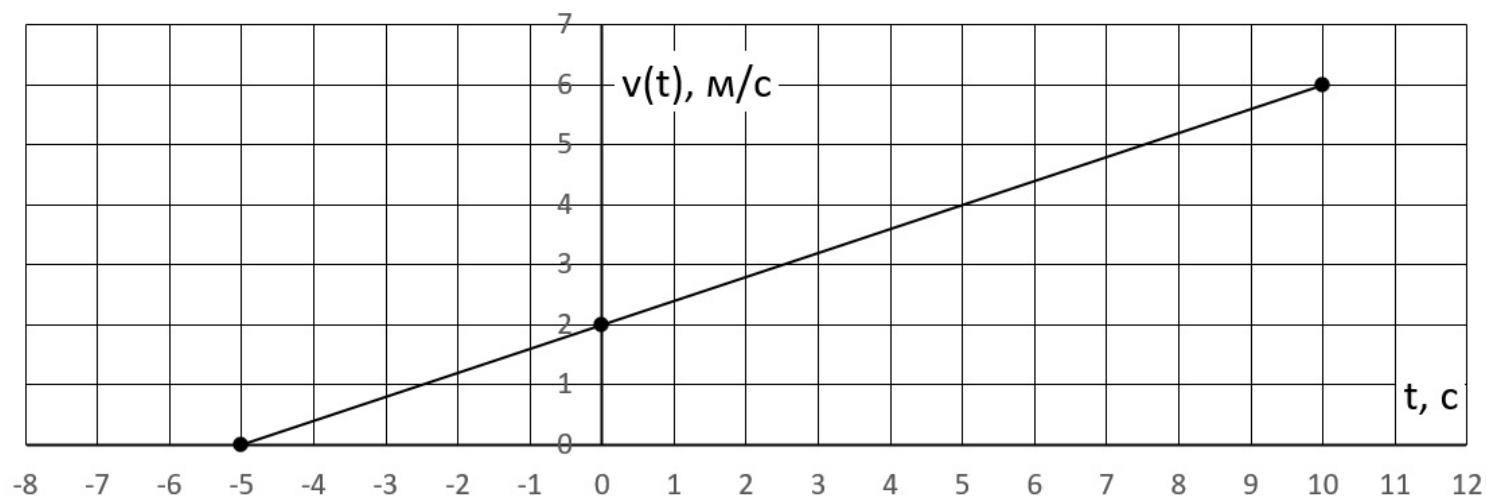
$$v_0 = 2 \text{ м/с}$$

$$v = 6 \text{ м/с}$$

$$t = 10 \text{ с}$$

$$t_1 - ?$$

Отметим на графике скорости известные точки: $t = 0$ с, $v_0 = 2$ м/с и $t = 10$ с, $v = 6$ м/с. Так как скорость при РУД – линейная функция, её график – прямая. Продлим прямую до момента нулевой начальной скорости, то есть до пересечения с осью t .



По получившемуся отрезку от начала движения до скорости v_0 определим, что t_1 оставляет 5 секунд.

Ответ: $t_1 = 5$ с.

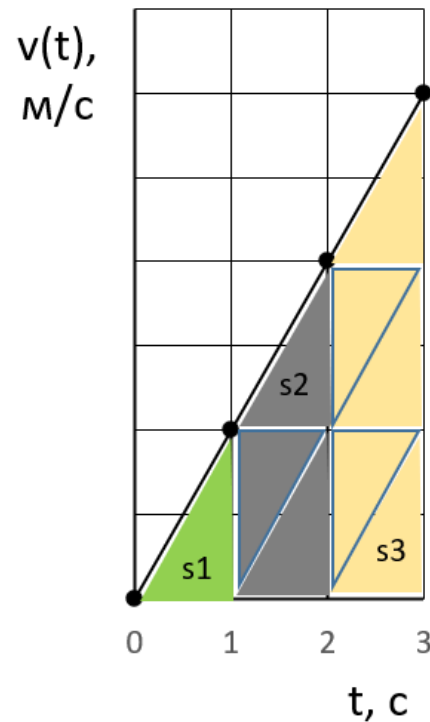
3. Тело, начавшее движение из состояния покоя, прошло за первую секунду расстояние s_1 . Какое расстояние s_2 пройдёт тело за вторую секунду, s_3 за третью и общее расстояние s за три первые секунды? При решении используйте график скорости $v(t)$.

Дано:

$$v_0 = 0 \text{ м/с}$$

$$s_1$$

$$s_2, s_3, s - ?$$



Построим график скорости $v(t)$ и заметим, что площадь под ним за вторую секунду в 3 раза больше, чем за первую, так как состоит из трёх треугольников, каждый из которых равен s_1 . Таким образом, $s_2 = 3 s_1$.

Аналогично, площадь под графиком за третью секунду состоит из пяти таких же треугольников, поэтому $s_3 = 5 s_1$.

Общий пройденный путь за три секунды составит:
 $s = s_1 + s_2 + s_3 = s_1 + 3s_1 + 5s_1 = 9s_1$.

Ответ: $s_2 = 3s_1$, $s_3 = 5s_1$, $s = 9s_1$.

ДЗ

4. Тело начало равноускоренное движение с начальной скоростью $v_0 = 5$ м/с и прошло за 5 секунд расстояние 200 метров. Найдите ускорение, конечную и среднюю скорости.
5. Тело начало равноускоренное движение из состояния покоя. В момент когда оно достигло скорости $v_0 = 2$ м/с включили секундомер, и выключили когда тело достигло скорости $v = 8$ м/с. Секундомер показал время $t = 12$ с. Определите время t_1 , прошедшее с момента начала движения до включения секундомера. Решите задачу графически.
6. Тело, начавшее движение из состояния покоя, прошло за четыре первые секунды расстояние $s = 320$ метров. Какие расстояния s_1 , s_2 , s_3 и s_4 тело прошло соответственно за первую, вторую, третью и четвёртую секунды? При решении используйте график скорости $v(t)$.