

ФИЗИКА

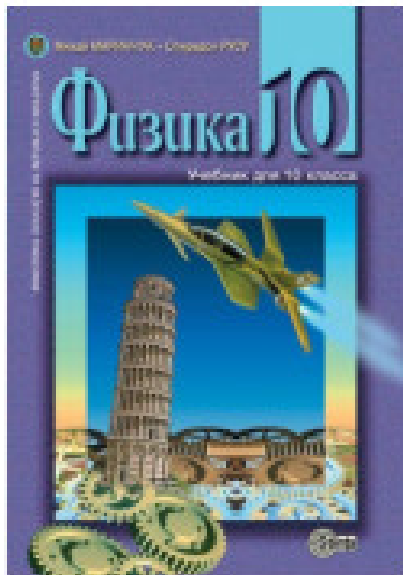
Физика является одной из тех наук, знание которой необходимо для успешного изучения общенаучных и специальных дисциплин.

При изучении курса физики студенты должны прочно усвоить основные законы и теории, овладеть необходимыми навыками решения задач по физике.

Единственный способ научиться решать задачи – это пытаться решать их самостоятельно. Знание теории закрепляется с использованием ее для решения задач. Уровень подготовки по физике определяется уровнем сложности задач, которые студент может решить.

ФИЗИКА

Литература



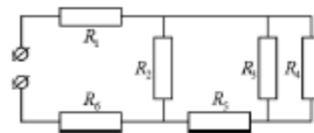
<http://ctice.gov.md/manuale-scolare/>

ФИЗИКА

Александру РУСУ
Спирidon РУСУ

ЗАДАЧИ ПО ФИЗИКЕ

ЛИЦЕЙСКИЙ ЦИКЛ



Chişinău
2018

http://fizica.utm.md/data/rezolvarea_problemelor.php

КИНЕМАТИКА ПОСТУПАТЕЛЬНОГО ДВИЖЕНИЯ

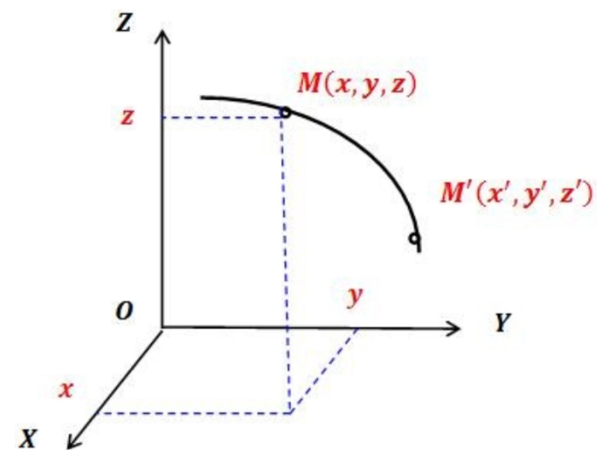
Простейшая форма движения материи – механическое движение.

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

Положение тела в пространстве можно определить только по отношению к другим телам. Тело, по отношению к которому рассматривается положение данного тела, называют **телом отсчета**.

Тело отсчета и жестко связанная с ним система координат, снабженная часами, составляют **систему отсчета**.

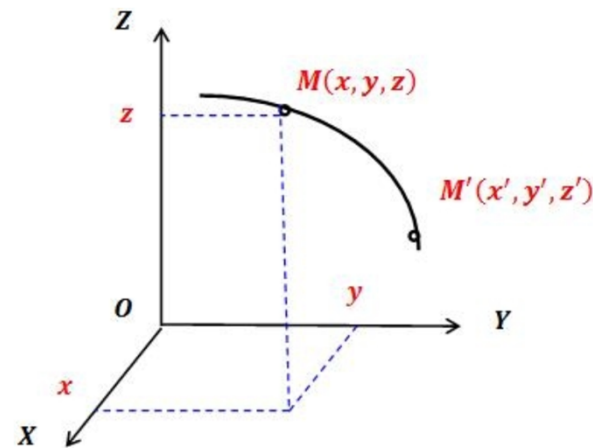
Кинематика изучает движение тел без рассмотрения причин, его вызывающих.



КИНЕМАТИКА ПОСТУПАТЕЛЬНОГО ДВИЖЕНИЯ

Простейшей физической моделью тела является **материальная точка** — тело, размерами которого в условиях данной задачи можно пренебречь.

Положение материальной точки определяется тремя координатами X, Y, Z , которые являются проекциями материальной точки на соответствующие оси.



При движении материальной точки ее координаты с течением времени изменяются. В общем случае ее движение определяется скалярными уравнениями

$$x = x(t), \quad y = y(t), \quad z = z(t).$$

Эти уравнения называются **кинематическими уравнениями** движения материальной точки.

Исключая время t в уравнениях, получим **уравнение траектории** движения материальной точки.

КИНЕМАТИКА ПОСТУПАТЕЛЬНОГО ДВИЖЕНИЯ

Траектория движения материальной точки — линия, по которой движется тело (линия, описываемая этой точкой в пространстве).

Путь — это длина участка траектории, пройденного точкой за данный промежуток времени.

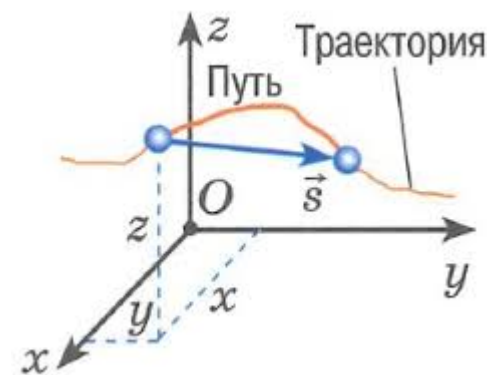
Перемещение — вектор направленный из начального положения тела в конечное.

Важной величиной, характеризующей движение тела, является его **скорость**.

Скорость — величина, показывающая как быстро, изменяется положение (координата) тела.

Средняя скорость — векторная физическая величина, модуль которой численно равен модулю перемещения тела за единицу времени:

$$\vec{v}_{cp} = \frac{\vec{\Delta S}}{\Delta t}, \quad [v]_{СИ} = \frac{м}{с}.$$



КИНЕМАТИКА ПОСТУПАТЕЛЬНОГО ДВИЖЕНИЯ

Равномерное движение – движение с постоянной скоростью.

При равномерном движении:

$$\text{путь - } S = v \cdot \Delta t, \quad \text{координата - } x = x_0 + v_x \cdot \Delta t.$$

Если скорость изменяется с течением времени, **движение неравномерное**.

Величина, показывающая как по времени изменяется скорость называется **ускорением**.

Среднее ускорение - векторная величина, равная отношению изменения скорости к интервалу времени, за которое это изменение произошло:

$$\vec{a}_{cp} = \frac{\Delta \vec{v}}{\Delta t}, \quad [a]_{СИ} = \frac{М}{с^2}.$$

При **прямолинейном движении** ускорение направлено:

- в *сторону* движения (скорости), если скорость тела *увеличивается*;

КИНЕМАТИКА ПОСТУПАТЕЛЬНОГО ДВИЖЕНИЯ

- в противоположную сторону движения (скорости), если скорость тела уменьшается.

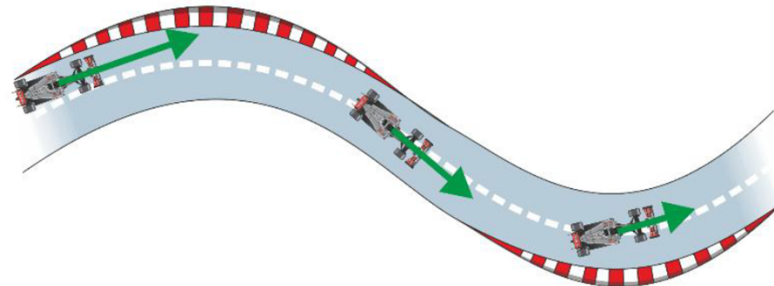
Скорость при *равноускоренном движении*:

$v = v_0 + a \cdot \Delta t$, где v_0 – скорость тела в начальный момент.

Соответственно путь - $S = v_0 \cdot t + \frac{a \cdot t^2}{2}$,

координата - $x = x_0 + v_x \cdot t + \frac{a_x \cdot t^2}{2}$.

Рассмотрим случай когда точка движется по криволинейной траектории.

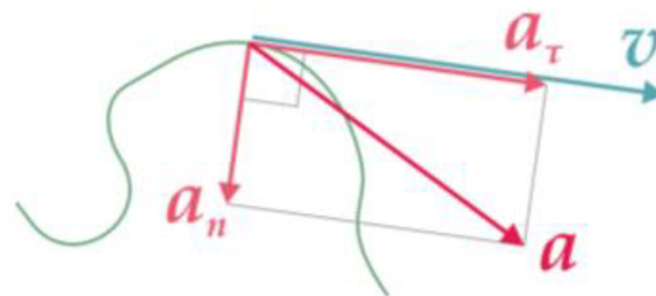


Вектор скорости болида меняется как по направлению, так и по длине (величине скорости).

КИНЕМАТИКА ПОСТУПАТЕЛЬНОГО ДВИЖЕНИЯ

Вопрос: куда направлен вектор ускорения? Ускорение – это величина характеризующая быстроту изменения скорости. А скорость, как и любой вектор, может меняться по *величине* и по *направлению*.

Поэтому иногда ускорение разбивают на две составляющие.



Одна составляющая направлена по нормали к касательной, т.е. перпендикулярно скорости, и называется **нормальным ускорением**

$$a_n = \frac{v^2}{R}, \quad \text{где } R \text{ – мгновенный радиус кривизны.}$$

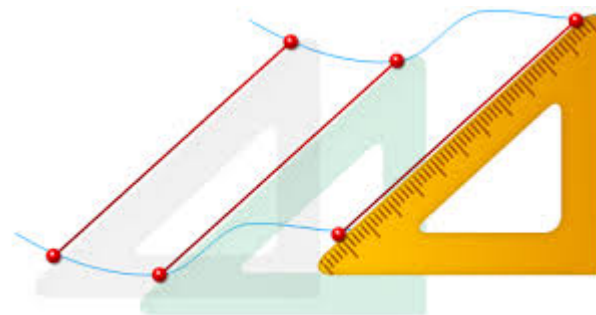
Нормальное ускорение определяет изменение вектора скорости по направлению.

Изменение скорости по модулю задается **тангенциальным ускорением** - a_τ .

КИНЕМАТИКА ПОСТУПАТЕЛЬНОГО ДВИЖЕНИЯ

Любое движение твердого тела можно представить, как комбинацию *поступательного* и *вращательного* движений.

Поступательное движение — это движение, при котором любая прямая, жестко связанная с движущимся телом, остается параллельной своему первоначальному положению.



Вращательное движение — это движение, при котором все точки тела движутся по окружностям, центры которых лежат на одной и той же прямой, называемой осью вращения.

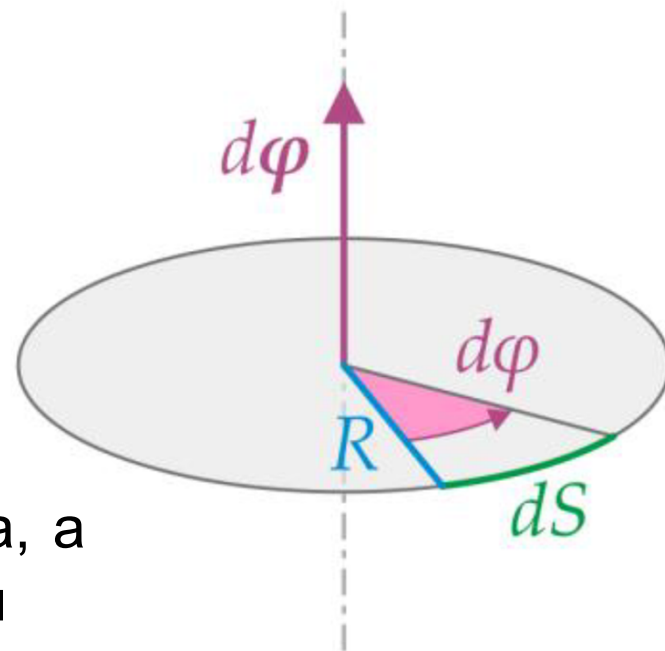


КИНЕМАТИКА ПОСТУПАТЕЛЬНОГО ДВИЖЕНИЯ

Пусть некоторая точка движется по окружности радиуса R . Ее положение через промежуток времени Δt зададим углом $\Delta\varphi$. Таким образом, угол поворота выступает в роли координаты во вращательном движении.

Модуль вектора $d\varphi$ равен углу поворота, а его направление совпадает с направлением поступательного движения острия винта, рукоятка которого вращается в направлении движения точки по окружности, т.е. подчиняется *правилу правого винта*.

Векторы, направления которых связываются с направлением вращения, называются **псевдовекторами** или **аксиальными векторами**. Эти векторы не имеют определенных точек приложения: они могут откладываться из любой точки оси вращения.



КИНЕМАТИКА ПОСТУПАТЕЛЬНОГО ДВИЖЕНИЯ

Угловая скорость – физическая величина, модуль которой численно равен углу поворота радиус-вектора за единицу времени

$$\omega = \frac{\Delta\varphi}{\Delta t}, \quad [\omega]_{СИ} = \frac{\text{рад}}{\text{с}}.$$

Вектор $\vec{\omega}$ направлен вдоль оси вращения по правилу правого винта, т.е. так же, как и вектор $d\vec{\varphi}$.

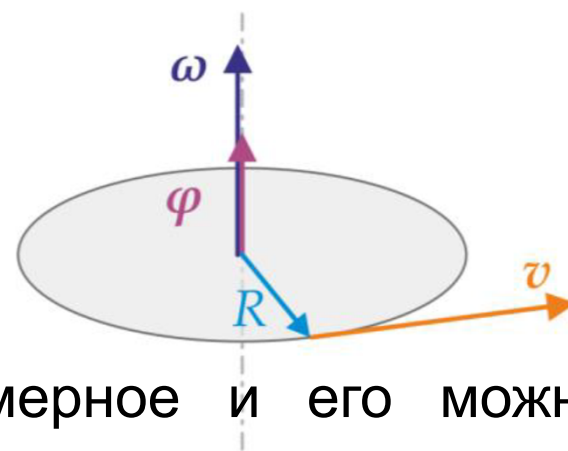
Линейная скорость точки $v = \omega \cdot R$.

Если $\vec{\omega} = const$, то вращение равномерное и его можно характеризовать **периодом вращения**.

Период вращения T — время, за которое точка совершает один полный оборот, т.е. поворачивается на угол 2π .

Так как промежутку времени $\Delta t = T$ соответствует $\Delta\varphi = 2\pi$,

$$T = \frac{2\pi}{\omega}.$$



КИНЕМАТИКА ПОСТУПАТЕЛЬНОГО ДВИЖЕНИЯ

Частотой вращения – число полных оборотов, совершаемых телом при равномерном его движении по окружности в единицу времени:

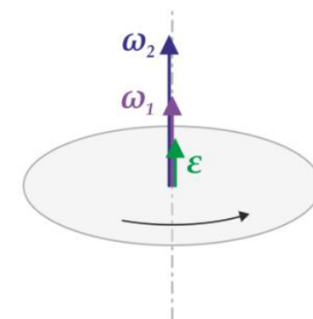
$$\nu = \frac{1}{T} = \frac{\omega}{2\pi}, \quad [\nu]_{СИ} = \frac{1}{с} = с^{-1} = \text{Гц}.$$

Если $\vec{\omega} \neq const$ - вращение неравномерное.

Величина, характеризующая быстроту изменения угловой скорости ω , называется **угловым ускорением** ε тела:

$$\vec{\varepsilon} = \frac{\Delta \vec{\omega}}{\Delta t}, \quad [\varepsilon]_{СИ} = \frac{\text{рад}}{с^2}.$$

При вращении тела вокруг неподвижной оси вектор углового ускорения направлен вдоль оси вращения в сторону вектора элементарного приращения угловой скорости.



КИНЕМАТИКА ПОСТУПАТЕЛЬНОГО ДВИЖЕНИЯ

1.6.* Определить путь, пройденный телом за 5 с, если зависимость координаты этого тела от времени дана на *рисунке 1.2*. (Отв.: 5,5 м).

Дано:

$$t = 5 \text{ с}$$

$$t_1 = 0$$

$$x_1 = 2 \text{ м}$$

$$t_2 = 4 \text{ с}$$

$$x_2 = 5 \text{ м}$$

$$t_3 = 6 \text{ с}$$

$$x_3 = 0$$

$$S = ?$$

Решение:

$$S = S_1 + S_2$$

$$S_1 = x_2 - x_1; \quad S_1 = 5 - 2 = 3 \text{ (м)}.$$

$$S_2 = ? \quad v_2 = \text{const} \Rightarrow$$

$$v_2 = \frac{x_3 - x_2}{t_3 - t_2} \Rightarrow v_2 = \frac{0 - 5}{6 - 4} = -2,5 \left(\frac{\text{м}}{\text{с}}\right).$$

$$S_2 = v_2 (t - t_2) \Rightarrow S_2 = 2,5 \cdot (5 - 4) = 2,5 \text{ (м)}.$$

$$S = S_1 + S_2 = 3 + 2,5 = 5,5 \text{ (м)}.$$

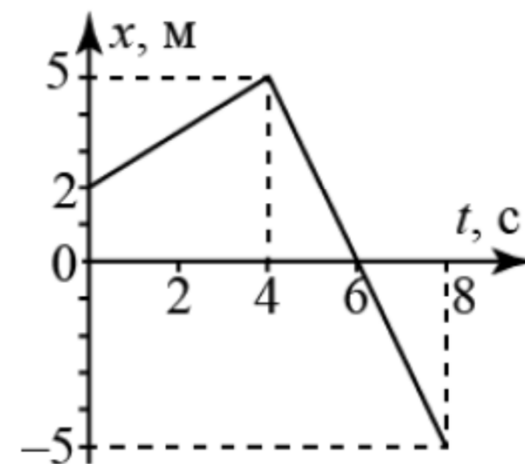


Рис. 1.2

КИНЕМАТИКА ПОСТУПАТЕЛЬНОГО ДВИЖЕНИЯ

1.9.* Пешеход перешел дорогу со скоростью 4,2 км/час по прямой составляющей угол 30° с направлением дороги, в течение 1 мин. Определить ширину дороги. (Отв.: 35 м).

Дано:

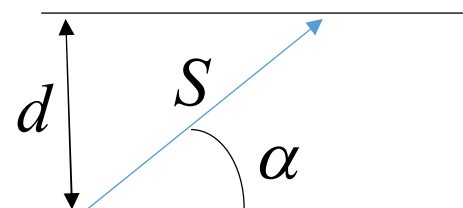
$$v = 4,2 \frac{\text{км}}{\text{ч}} = 1,166 \frac{\text{м}}{\text{с}}$$

$$\alpha = 30^\circ$$

$$t = 1 \text{ мин} = 60 \text{ с}$$

$$d = ?$$

Решение:



$$d = S \cdot \sin \alpha$$

$$S = v \cdot t$$

$$\longrightarrow d = v \cdot t \cdot \sin \alpha.$$

$$d = 1,166 \cdot 60 \cdot \sin 30^\circ = 34,98 \text{ (м)}.$$

КИНЕМАТИКА ПОСТУПАТЕЛЬНОГО ДВИЖЕНИЯ

1.17.* Велосипедист движется равномерно со скоростью 6 м/с в течение 3 секунд, после чего он начинает тормозить и движется равно замедленно с ускорением -2 м/с^2 . Определить среднюю скорость велосипедиста на всём пройденном пути. (**Отв.:** 4,5 м/с).

Дано:

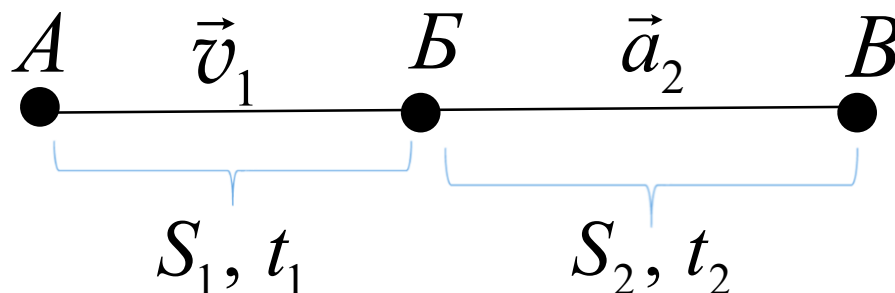
$$v_1 = 6 \frac{\text{м}}{\text{с}}$$

$$t_1 = 3 \text{ с}$$

$$a_2 = -2 \frac{\text{м}}{\text{с}^2}$$

$$v_{cp} = ?$$

Решение:



$$v_{cp} = \frac{S}{t} = \frac{S_1 + S_2}{t_1 + t_2};$$

$$S_1 = v_1 \cdot t_1; \quad S_2 = v_1 \cdot t_2 + \frac{a_2 \cdot t_2^2}{2};$$

$$a_2 = \frac{v_k - v_1}{t_2} \Rightarrow \{v_k = 0\} \Rightarrow a_2 = -\frac{v_1}{t_2} \Rightarrow t_2 = \frac{v_1}{a_2}.$$

КИНЕМАТИКА ПОСТУПАТЕЛЬНОГО ДВИЖЕНИЯ

$$\left. \begin{aligned} S_2 &= v_1 \cdot t_2 + \frac{a_2 \cdot t_2^2}{2}; \\ t_2 &= \frac{v_1}{a_2}. \end{aligned} \right\} \longrightarrow S_2 = v_1 \frac{v_1}{a_2} - \frac{a_2}{2} \frac{v_1^2}{a_2^2} \Rightarrow S_2 = \frac{v_1^2}{2a_2};$$

$$\left. \begin{aligned} v_{cp} &= \frac{S}{t} = \frac{S_1 + S_2}{t_1 + t_2} \\ S_1 &= v_1 \cdot t_1 \\ S_2 &= \frac{v_1^2}{a_2} \end{aligned} \right\} \longrightarrow v_{cp} = \frac{v_1 t_1 + \frac{v_1^2}{2a_2}}{t_1 + \frac{v_1}{a_2}} = \frac{2a_2 v_1 t_1 + v_1^2}{2a_2 \left(\frac{a_2 t_1 + v_1}{a_2} \right)} \Rightarrow$$

$$v_{cp} = \frac{v_1 (2a_2 t_1 + v_1)}{2(v_1 + a_2 t_1)}; \quad v_{cp} = \frac{6(2 \cdot 2 \cdot 3 + 6)}{2(6 + 2 \cdot 3)} = 4,5 \left(\frac{\text{м}}{\text{с}} \right).$$

КИНЕМАТИКА ПОСТУПАТЕЛЬНОГО ДВИЖЕНИЯ

1.20.* Одну треть времени тело двигалось со скоростью 9 м/с, а остальные две трети времени – со скоростью 30 м/с. Найти среднюю скорость тела. (Отв.: 23 м/с).

Дано:

$$t_1 = \frac{1}{3}t$$

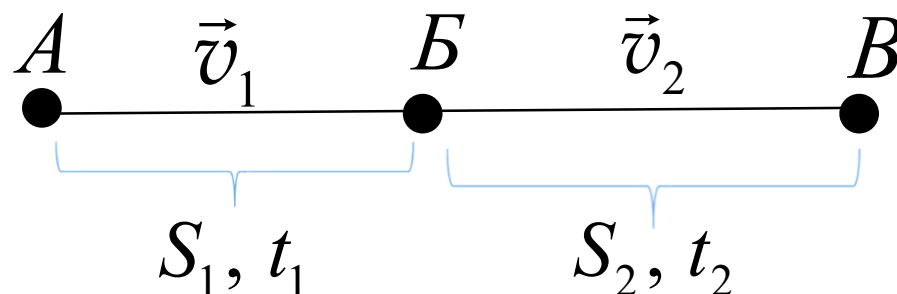
$$v_1 = 9 \frac{\text{м}}{\text{с}}$$

$$t_2 = \frac{2}{3}t$$

$$v_2 = 30 \frac{\text{м}}{\text{с}}$$

$$\hline v_{cp} = ?$$

Решение:



$$v_{cp} = \frac{S}{t} = \frac{S_1 + S_2}{t_1 + t_2};$$

$$S_1 = v_1 \cdot t_1;$$

$$S_2 = v_2 \cdot t_2;$$

$$\Rightarrow v_{cp} = \frac{v_1 \cdot t_1 + v_2 \cdot t_2}{t_1 + t_2} = \frac{v_1 \frac{1}{3}t + v_2 \frac{2}{3}t}{\frac{1}{3}t + \frac{2}{3}t} \Rightarrow$$

КИНЕМАТИКА ПОСТУПАТЕЛЬНОГО ДВИЖЕНИЯ

$$v_{cp} = \frac{t \left(\frac{v_1}{3} + \frac{2 \cdot v_2}{3} \right)}{t} = \frac{v_1 + 2v_2}{3};$$

$$v_{cp} = \frac{9 + 2 \cdot 30}{3} = 23 \left(\frac{\text{м}}{\text{с}} \right).$$

КИНЕМАТИКА ПОСТУПАТЕЛЬНОГО ДВИЖЕНИЯ

1.26.* Пассажирский поезд едет со скоростью 10 м/с. По соседнему пути навстречу движется товарный поезд длиной 150 м со скоростью 5 м/с. Сколько времени пассажир, стоящий у окна, будет видеть проходящий мимо товарный поезд? (Отв.: 10 с).

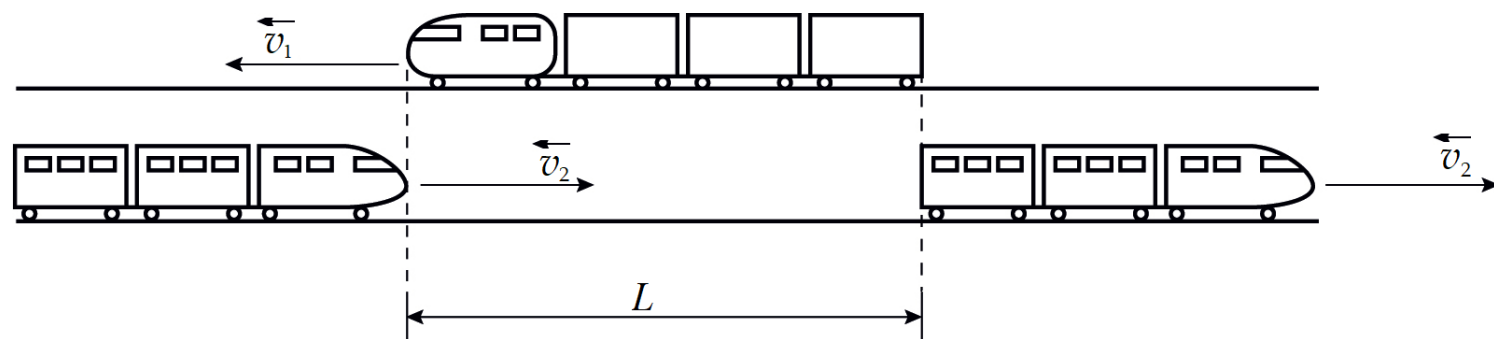
Дано:

$$v_1 = 10 \frac{\text{м}}{\text{с}}$$

$$L = 150 \text{ м}$$

$$v_2 = 5 \frac{\text{м}}{\text{с}}$$

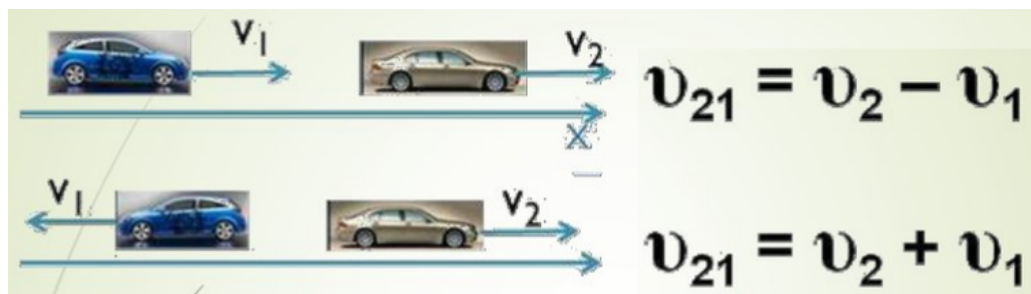
Решение:



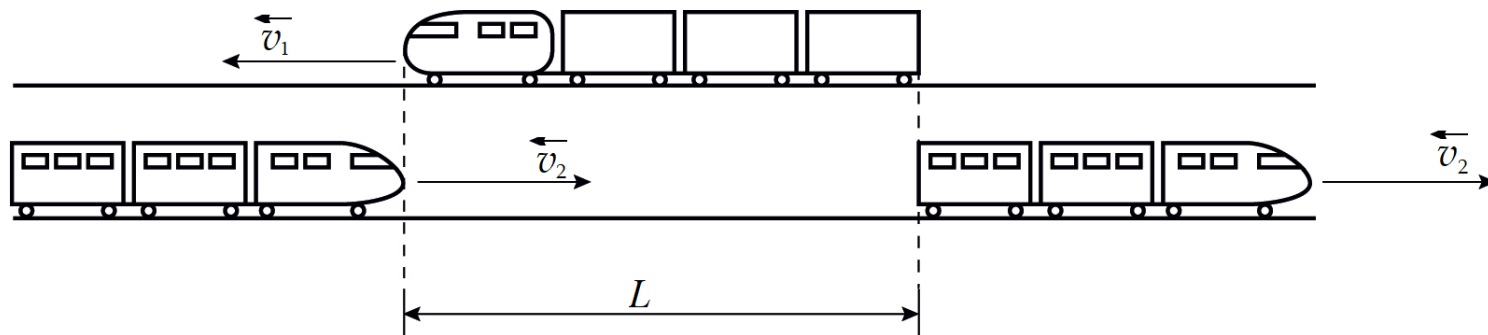
 $t = ?$

Классический закон сложения скоростей

$$\vec{v} = \vec{v}_1 + \vec{v}_2$$



КИНЕМАТИКА ПОСТУПАТЕЛЬНОГО ДВИЖЕНИЯ



$$L = v_{\text{рез}} \cdot t$$

$$v_{\text{рез}} = v_1 + v_2$$

$$\Rightarrow L = (v_1 + v_2)t \Rightarrow t = \frac{L}{v_1 + v_2};$$

$$t = \frac{150}{10 + 5} = 10 \text{ (с).}$$

КИНЕМАТИКА ПОСТУПАТЕЛЬНОГО ДВИЖЕНИЯ

1.29.* В спокойной атмосфере парашютист спускается на землю со скоростью 12 м/с. Найдите скорость горизонтального ветра, при котором парашютист движется относительно земли со скоростью 13 м/с. (Отв.: 5 м/с).

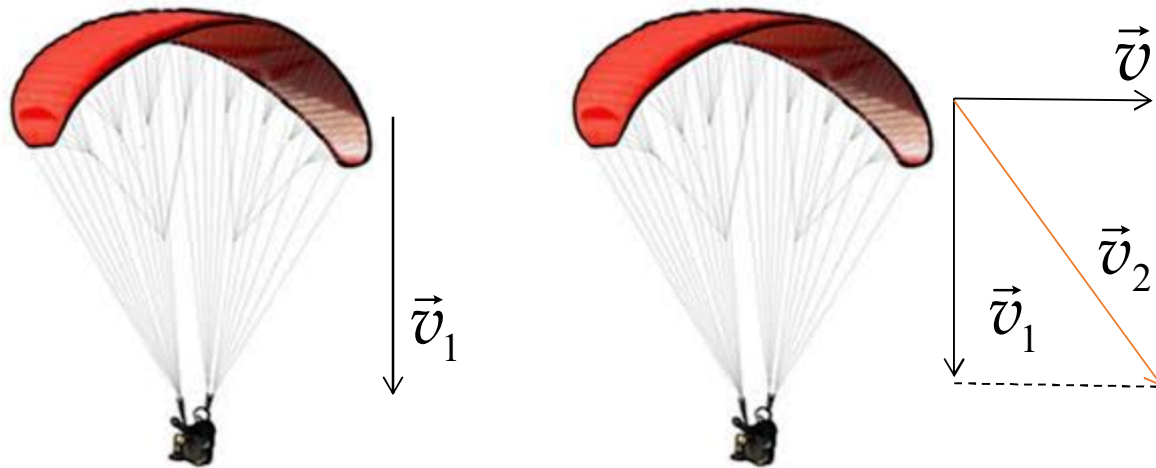
Дано:

$$v_1 = 12 \frac{\text{м}}{\text{с}}$$

$$v_2 = 13 \frac{\text{м}}{\text{с}}$$

$$v = ?$$

Решение:



$$\vec{v}_2 = \vec{v}_1 + \vec{v} \Rightarrow v_2 = \sqrt{v_1^2 + v^2} \Rightarrow v = \sqrt{v_2^2 - v_1^2};$$

$$v = \sqrt{13^2 - 12^2} = 5 \left(\frac{\text{м}}{\text{с}} \right).$$

КИНЕМАТИКА ПОСТУПАТЕЛЬНОГО ДВИЖЕНИЯ

1.30.* Паром, имея относительно воды скорость $0,5$ м/с, перемещается перпендикулярно берегам. Какова скорость этого перемещения, если скорость течения реки равна $0,3$ м/с? (Отв.: $0,4$ м/с).

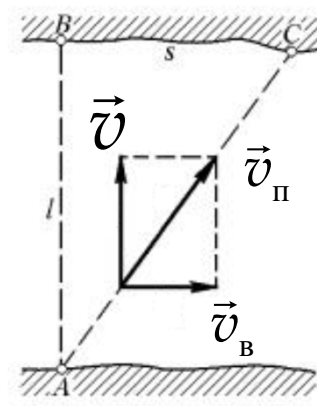
Дано:

$$\begin{array}{l} v_{\Pi} = 0,5 \frac{\text{м}}{\text{с}} \\ v_{\text{В}} = 0,3 \frac{\text{м}}{\text{с}} \\ \hline v = ? \end{array}$$

Решение:

$$\vec{v}_{\Pi} = \vec{v} + \vec{v}_{\text{В}} \Rightarrow v_{\Pi}^2 = v^2 + v_{\text{В}}^2$$

$$v = \sqrt{v_{\Pi}^2 - v_{\text{В}}^2} \Rightarrow v = \sqrt{0,5^2 - 0,3^2} = 0,4 \left(\frac{\text{м}}{\text{с}} \right).$$



КИНЕМАТИКА ПОСТУПАТЕЛЬНОГО ДВИЖЕНИЯ

1.33.** График зависимости скорости тела от времени приведен на *рисунке 1.3*. Определить путь, пройденный телом за первые 2 с движения. (Отв.: 3,4 м).

Дано:

$$t = 2 \text{ с}$$

$$S = ?$$

Решение:

$$S = S_1 + S_2;$$

$$a) \quad S_1 \Rightarrow v_0 = 4 \frac{\text{м}}{\text{с}}, \quad v = 0;$$

$$a_1 = \frac{v - v_0}{t_1}, \quad S_1 = v_0 \cdot t_1 + \frac{a_1 t_1^2}{2} \Rightarrow$$

$$S_1 = v_0 t_1 - \frac{v_0}{t_1} \frac{t_1^2}{2} = \frac{v_0 t_1}{2};$$

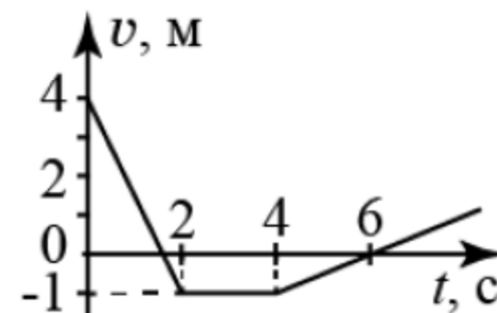


Рис. 1.3

КИНЕМАТИКА ПОСТУПАТЕЛЬНОГО ДВИЖЕНИЯ

$$b) S_2 \rightarrow v_0 = 0, v = -1 \frac{\text{М}}{\text{с}},$$

$$a_2 = \frac{v_2}{t_2}; S_2 = \frac{a_2 t_2^2}{2} = \frac{v}{t_2} \frac{t_2^2}{2} = \frac{v t_2}{2};$$

$$t_1, t_2 - ? \Rightarrow \frac{t_1}{v_0} = \frac{t_2}{v} \Rightarrow t_1 v = t_2 v_0;$$

$$\left. \begin{array}{l} t_1 = \frac{t_2 v_0}{v} \\ t_1 + t_2 = t \end{array} \right\} \Rightarrow t - t_2 = \frac{v_0}{v} t_2 \Rightarrow t = t_2 \left(1 + \frac{v_0}{v} \right) \Rightarrow$$

$$t_2 = \frac{t}{1 + \frac{v_0}{v}} \Rightarrow t_2 = \frac{2}{1 + \frac{4}{1}} = 0,4 \text{ (с)}, \quad t_1 = t - t_2 \Rightarrow t_1 = 2 - 0,4 = 1,6 \text{ (с)}.$$

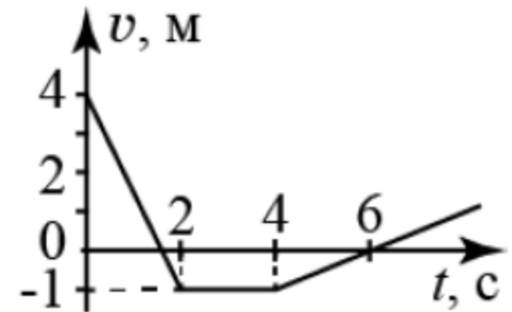


Рис. 1.3

КИНЕМАТИКА ПОСТУПАТЕЛЬНОГО ДВИЖЕНИЯ

$$S = S_1 + S_2 \Rightarrow S = \frac{v_0 t_1}{2} + \frac{v t_2}{2} \Rightarrow S = \frac{4 \cdot 1,6}{2} + \frac{1 \cdot 0,4}{2} = 3,4 \text{ (м)}.$$

1.35.** График зависимости скорости тела от времени приведен на *рисунке 1.3*. Определить путь, пройденный телом за первые 6 с движения. (**Отв.:** 6,4 м).

Дано:

$$t = 6 \text{ с}$$

$$S = ?$$

Решение:

$$S = S_1 + S_2 + S_3;$$

$$S_1 = 3,4 \text{ (м)};$$

$$S_2 = v_2 t_2 \quad (v_2 = \text{const}) \Rightarrow S_2 = 1 \cdot 2 = 2 \text{ (м)};$$

$$S_3 = v_0 t_3 + \frac{a_3 t_3^2}{2}, \quad a_3 = \frac{v - v_0}{t_3} = -\frac{v_0}{t_3};$$

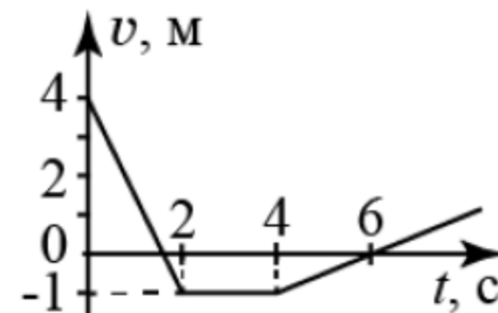


Рис. 1.3

КИНЕМАТИКА ПОСТУПАТЕЛЬНОГО ДВИЖЕНИЯ

$$S_3 = vt_3 - \frac{v t_3^2}{2} = \frac{vt_3}{2}; \quad S_3 = \frac{1 \cdot 2}{2} = 1 \text{ (м)}.$$

$$S = 3,4 + 2 + 1 = 6,4 \text{ (м)}.$$

КИНЕМАТИКА ПОСТУПАТЕЛЬНОГО ДВИЖЕНИЯ

1.38.* Автомобиль начал двигаться с ускорением $a = 1,5 \text{ м/с}^2$ и через некоторое время оказался на расстоянии $s = 12 \text{ м}$ от начальной точки. Чему равна средняя скорость движения автомобиля? (Отв.: 3 м/с).

Дано:

$$v_0 = 0$$

$$a = 1,5 \frac{\text{м}}{\text{с}^2}$$

$$S = 12 \text{ м}$$

$$v_{cp} = ?$$

Решение:

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

$$S = \frac{at^2}{2} \Rightarrow t = \sqrt{\frac{2S}{a}},$$

$$v_{cp} = \frac{S}{\sqrt{\frac{2S}{a}}} = \sqrt{\frac{S^2 a}{2S}} = \sqrt{\frac{Sa}{2}}; \quad v_{cp} = \sqrt{\frac{12 \cdot 1,5}{2}} = 3 \left(\frac{\text{м}}{\text{с}} \right).$$

КИНЕМАТИКА ПОСТУПАТЕЛЬНОГО ДВИЖЕНИЯ

1.47.* С каким ускорением движется тело, если за восьмую секунду после начала движения оно прошло путь $s = 30$ м? (Отв.: 4 м/с^2).

Дано:

$$t_{\text{tot}} = 8 \text{ с}$$

$$t = 1 \text{ с}$$

$$S = 30 \text{ м}$$

$$v_0 = 0$$

$$a = ?$$

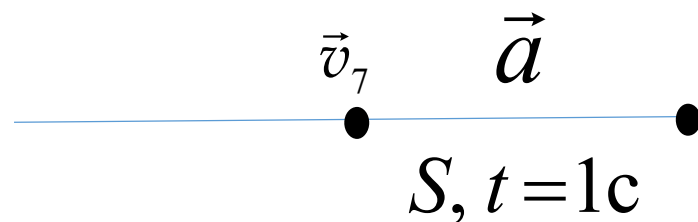
Решение:

$$S = v_7 t + \frac{at^2}{2};$$

$$a = \frac{v_7 - v_0}{t_{\text{tot}} - t} = \frac{v_7}{t_{\text{tot}} - t} \Rightarrow v_7 = a(t_{\text{tot}} - t);$$

$$S = a(t_{\text{tot}} - t)t + \frac{at^2}{2} \Rightarrow S = a \left(\frac{2(t_{\text{tot}} - t)t + t^2}{2} \right) \Rightarrow$$

$$a = \frac{2S}{2(t_{\text{tot}} - t)t + t^2}; \quad a = \frac{2 \cdot 30}{2 \cdot (8 - 1)1 + 1^2} = \frac{60}{15} = 4 \left(\frac{\text{м}}{\text{с}^2} \right).$$



КИНЕМАТИКА ПОСТУПАТЕЛЬНОГО ДВИЖЕНИЯ

1.55.* Автомобиль, имеющий начальную скорость 8 м/с, начал двигаться с постоянным ускорением 2 м/с². Найти путь, пройденный автомобилем за время, в течение которого его скорость увеличилась в два раза. (Отв.: 48 м).

Дано:

$$v_0 = 8 \frac{\text{м}}{\text{с}}$$

$$a = 2 \frac{\text{м}}{\text{с}^2}$$

$$v = 2v_0$$

$$S = ?$$

Решение:

$$S = v_0 t + \frac{at^2}{2}, \quad a = \frac{v - v_0}{t} \Rightarrow a = \frac{2v_0 - v_0}{t} = \frac{v_0}{t},$$

$$t = \frac{v_0}{a}, \quad S = v_0 \frac{v_0}{a} + \frac{a}{2} \frac{v_0^2}{a^2} = \frac{3}{2} \frac{v_0^2}{a};$$

$$S = \frac{3 \cdot 8^2}{2 \cdot 2} = 48 \text{ (м)}.$$

КИНЕМАТИКА ПОСТУПАТЕЛЬНОГО ДВИЖЕНИЯ

1.63.** Автомобиль, двигалась равноускоренно, через $t = 10$ с после начала движения достиг скорости $v = 36$ км/ч. Какой путь проехал автомобиль за последнюю секунду? (**Отв.:** 9,5 м).

Дано:

$$t_{tot} = 10 \text{ с}$$

$$v_0 = 0$$

$$v = 36 \frac{\text{км}}{\text{ч}}$$

$$t = 1 \text{ с}$$

$$S = ?$$

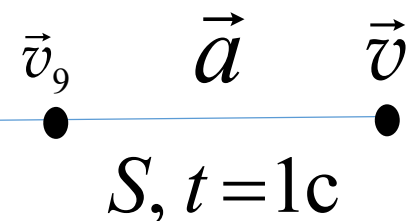
Решение:

$$S = v_9 t + \frac{at^2}{2},$$

$$a = \frac{v - v_0}{t_{tot}} = \frac{v}{t_{tot}},$$

$$a = \frac{v_9 - v_0}{t_{tot} - t} \Rightarrow v_9 = a(t_{tot} - t) \Rightarrow v_9 = \frac{v}{t_{tot}}(t_{tot} - t),$$

$$S = \frac{v(t_{tot} - t)}{t_{tot}} t + \frac{v}{t_{tot}} \frac{t^2}{2} \Rightarrow S = \frac{10 \cdot 9 \cdot 1}{10} + \frac{10}{10} \frac{1^2}{2} = 9,5 \text{ (м)}.$$



КИНЕМАТИКА ПОСТУПАТЕЛЬНОГО ДВИЖЕНИЯ

1.72.* Два камня находятся на одной вертикали на расстоянии 25 м друг от друга. Одновременно верхний камень бросают вниз со скоростью $v = 20$ м/с, а нижний отпускают. Через какое время камни столкнутся? (Отв.: 1,25 с).

Дано:

$$H = 25 \text{ м}$$

$$v = 20 \frac{\text{м}}{\text{с}}$$

$$t = ?$$

Решение:

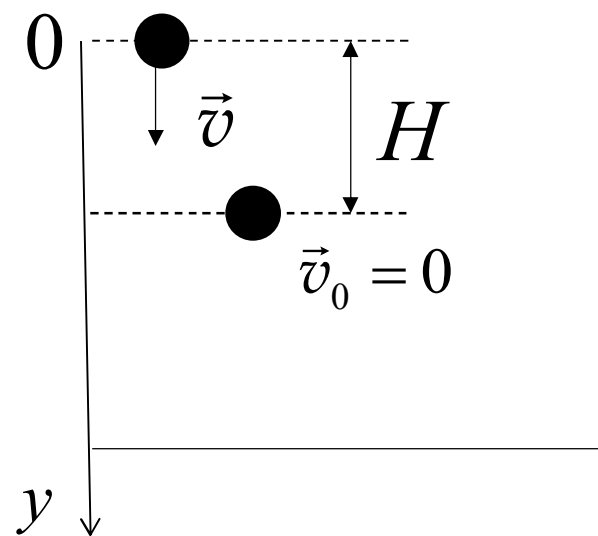
$$y_1 = v \cdot t + \frac{gt^2}{2}$$

$$y_2 = H + \frac{gt^2}{2}$$

$$y_1 = y_2 \Rightarrow$$

$$v \cdot t + \frac{gt^2}{2} = H + \frac{gt^2}{2} \Rightarrow H = v \cdot t \Rightarrow t = \frac{H}{v},$$

$$t = \frac{25}{20} = 1,25 \text{ (с)}.$$



КИНЕМАТИКА ПОСТУПАТЕЛЬНОГО ДВИЖЕНИЯ

1.73.* Тело брошено вертикально вверх со скоростью 49 м/с. Найти время, за которое это тело достигнет наибольшей высоты подъема. Ускорение свободного падения считать равным 9,8 м/с². (Отв.: 5 с).

Дано:

$$v_0 = 49 \frac{\text{м}}{\text{с}}$$

$$g = 9,8 \frac{\text{м}}{\text{с}^2}$$

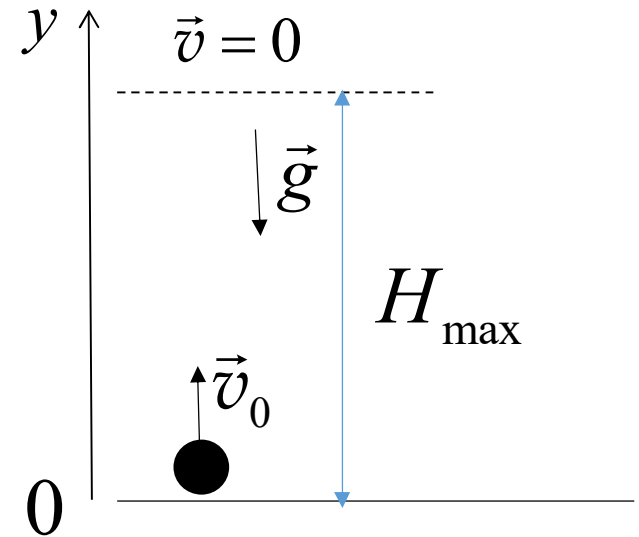
$$t = ?$$

Решение:

$$g = \frac{v - v_0}{t} \Rightarrow g = -\frac{v_0}{t} \Rightarrow$$

$$t = \frac{v_0}{g},$$

$$t = \frac{49}{9,8} = 5 \text{ (с)}.$$



КИНЕМАТИКА ПОСТУПАТЕЛЬНОГО ДВИЖЕНИЯ

1.81.* За последнюю секунду свободного падения тело прошло путь вдвое больший, чем за предыдущую секунду. С какой высоты h падало тело? Принять $g = 10 \text{ м/с}^2$. (Отв.: 31,25 м).

Дано:

$$\frac{S_n}{S_{n-1}} = 2$$

$$h = ?$$

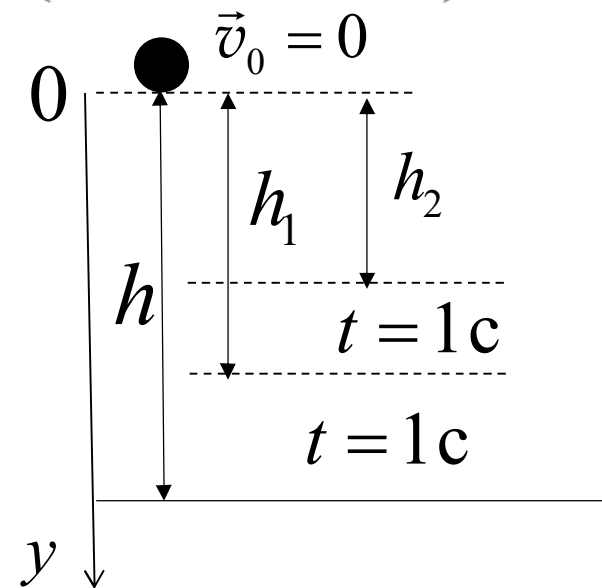
Решение:

$$h = \frac{gt_{\text{tot}}^2}{2};$$

$$h_1 = \frac{g(t_{\text{tot}} - t)^2}{2};$$

$$h_2 = \frac{g(t_{\text{tot}} - 2t)^2}{2};$$

$$S_n = h - h_1; \quad S_{n-1} = h_1 - h_2;$$



КИНЕМАТИКА ПОСТУПАТЕЛЬНОГО ДВИЖЕНИЯ

$$\frac{S_n}{S_{n-1}} = \frac{\frac{gt_{tot}^2}{2} - \frac{g}{2}(t_{tot} - t)^2}{\frac{g}{2}(t_{tot} - t)^2 - \frac{g}{2}(t_{tot} - 2t)^2} = 2,$$

$$\frac{t_{tot}^2 - t_{tot}^2 + 2t_{tot}t - t^2}{t_{tot}^2 - 2t_{tot}t + t^2 - t_{tot}^2 + 4t_{tot}t - 4t^2} = 2$$

$$\frac{2t_{tot}t - t^2}{2t_{tot}t - 3t^2} = 2 \Rightarrow 2t_{tot}t - t^2 = 4t_{tot}t - 6t^2$$

$$2t_{tot} - t = 4t_{tot} - 6t \Rightarrow 6t - t = 4t_{tot} - 2t_{tot} \Rightarrow 5t = 2t_{tot} \Rightarrow$$

$$t_{tot} = \frac{5}{2} = 2,5 \text{ (с)}.$$

КИНЕМАТИКА ПОСТУПАТЕЛЬНОГО ДВИЖЕНИЯ

1.89.* Во сколько раз минутная стрелка часов длиннее часовой, если линейная скорость конца минутной стрелки больше линейной скорости конца часовой стрелки в 24 раза? (Отв.: 2).

Дано:

$$\frac{v_M}{v_C} = 24$$

$$\frac{l_M}{l_C} = ?$$

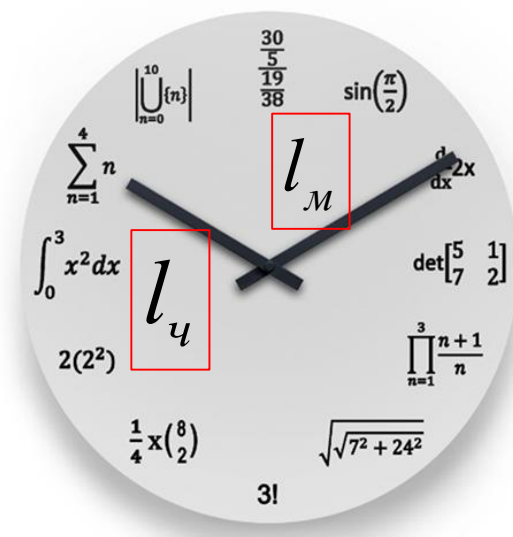
Решение:

$$T = \frac{2\pi}{\omega} \Rightarrow T_M = \frac{2\pi}{\omega_M}, \quad T_C = \frac{2\pi}{\omega_C},$$

$$v = \omega \cdot R \Rightarrow \omega_M = \frac{v_M}{l_M}, \quad \omega_C = \frac{v_C}{l_C},$$

$$T_M = \frac{2\pi \cdot l_M}{v_M}, \quad T_C = \frac{2\pi \cdot l_C}{v_C}, \quad v_M = \frac{2\pi \cdot l_M}{T_M}, \quad v_C = \frac{2\pi \cdot l_C}{T_C},$$

$$\frac{v_M}{v_C} = \frac{2\pi l_M}{T_M} \frac{T_C}{2\pi \cdot l_C} \Rightarrow \frac{l_M}{l_C} = \frac{v_M \cdot T_M}{v_C \cdot T_C}, \quad \frac{l_M}{l_C} = 24 \frac{3600}{12 \cdot 3600} = 2.$$



КИНЕМАТИКА ПОСТУПАТЕЛЬНОГО ДВИЖЕНИЯ

1.94.* Колесо (рис. 1.4) катится без скольжения по горизонтальной дороге со скоростью $v = 2$ м/с. Определить скорость точки B колеса. Принять $\sqrt{2} = 1,4$. (Отв.: 2,8 м/с).

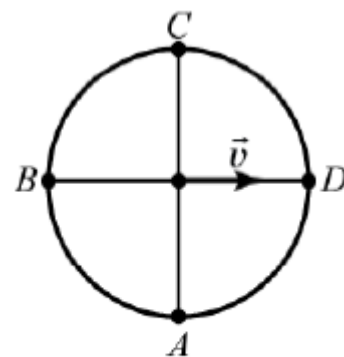


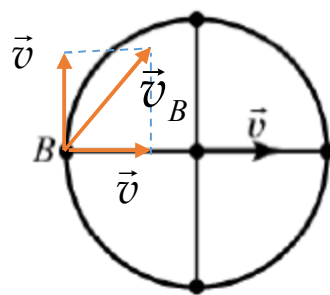
Рис. 1.4

Дано:

$$v = 2 \frac{\text{м}}{\text{с}}$$

$$v_B = ?$$

Решение:



$$\vec{v}_B = \vec{v} + \vec{v} \Rightarrow v_B^2 = v^2 + v^2 \Rightarrow$$

$$v_B = \sqrt{2v^2},$$

$$v_B = \sqrt{2 \cdot 2^2} = \sqrt{8} = 2,8 \left(\frac{\text{м}}{\text{с}} \right).$$