



Homework

---

Каретка прибора прошла путь  $S$  следующим образом: первую половину она двигалась с постоянной скоростью  $v = 12\text{ м/с}$ , вторую - с постоянным отрицательным ускорением, так что в конце пути остановилась. Найдите среднюю скорость движения Каретки.

Решение:

Средняя скорость равна  $\bar{v} = S/t$ , где  $t$  - время прохождения всего пути,  $t = t_1 + t_2$ ,  $t_1$  и  $t_2$  - время, за которое каретка прошла соответственно первую и вторую половины пути

$$t_1 = S/(2v).$$

Ускорение, с которым каретка прошла вторую половину пути, отрицательно:

$$a = -v/t_2,$$

и путь

$$\frac{S}{2} = vt_2 + \frac{at_2^2}{2} = vt_2 - \frac{vt_2}{2} = \frac{vt_2}{2}$$

Отсюда  $t_2 = S/v$ , и средняя скорость:  $\bar{v} = 2v/3 = 8\text{ м/с}$ .

Две автомашины едут по взаимно перпендикулярным дорогам с постоянными, одинаковыми по величине скоростями. В некоторый момент времени машины находились на расстояниях  $l_1 = 1$  км и  $l_2 = 3$  км от перекрестка. Найдите минимальное расстояние между машинами.

Направим оси координат вдоль каждой из дорог в сторону движения машин. Поскольку в условии задачи не оговорено, приближаются машины к перекрестку или удаляются от него, то координаты  $x_0$  и  $y_0$  положения машин в настоящий момент времени  $t = 0$  могут иметь как положительные, так и отрицательные значения, т. е.  $x_0 = \pm 3$  км и  $y_0 = \pm 1$  км. Координаты машин  $x$  и  $y$  в произвольный момент времени  $t > 0$  определяются формулами

$$x(t) = x_0 + vt, y(t) = y_0 + vt. (1)$$

Для расстояния  $l(t)$  между машинами можно написать:

$$l(t) = \sqrt{x^2(t) + y^2(t)}. (2)$$

Заменяя в (2)  $x(t)$  и  $y(t)$  правыми частями (1) и возводя затем обе части равенства (2) в квадрат, после простых преобразований получаем

$$2v^2t^2 + 2vt(x_0 + y_0) + x_0^2 + y_0^2 - l^2 = 0. (3)$$

Решая это уравнение относительно  $t$ , находим два значения  $t_1$  и  $t_2$ , отвечающие одному и тому же значению  $l$ :

$$t_{1,2} = -\frac{x_0+y_0}{v} \pm \frac{1}{2v} \sqrt{(x_0 + y_0)^2 - 2(x_0^2 + y_0^2 - l^2)}. (4)$$

Машины дважды находятся друг от друга на одинаковом расстоянии  $l$ : сначала в процессе сближения, затем в процессе удаления.

Именно поэтому уравнение (3) имеет два решения. При  $l = l_{min}$  подкоренное выражение в (4) обращается в ноль, т. е.

$$(x_0 + y_0)^2 = 2(x_0^2 + y_0^2 - l_{min}^2), (5)$$

и уравнение (3) имеет уже единственное решение

$$t_1 = t_2 = -\frac{x_0+y_0}{2v}. (6)$$

Из (5) для  $l_{min}$  находим

$$l_{min} = \frac{|x_0 - y_0|}{\sqrt{2}}$$

Из (6) ясно, что  $t = t_1 = t_2 > 0$  только в том случае, когда  $x_0 < 0$  т. е. когда  $x_0 = -3$  км. При этом  $y_0$  может иметь как положительные так и отрицательные значения. Если  $y_0 = -1$  км, то  $l_{min} = \sqrt{2}$  км если  $y_0 = 1$  км, то  $l_{min} = 2\sqrt{2}$  км. Если  $x_0 = 3$  км, то, независимо от того, положительно  $y_0$  или отрицательно,  $l$  минимально в начальный момент  $t = 0$ . В данном

случае расчет дает для  $l_{min}$ , следующие значение:  $l_{min} = \sqrt{x_0^2 + y_0^2} = \sqrt{10}$  км.

ЗАДАЧА 5. (*Всеросс., 2012, РЭ, 9*) Чебурашка и Крокодил Гена решили устроить забег по лестнице в доме Дружбы. Выяснилось, что Чебурашка успевае́т три раза добежать до четвёртого этажа и вернуться на первый этаж за время, пока Гена поднимается на шестнадцатый этаж.

На какой этаж успеет подняться Чебурашка, пока Гена будет бегать с первого этажа на шестой и обратно? Считайте, что Чебурашка и Гена бегают вверх-вниз с постоянными скоростями.

ЗАДАЧА 10. («Росатом», 2013, 7–10) Самолет, совершающий рейс Москва — Нью-Йорк, вылетает в 8:00 по московскому времени и прибывает в 13:00 по нью-йоркскому. Обратный рейс отправляется в 3:00 по нью-йоркскому и прибывает в 22:00 по московскому времени. Определите разницу времени между Москвой и Нью-Йорком.

7 часов

ЗАДАЧА 14. («Росатом», 2020, 8–10) Три машины одновременно выехали из города  $A$  в город  $B$  и ехали по одной дороге с постоянными скоростями. Скорость первой машины была  $v$ , второй —  $\frac{2v}{3}$ . Известно, что первая машина приехала в город  $B$ , когда часы показывали  $t$  часов, вторая — когда часы показывали  $t + 1$  часов, третья — когда часы показывали  $t + 2$  часов. Найти скорость третьей машины.

$$\frac{v}{a} = \varepsilon a$$