

Основные задания по физике, рассмотренные в рамках консультаций для обучающихся предвуниверситетской сетевой школы

№1

Задача. Тело, имеющее скорость v_0 в начальный момент $t = 0$, разгоняется с постоянным ускорением a . Найти путь, пройденный телом к моменту времени t .

Решение. Зависимость скорости от времени в данном случае имеет вид:

$$v = v_0 + at. (1)$$

График скорости - прямая, изображённая на рис. 5. Искомый путь есть площадь трапеции, расположенной под графиком скорости.

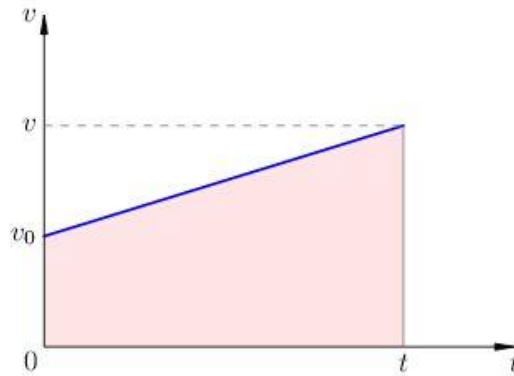


Рис. 1. Путь при равноускоренном движении

Меньшее основание трапеции равно v_0 . Большее основание равно $v = v_0 + at$. Высота трапеции равна t . Поскольку площадь трапеции есть произведение полусуммы оснований на высоту, имеем:

Эту формулу можно переписать в более привычном виде:

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

Она, разумеется, вам хорошо известна из темы "Равноускоренное движение".

Задача. График скорости тела является полуокружностью диаметра τ (рис. 1). Максимальная скорость тела равна v . Найти путь, пройденный телом за время τ .

Решение. Как вы знаете, площадь круга радиуса R равна πR^2 . Но в данной задаче необходимо учесть, что радиусы полуокружности имеют разные размерности: горизонтальный радиус есть время $\tau/2$, а вертикальный радиус есть скорость v .

Поэтому пройденный путь, вычисляемый как площадь полукруга, равен половине произведения π на горизонтальный радиус и на вертикальный радиус:

$$s = \frac{1}{2} \cdot \pi \cdot \frac{\tau}{2} \cdot v = \frac{\pi v \tau}{4}.$$

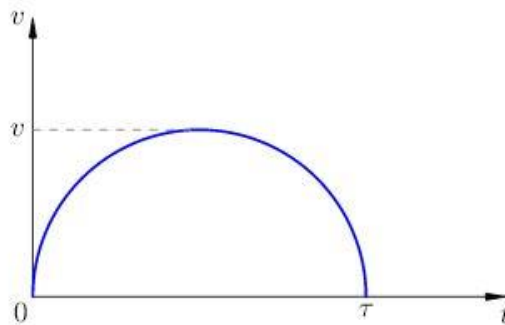


Рис. 2. К задаче

№3

Задача. Автомобиль едет по горизонтальной дороге со скоростью v и начинает резко тормозить. Найти путь s , пройденный автомобилем до полной остановки, если коэффициент трения шин о дорогу равен μ .

Решение. Начальная кинетическая энергия автомобиля $K_1 = \frac{mv^2}{2}$, конечная кинетическая энергия $K_2 = 0$. Изменение кинетической энергии $\Delta K = K_2 - K_1 = -\frac{mv^2}{2}$.

На автомобиль действуют сила тяжести $m\vec{g}$, реакция опоры \vec{N} и сила трения \vec{f} . Сила тяжести и реакция опоры, будучи перпендикулярны перемещению автомобиля, работы не совершают. Работа силы трения:

$$A = -fs = -\mu Ns = -\mu mgs.$$

Найдём работу, совершаемую силой тяжести при перемещении тела. Предположим, что тело перемещается по прямой из точки P , находящейся на высоте h_1 , в точку Q , находящуюся на высоте h_2 (рис. 3).

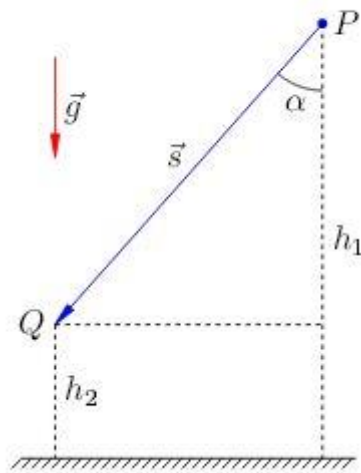


Рис. 3. $A = mg(h_1 - h_2)$

Угол между силой тяжести $m\vec{g}$ и перемещением тела \vec{s} обозначим α . Для работы силы тяжести получим:

$$A = m\vec{g}\vec{s} = mgscos\alpha.$$

Но, как видно из рис. 3, $scos\alpha = h_1 - h_2$. Поэтому

$$A = mg(h_1 - h_2) = mgh_1 - mgh_2,$$

или

$$A = W_1 - W_2. (3)$$

Учитывая, что $W_1 - W_2 = -(W_2 - W_1) = -\Delta W$, имеем также:

$$A = -\Delta W. (4)$$

Можно доказать, что формулы (3) и (4) справедливы для любой траектории, по которой тело перемещается из точки P в точку Q , а не только для прямолинейного отрезка.

Задача 1. По графику проекции скорости тела (рис. 3) определите проекцию его перемещения между 1 и 5 с.

Ответ: _____ м.

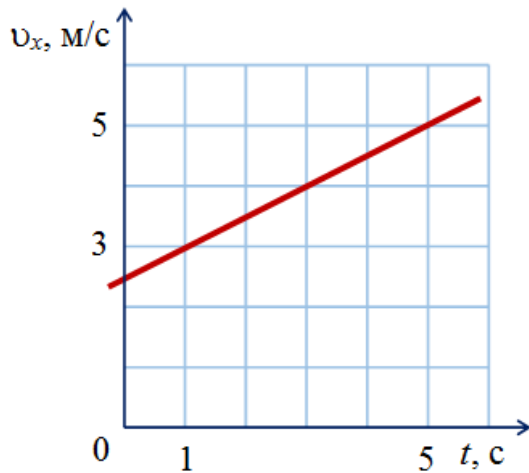


Рис. 3

Решение. Проекция перемещения за промежуток времени $\Delta t = t_2 - t_1 = 5\text{ с} - 1\text{ с} = 4\text{ с}$ численно равна площади фигуры, ограниченной графиком $v_x(t)$, осью времени $0t$ и перпендикулярами к $t_1 = 1\text{ с}$ и $t_2 = 5\text{ с}$ (рис. 4, площадь выделена штриховкой). Фигура ABCD — это трапеция, ее площадь равна

$$S = \frac{a+b}{2} \cdot h = \frac{AD+BC}{2} \cdot DC$$

где $DC = \Delta t = 4\text{ с}$, $AD = 3\text{ м/с}$, $BC = 5\text{ м/с}$. Тогда $S = 16\text{ м}$.

Проекция перемещения $s_x > 0$, т.к. проекция скорости $v_x > 0$.
 $s_x = S = 16\text{ м}$.

Ответ: 16.

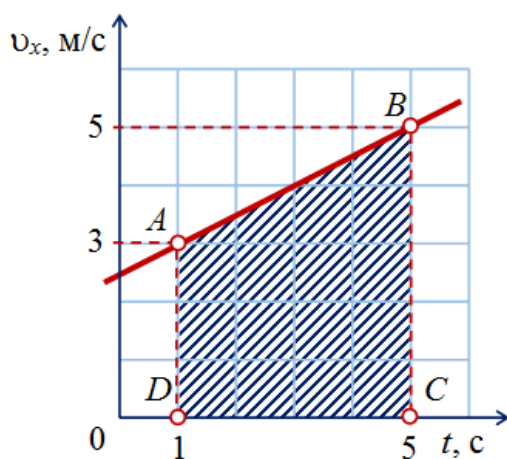


Рис. 4

Задача 2. Автомобиль движется по прямой улице вдоль оси X. На рисунке 5 представлен график зависимости проекции скорости автомобиля от времени. Определите путь, пройденный автомобилем в течение указанных интервалов времени.

Интервал времени	Путь
от 0 до 10 с	Ответ: м.
от 30 до 40 с	Ответ: м.

В бланк ответов перенесите только числа, не разделяя их пробелом или другим знаком.

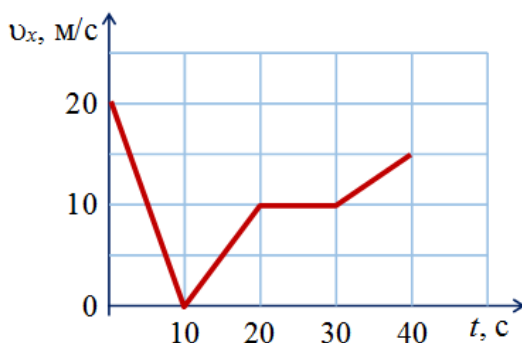


Рис. 5

Решение. Путь за промежуток времени $\Delta t = t_2 - t_1$ численно равна площади фигуры, ограниченной графиком $v_x(t)$, осью времени $0t$ и перпендикулярами к t_1 и t_2 .

На интервале $[0 \text{ с}, 10 \text{ с}]$ ищем площадь треугольника (рис. 6).

$$S_1 = \frac{a \cdot h}{2},$$

где $a = 20 \text{ м/с}$, $h = \Delta t_1 = 10 \text{ с} - 0 \text{ с} = 10 \text{ с}$. Тогда $S_1 = 100 \text{ м}$.

Путь равен значению площади (путь всегда положительный, т.е. $s > 0$).

$$s_1 = S_1 = 100 \text{ м}.$$

На интервале $[30 \text{ с}, 40 \text{ с}]$ ищем площадь трапеции (см. рис. 6).

$$S_2 = \frac{a+b}{2} \cdot h,$$

где $a = 10 \text{ м/с}$, $b = 15 \text{ м/с}$, $h = \Delta t = 40 \text{ с} - 30 \text{ с} = 10 \text{ с}$. Тогда $s_2 = S_2 = 125 \text{ м}$.

Ответ: 100125.

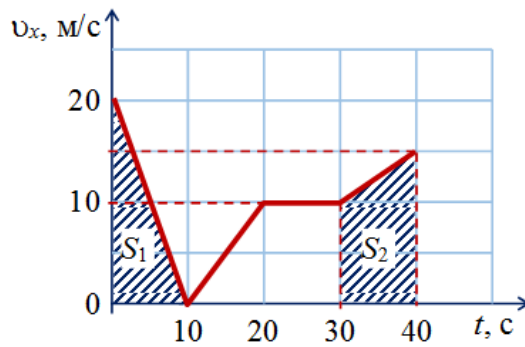


Рис. 6

Задача 3. Определите за первые 4 с (рис. 7):

- а) проекцию перемещения тела;
- б) пройденный путь.

Ответ: а) _____ м; б) _____ м.

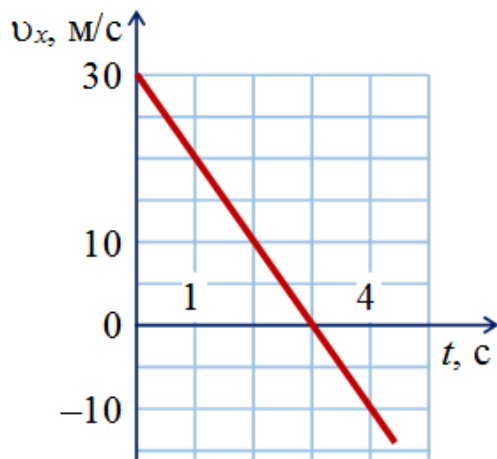


Рис. 7

Решение. Проекция перемещения за время $\Delta t = t_2 - t_1 = 4\text{ с} - 0 = 4\text{ с}$ (первые 4 с) равна площади фигуры, ограниченной графиком $v_x(t)$, осью времени $0t$ и перпендикулярами к $t_1 = 0\text{ с}$ и $t_2 = 4\text{ с}$ (рис. 8, площадь выделена штриховкой).

Так как при $t_0 = 3\text{ с}$ проекция скорости поменяла знак, то получили два треугольника, площади которых равны:

где

$$a_1 = 30 \text{ м/с}, h_1 = \Delta t_1 = 3\text{с} - 0\text{с} = 3\text{с}$$

$$a_2 = |-10 \text{ м/с}| = 10 \text{ м/с}, h_2 = \Delta t_2 = 4\text{с} - 3\text{с} = 1\text{с}.$$

$$\text{Тогда } S_1 = 45\text{м}, S_2 = 5\text{м}.$$

а) Проекция перемещения $s_{1x} > 0$, т.к. проекция скорости $v_{1x} > 0$; проекция перемещения $s_{2x} < 0$, т.к. проекция скорости $v_{2x} < 0$. В итоге получаем: $45\text{м} - 5\text{м} = 40\text{ м}$. б) Путь равен значению площади (путь всегда положительный, т.е. $s > 0$).

$$s = S_1 + S_2, s = 45\text{ м} + 5\text{ м} = 50\text{ м}.$$

Ответ: а) 40; б) 50.

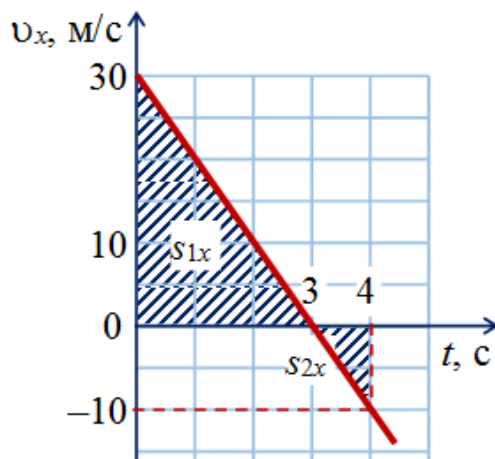


Рис. 8

Задача 4. График зависимости проекции скорости материальной точки, движущейся вдоль оси OX , от времени изображен на рисунке 9. Определите перемещение точки, которое она совершила за первые 6 с.

Ответ: _____ м.

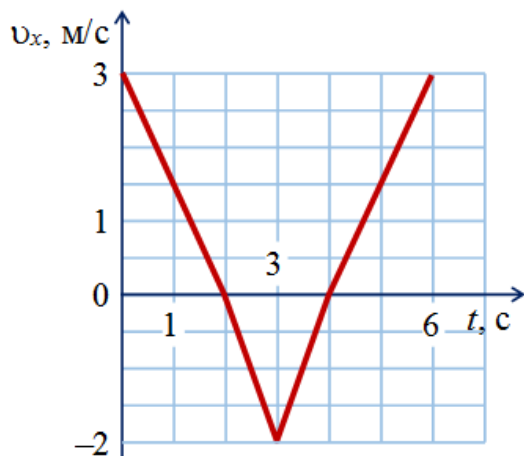


Рис. 9

Решение. Проекция перемещения за время $\Delta t = t_2 - t_1 = 6\text{ с} - 0 = 6\text{ с}$ (первые 6 с) численно равна площади фигуры, ограниченной графиком $v_x(t)$, осью времени $0t$ и перпендикулярами к $t_1 = 0\text{ с}$ и $t_2 = 6\text{ с}$ (рис. 10, площадь выделена штриховкой).

Так как при $t_{01} = 2\text{ с}$ и $t_{02} = 4\text{ с}$ проекция скорости меняет знак, то получили три фигуры, три треугольника, площади которых равны:

где

$$a_1 = 3 \text{ м/с}, h_1 = \Delta t_1 = 2\text{ с} - 0\text{ с} = 2\text{ с}$$

$$a_2 = |-2 \text{ м/с}| = 2 \text{ м/с}, h_2 = \Delta t_2 = 4\text{ с} - 2\text{ с} = 2\text{ с}$$

$$a_3 = 3 \text{ м/с}, h_3 = \Delta t_3 = 6\text{ с} - 4\text{ с} = 2\text{ с}.$$

$$\text{Тогда } S_1 = 3 \text{ м}, S_2 = 2 \text{ м}, S_3 = 3 \text{ м}.$$

Проекция перемещения $s_{1x} > 0$, т.к. проекция скорости $v_{1x} > 0$.

Проекция перемещения $s_{2x} < 0$, т.к. проекция скорости $v_{2x} < 0$. Проекция перемещения $s_{3x} > 0$, т.к. проекция скорости $v_{3x} > 0$. В итоге получаем:

$$3 \text{ м} - 2 \text{ м} + 3 \text{ м} = 4 \text{ м}.$$

Ответ: 4.

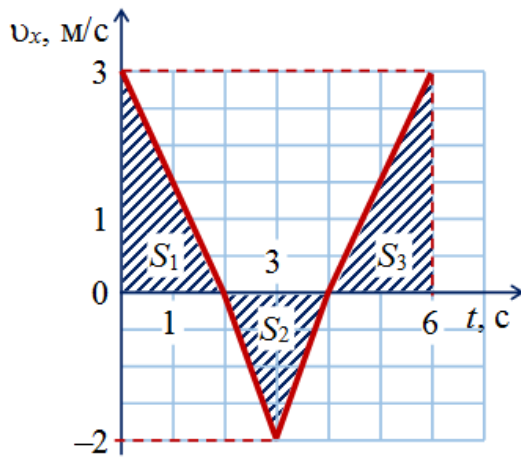
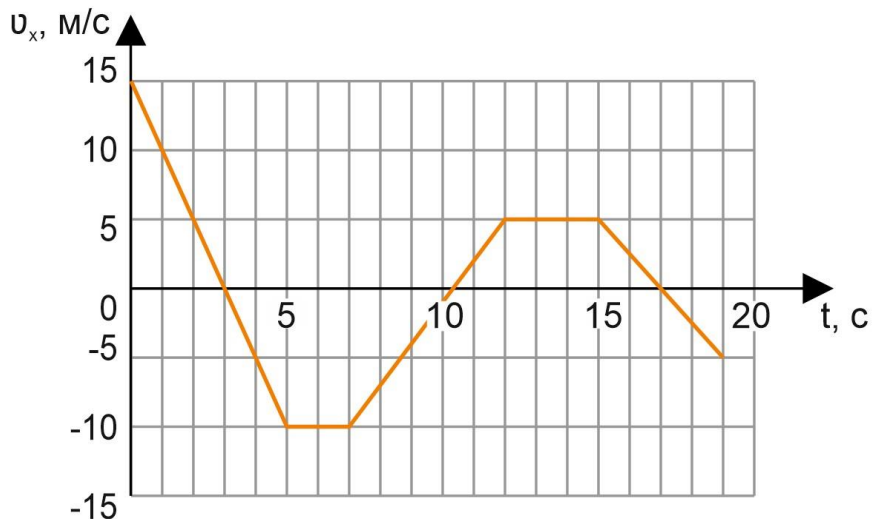


Рис. 10

Задача 5. На рисунке приведен график зависимости v_x скорости тела от времени t .



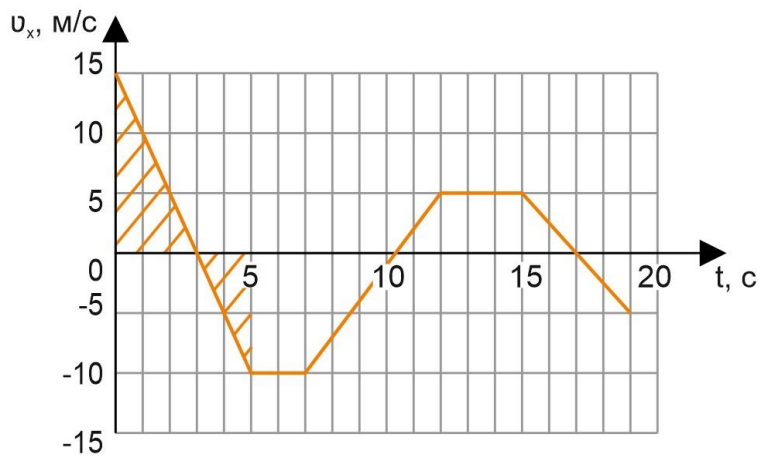
Определите путь, пройденный телом в интервале времени от 0 до 5 с.

Ответ: _____ м.

Решение. Здесь нам необходимо умение читать графики. В задаче рассматривается зависимость проекции скорости тела от времени. На интервале от 0 до 3 с проекция скорости уменьшается от значения 15 м/с до 0. На интервале от 3 до 5 с **модуль** проекции возрастает от нулевого значения до 10 м/с. Важно заметить, что тело в этом временном интервале начинает движение в направлении, противоположном оси ОХ.

Пройденный путь равен площадью фигуры под графиком проекции скорости.

Рис.1



Решение сводится к нахождению площадей двух треугольников, заштрихованных на рис. 1

$$S_1 = \frac{15 \cdot 3}{2} = 22,5 \text{ (м)}.$$

$$S_2 = \frac{10 \cdot 2}{2} = 10 \text{ (м)}.$$

Общий путь в интервале времени от 0 до 5с определяется суммой отдельных путей S_1 и S_2 .

$$\begin{aligned} S_o &= S_1 + S_2 \\ S_o &= 22,5 + 10 = 32,5 \text{ (м)}. \end{aligned}$$

Ответ: 32,5 м

Мы находим проекцию перемещения в интервале времени от 0 до 5с.

Учитываем, что проекция перемещения в интервале времени от 0 до 3 с положительная и её значение равно пройденному пути на этом интервале.

$$S_{1x} = S_1 = 22,5 \text{ (м)}.$$

В интервале времени от 3 с до 5 с проекция перемещения отрицательная, так как тело движется в направлении противоположном оси ОХ.

$$S_{2x} = -10 \text{ (м)}.$$

Проекция перемещения за весь интервал времени будет

$$\begin{aligned} \text{равна } S_{o,x} &= S_{1x} + S_{2x} \\ S_{o,x} &= 22,5 + (-10) = 12,5 \text{ (м)}. \end{aligned}$$

Ответ: 12,5 м