

7-9 классы, подготовка к теоретическому туру

олимпиады школьников «Робофест» по физике

Набор задач для самостоятельного решения по вводному занятию 1.

Тема: «ДВИЖЕНИЕ: ПУТЬ, ПЕРЕМЕЩЕНИЕ И СКОРОСТЬ».

Задача 1 (1 балл) [путь, скорость, средняя скорость на участке пути]

Велосипедист проехал 8 км со скоростью 16 км/ч, а потом еще 16 км со скоростью 8 км/ч. Какой была его средняя скорость на всем пути? Ответ дайте в км/ч.

Подсказка 1: Для определения средней скорости на участке пути нужно вычислить полный путь.

Подсказка 2: Для определения средней скорости на участке пути нужно вычислить полное время движения.

Решение:

Полный путь велосипедиста равен $s = 8 \text{ км} + 16 \text{ км} = 24 \text{ км}$. Общее время движения

$$t = \frac{8 \text{ км}}{16 \text{ км/ч}} + \frac{16 \text{ км}}{8 \text{ км/ч}} = 2,5 \text{ ч. Значит, } v_{cp} = \frac{s}{t} = \frac{24 \text{ км}}{2,5 \text{ ч}} = 9,6 \text{ км/ч.}$$

ОТВЕТ: 9,6.

Задача 2 (2 балла) [путь, скорость, средняя скорость на участке пути]

Велосипедист проехал третью часть пути со скоростью $v_1 = 24 \text{ км/ч}$, а потом оставшуюся часть пути со скоростью $v_2 = 12 \text{ км/ч}$. Какой была его средняя скорость на всем пути? Ответ дайте в км/ч.

Подсказка 1: Полный путь можно обозначить s и использовать это обозначение в вычислениях вместо числового значения.

Подсказка 2: Тогда полное время движения $t = \frac{s/3}{v_1} + \frac{2s/3}{v_2} = \frac{s}{3v_1v_2}(v_2 + 2v_1)$.

Решение:

Полный путь можно обозначить s и использовать это обозначение в вычислениях вместо числового значения. Тогда полное время движения $t = \frac{s/3}{v_1} + \frac{2s/3}{v_2} = \frac{s}{3v_1v_2}(v_2 + 2v_1)$. Значит,

$$v_{cp} = \frac{s}{t} = \frac{3v_1v_2}{v_2 + 2v_1}. \text{ Мы получили формулу для вычисления средней скорости. Подставляя}$$

значения скоростей, находим: $v_{cp} = 14,4 \text{ км/ч}$.

ОТВЕТ: 14,4.

Задача 3 (3 балла) [путь, скорость, средняя скорость на участке пути]

Велосипедист проехал четвертую часть пути со скоростью v , а потом оставшуюся часть пути с втрое меньшей скоростью. Во сколько раз его средняя скорость на всем пути меньше v ? Ответ дайте в виде правильной десятичной дроби.

Подсказка 1: Полный путь можно обозначить s и использовать это обозначение в вычислениях вместо числового значения.

Подсказка 2: Тогда полное время движения $t = \frac{s/4}{v} + \frac{3s/4}{v/3}$.

Решение:

Полный путь можно обозначить s и использовать это обозначение в вычислениях вместо числового значения. Тогда полное время движения $t = \frac{s/4}{v} + \frac{3s/4}{v/3} = \frac{5s}{2v}$. Значит, $v_{cp} = \frac{s}{t} = \frac{2}{5}v$. Таким образом, $\frac{v}{v_{cp}} = \frac{5}{2} = 2,5$.

ОТВЕТ: 2,5.

Задача 4 (2 балла) [путь, перемещение]

Туристическая группа в походе по Московской области прошла 4 км на север, затем 5 км на восток, а потом еще 8 км на север. Во сколько раз пройденный ими путь больше величины их перемещения? Ответ дайте в виде правильной десятичной дроби, с точностью до десятых.

Подсказка 1: Всего на север они прошли 12 км.

Подсказка 2: Так как направления на север и восток взаимно-перпендикулярны, величину их перемещения можно найти по теореме Пифагора.

Решение:

Ясно, что всего на север они прошли 12 км. Так как направления на север и восток взаимно-перпендикулярны, величину их перемещения можно найти по теореме Пифагора:

$|\Delta \vec{r}| = \sqrt{(12 \text{ км})^2 + (5 \text{ км})^2} = 13 \text{ км}$. Ясно, что пройденный туристами путь $s = 12 \text{ км} + 5 \text{ км} = 17 \text{ км}$. Таким образом, $\frac{s}{|\Delta \vec{r}|} = \frac{17}{13} \approx 1,3$.

ОТВЕТ: 1,3.

Задача 5 (2 балла) [путь, скорость, средняя скорость на участке пути]

Тело совершает движение вдоль одной прямой, и его положение характеризуется координатой x , зависимость которой от времени показана на графике на рисунке 1. Найдите среднюю скорость на участке пути. Ответ запишите в м/с с точностью до целого значения.

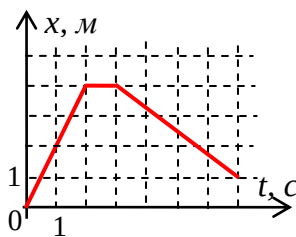


рис.1

Подсказка 1: Полное время движения 7с.

Подсказка 2: Тело прошло сначала 4 м вдоль оси x , а затем 3 м против.

Подсказка 3: Полный путь равен 7 м.

Решение:

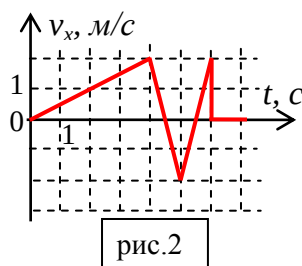
По графику определяем, что полное время движения равно 7с. Затем — что тело прошло сначала 4 м вдоль оси x , а затем 3 м против. Значит, полный путь равен 7 м. Таким образом,

средняя скорость на участке пути $v_{cp} = \frac{s}{t} = \frac{7 \text{ м}}{7 \text{ с}} = 1 \text{ м/с}$.

ОТВЕТ: 1.

Задача 6 (3 балла) [путь, скорость, средняя скорость на участке пути]

Тело совершает движение вдоль одной прямой, и его положение характеризуется координатой x . На графике на рисунке 2 показана зависимость скорости от времени. Найдите среднюю скорость на участке пути. Ответ запишите в м/с с точностью до целого значения.



Подсказка 1: Путь можно подсчитать на каждом участке, где скорость имеет один знак, как площадь фигуры между графиком и осью времен.

Подсказка 2: Здесь можно выделить три таких участка, и путь для каждого можно подсчитать как площадь треугольника.

Подсказка 3: Тогда общий путь равен $s = \frac{2 \text{ м/с} \cdot 4,5 \text{ с}}{2} + \frac{2 \text{ м/с} \cdot 1 \text{ с}}{2} + \frac{2 \text{ м/с} \cdot 0,5 \text{ с}}{2} = 6 \text{ м}$.

Решение:

Путь можно подсчитать на каждом участке, где скорость имеет один знак, как площадь фигуры между графиком и осью времен. Здесь можно выделить три таких участка, и путь для каждого можно подсчитать как площадь треугольника. Тогда общий путь равен

$s = \frac{2 \text{ м/с} \cdot 4,5 \text{ с}}{2} + \frac{2 \text{ м/с} \cdot 1 \text{ с}}{2} + \frac{2 \text{ м/с} \cdot 0,5 \text{ с}}{2} = 6 \text{ м}$. Общее время движения равно 6 с. Значит, средняя

скорость на участке пути $v_{cp} = \frac{s}{t} = \frac{6 \text{ м}}{6 \text{ с}} = 1 \text{ м/с}$.

ОТВЕТ: 1.

Задача 7 (3 балла) [равноускоренное движение, перемещение]

Тело совершает движение вдоль одной прямой, и его положение характеризуется координатой x . Тело начинает движение вдоль оси x с начальной скоростью $v_0 = +2 \text{ м/с}$, и движется с постоянным ускорением $a = -1 \text{ м/с}^2$. Найдите перемещение тела за время $t = 4 \text{ с}$. Ответ запишите в метрах, с точностью до целого значения.

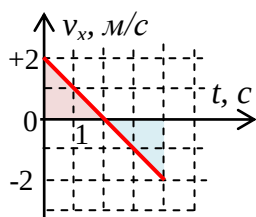
Подсказка 1: Можно построить график зависимости скорости от времени $v_x(t) = v_0 + at$.

Подсказка 2: Перемещение – это изменение координаты, и его можно найти, суммируя площади «под» этим графиком, с учетом знака.

Подсказка 3: За 4 с скорость станет равной $v = -v_0 = -2 \text{ м/с}$, так что участки с «положительной» и «отрицательной» площадью оказываются симметричны.

Решение:

Можно построить график зависимости скорости от времени $v_x(t) = v_0 + at$:



Перемещение – это изменение координаты, и его можно найти, суммируя площади «под» этим графиком, с учетом знака. Как видно, за 4 с скорость станет равной $v = -v_0 = -2 \text{ м/с}$,

так что участки с «положительной» и «отрицательной» площадью оказываются симметричны. Поэтому полное перемещение равно нулю.

ОТВЕТ: 0.

Задача 8 (4 балла) [равноускоренное движение, перемещение, путь]

Тело совершает движение вдоль одной прямой, и его положение характеризуется координатой x . Тело начинает движение вдоль оси x с некоторой начальной скоростью, и движется с постоянным ускорением. Известно, что спустя время $t_1 = 1,5$ с тело поменяло направление движения. Полный путь тела за время $t = 2$ с после начала движения $s = 2,5$ м, а его перемещение $\Delta x = +2$ м. Определите начальную скорость тела. Ответ приведите в м/с, округлив при необходимости до целого значения.

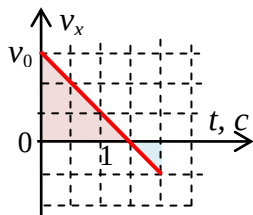
Подсказка 1: Раз тело изменяло направление движения, то его ускорение было отрицательным.

Подсказка 2: Можно построить график зависимости скорости от времени $v_x(t) = v_0 + at$, и тогда путь и перемещение выражаются через соответствующие площади.

Подсказка 3: Путь при движении вперед можно найти как $s_+ = \frac{1}{2} v_0 t_1$.

Решение:

Раз тело изменяло направление движения, то его ускорение было отрицательным. Если построить график зависимости скорости от времени $v_x(t) = v_0 + at$, то он будет выглядеть следующим образом:



Теперь путь и перемещение выражаются через соответствующие площади: если обозначить путь при движении вперед s_+ , а при движении назад s_- , то: $s = s_+ + s_-$, а $\Delta x = s_+ - s_-$. Из этих соотношений видно, что $s_+ = \frac{s + \Delta x}{2} = 2,25$ м. С другой стороны, как видно из графика,

$$s_+ = \frac{1}{2} v_0 t_1. \text{ Поэтому } v_0 = \frac{2s_+}{t_1} = \frac{s + \Delta x}{t_1} = 3 \text{ м/с.}$$

В этой задаче можно найти всю информации о движении. Можно заметить, что

$$s_- = \frac{s - \Delta x}{2} = 0,25 \text{ м, а сам путь при движении назад можно выразить через модуль ускорения}$$

и время $\tau = t - t_1 = 0,5$ с: $s_- = \frac{1}{2} |a| \tau^2$. Поэтому $|a| = \frac{2s_-}{\tau^2} = \frac{s - \Delta x}{(t - t_1)^2} = 2 \text{ м/с}^2$. Значит, ускорение тела $a = -2 \text{ м/с}^2$.

ОТВЕТ: 3.

Задача 9 (5 баллов) [путь, перемещение, география]

Встав утром, охотник отправился в путь от своей палатки. Он прошел 10 км на юг, потом повернул на запад, прошел еще 10 км и встретил дикого медведя. Охотник усыпил его с помощью патрона с транквилизатором, и отправился за передвижной клеткой к своей палатке. До нее ему пришлось пройти 10 км на север. Какого цвета был медведь? В ответе

укажите номер выбранного цвета: 1 – черный, 2 – бурый, 3 – белый, 4 – полосатый. Перед тем как посмотрите решение, подумайте: как бы Вы доказывали, что Ваш ответ правилен?

Подсказка 1: Если построить схему перемещений охотника, то сразу становится понятным, что если рисовать их в средних широтах или на экваторе, то построение окажется невозможным.

Подсказка 2: Нужно представить себе глобус и понять, в каком месте на нем можно нарисовать равносторонний треугольник, все углы которого – по 90° .

Подсказка 3: Такой треугольник возможен, если палатка охотника находилась точно на Северном полюсе.

Решение:

Если построить схему перемещений охотника, то сразу становится понятным, что если рисовать их в средних широтах или на экваторе, то построение окажется невозможным. Никак не получается нарисовать равносторонний треугольник, все углы которого – по 90° ! Если представить себе глобус, то можно заметить, что такой треугольник возможен, если палатка охотника находилась точно на Северном полюсе. В этом случае медведь, очевидно, белый, так как другие в этой местности не водятся.

На самом деле описанная траектория возможна и еще вблизи Южного полюса (попытайтесь придумать, как ее построить), но в тех местах не водятся никакие медведи, так что этот случай не соответствует условию.

Эта задача придумана выдающимся математиком академиком В.И. Арнольдом.

ОТВЕТ: 3.