

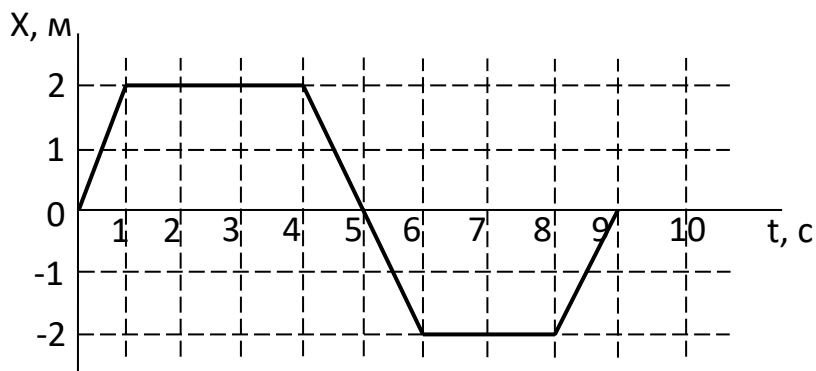
Муниципальный этап Всероссийской олимпиады школьников по физике

7 класс, 2016-2017 уч.г.

Решения, критерии оценивания

Задача 1. Движение тела.

На рисунке представлен график зависимости координаты тела от времени при прямолинейном движении.



Определить путь, пройденный телом за 9 секунд от начала движения, модуль его перемещения за то же время и проекции его скоростей на интервалах 0с-1с, 4с-6с и 8с-9с.

Возможное решение.

Пройденный телом путь складывается из пути в 2 м, пройденного в положительном направлении за первую секунду движения, пути в 4м, пройденного в отрицательном направлении от конца четвертой секунды до конца шестой секунды (после трехсекундной остановки в точке с координатой 2м) и пути в 2 м, пройденного в положительном направлении за девятую секунду (после двухсекундной остановки в точке с координатой – 2м). Таким образом, пройденный путь составляет 8 м.

Модуль перемещения тела равен нулю, т.к. к концу девятой секунды тело возвращается в исходную точку (начало координат).

Проекции скорости при равномерном прямолинейном движении для конкретных интервалов времени рассчитываются по формуле

$$V_x = \frac{x_{\text{конеч.}} - x_{\text{начальн.}}}{t_{\text{конеч.}} - t_{\text{начальн.}}}, \text{ где}$$

$x_{\text{начальн.}}$ и $x_{\text{конечн.}}$ – начальная и конечная координата тела на рассматриваемом интервале соответственно, $t_{\text{начальн}}$ и $t_{\text{конечн.}}$ – времена входа тела в рассматриваемый интервал и выхода из него соответственно.

Для рассматриваемых нами интервалов

$$0\text{с}-1\text{с} \quad V_x = \frac{2-0}{1-0} = 2 \left(\frac{\text{м}}{\text{с}}\right),$$

$$4\text{с}-6\text{с} \quad V_x = \frac{-2-2}{6-4} = -2 \left(\frac{\text{м}}{\text{с}}\right),$$

$$8\text{с}-9\text{с} \quad V_x = \frac{0-(-2)}{9-8} = 2 \left(\frac{\text{м}}{\text{с}}\right).$$

Критерии оценивания.

Определен пройденный телом путь 4 баллов

Определен модуль перемещения 1 балл

Записана формула для расчета проекции скорости 2 балла

Рассчитаны значения проекций скоростей на заданных интервалах
времени 3 балла

Задача 2. Определить скорость тела.

Тело, двигаясь из пункта А в пункт Б, первую четверть пути двигалось с некоторой постоянной скоростью, а остальной путь – со скоростью вдвое большей. Средняя скорость тела на всем пути составила 8 км/час. Определить скорость тела на первой четверти пути.

Возможное решение.

По определению средней скорости

$$V_{\text{cp}} = \frac{S}{t}, \quad (1)$$

где S – расстояние от А до Б, t – время его прохождения.

Время прохождения пути

$$t = t_1 + t_2, \quad (2)$$

где t_1 – время прохождения телом первой четверти пути, а t_2 – время прохождения остального пути.

Очевидно, что

$$t_1 = \frac{\frac{1}{4}S}{V_1}, \quad (3)$$

а

$$t_2 = \frac{\frac{3}{4}S}{V_2}, \quad (4)$$

где V_1 и V_2 – скорости движения тела на первой четверти пути и на оставшемся пути соответственно.

Подставляя последовательно (2), (3) и (4) в (1), получаем

$$V_{\text{cp}} = \frac{S}{\frac{\frac{1}{4}S}{V_1} + \frac{\frac{3}{4}S}{V_2}},$$

и после преобразований

$$V_{\text{cp}} = \frac{4V_1V_2}{V_2 + 3V_1}.$$

Учитывая, что по условию задачи

$$V_2 = 2V_1,$$

получаем

$$V_{\text{cp}} = \frac{8}{5}V_1,$$

откуда

$$V_1 = \frac{5}{8}V_{\text{cp}}.$$

Поскольку по условию

$$V_{\text{cp}} = 8 \text{ км/час},$$

окончательно

$$V_1 = 5 \text{ км/час}.$$

Критерии оценивания.

Записана формула (1)	1 балл
Записана формула (2)	1 балл
Записана формула (3)	2 балла
Записана формула (4)	2 балла
Получено выражение для расчета средней скорости	2 балла
Получено выражение для скорости на первой четверти пути с учетом соотношения скоростей на двух разных этапах движения.....	1 балл
Получено значение скорости на первой четверти пути	1 балл.

Задача 3. Определить отношение скоростей.

Первый и второй поезда движутся по параллельным путям с постоянными скоростями. При движении в одном направлении время полного обгона второго поезда первым составляет 3 минуты. При встречном движении время от момента встречи до полного расхождения составляет 1 минуту. Определить отношение скорости первого поезда и скорости второго поезда в системе земли.

Возможное решение.

Задачу удобно решать в системе отсчета, связанной со вторым поездом, условно считая его неподвижным.

В системах как земли, так и условно неподвижного второго поезда первый поезд и при полном обгоне и при встречном движении до полного расхождения поездов проходит одинаковое расстояние ℓ , равные сумме длин поездов.

При обгоне скорость первого поезда относительно второго

$$V_{\text{обг.}} = V_1 - V_2,$$

где V_1 и V_2 - скорости первого и второго поездов соответственно в системе земли, а пройденное им расстояние

$$\ell = (V_1 - V_2) t_1, \quad (1)$$

где t_1 - время, за которое первый поезд полностью проходит мимо второго при обгоне. При встречном движении скорость первого поезда относительно второго

$$V_{\text{встр.}} = V_1 + V_2,$$

а пройденное им расстояние

$$\ell = (V_1 + V_2) t_2, \quad (2)$$

где t_2 - время, за которое первый поезд полностью проходит мимо второго при встречном движении.

Одинаковость левых частей уравнений (1) и (2) позволяет приравнять их правые части

$$(V_1 - V_2)t_1 = (V_1 + V_2)t_2 \quad (3)$$

и после преобразований получить

$$\frac{V_1}{V_2} = \frac{t_1 + t_2}{2}. \quad (4)$$

Подставляя в (3) значения t_1 и t_2 , получаем

$$\frac{V_1}{V_2} = 2.$$

Критерии оценивания.

Учтено, что и при обгоне и при встречном движении поезда проходят относительно друг друга одинаковые расстояния, равные сумме их длин 2 балла

Записано выражение для скорости поездов
относительно друг друга при встречном движении 1 балл

Записано выражение для расстояния, пройденного
поездами относительно друг друга при встречном движении 1 балл

Записано выражение для скорости поездов
относительно друг друга при обгоне 1 балл

Записано выражение для расстояния, пройденного поездами
относительно друг друга при обгоне 1 балл

Составлено уравнение (3) 2 балла

Получено выражение (4) 1 балл

Получено значение отношения скорости первого поезда
и скорости второго поезда 1 балл

Задача 4. Определение средней скорости.

Первый и второй поезда движутся по параллельным путям. В системе земли скорость первого поезда 72 км/час., а второго 36 км/час. Первый поезд сначала обгоняет второго, но, полностью пройдя мимо него, мгновенно останавливается и движется назад с прежней по величине скоростью, пока полностью не разойдется со вторым. Определить среднюю скорость первого поезда в системе отчета, связанной со вторым поездом за все время от начала обгона до полного расхождения поездов при встречном движении. Ответ привести в м/с.

Возможное решение.

По определению средней скорости

$$V_{\text{cp}} = \frac{S}{t}, \quad (1)$$

где S – пройденный телом путь, t – полное время его прохождения

В системах как земли, так и условно неподвижного второго поезда первый поезд и при полном обгоне и при встречном движении до полного расхождения поездов проходит одинаковые расстояния

$$l = l_1 + l_2,$$

где l_1 и l_2 – длины первого и второго поезда соответственно.

Следовательно, весь путь, пройденный первым поездом, составляет

$$S = 2(l_1 + l_2). \quad (2)$$

При обгоне скорость первого поезда относительно второго

$$V_{\text{обг.}} = V_1 - V_2,$$

где V_1 и V_2 – скорости первого и второго поездов в системе земли. Соответственно, время полного обгона

$$t_1 = \frac{l_1 + l_2}{V_1 - V_2}. \quad (3)$$

При встречном движении скорость первого поезда относительно второго

$$V_{\text{встр.}} = V_1 + V_2$$

и время встречного движения до полного расхождения поездов

$$t_2 = \frac{l_1 + l_2}{V_1 + V_2}. \quad (4)$$

Очевидно, что все время движения первого поезда относительно второго

$$t = t_1 + t_2. \quad (5)$$

Подставляя (2), (5), (3) и (4) в (1), получаем

$$V_{\text{cp}} = \frac{2(l_1 + l_2)}{\frac{l_1 + l_2}{V_1 - V_2} + \frac{l_1 + l_2}{V_1 + V_2}}$$

и после преобразований

$$V_{\text{cp}} = \frac{2(V_1^2 - V_2^2)}{2V_1}. \quad (6)$$

Выражая V_1 и V_2 в м/с и подставляя эти значения в (6), получаем

$$V_{\text{cp}} = 15 \text{ м/с.}$$

Критерии оценивания.

Записано выражение (1) 1 балл

Учтено, что и при обгоне и при встречном движении поезда проходят относительно друг друга одинаковые расстояния, равные сумме их длин..... 2 балла

Записано выражение для всего пути, пройденного первым поездом относительно второго 1 балл

Записано выражение для скорости первого поезда относительно второго при обгоне 1 балл

Записано выражение для времени движения первого поезда относительно второго при обгоне 1 балл

Записано выражение для скорости первого поезда относительно второго при встречном движении 1 балл

Записано выражение для времени движения первого поезда относительно второго при встречном движении 1 балл

Получено выражение для средней скорости первого поезда относительно второго..... 1 балл

Значения скоростей первого и второго поездов переведены в м/с и выполнен расчет средней скорости первого поезда в системе второго 1 балл