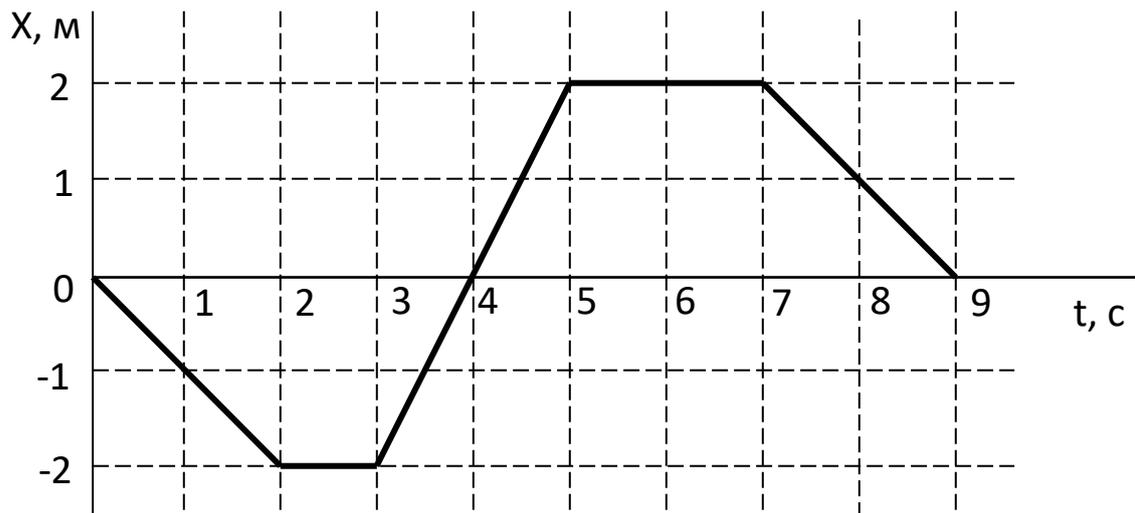


Муниципальный этап Всероссийской олимпиады школьников по физике

7 класс, 2017-2018 уч.г.

Задача 1. Анализ движения по графику зависимости координаты от времени.

На рисунке представлен график зависимости координаты тела от времени при прямолинейном движении. Определить путь, пройденный телом за 5с от начала движения, модуль его перемещения и среднюю скорость за 9с от начала движения.



Возможное решение.

На этапе 0с-2с тело прошло в отрицательном направлении путь 2м, на этапе 3с – 5с в положительном направлении путь 4м и на этапе 7с -9с в отрицательном направлении путь 2м. Таким образом, весь пройденный путь составляет 8м, а модуль перемещения равен нулю, т.е. тело вернулось в исходную точку.

Поскольку тело за 5с от начала движения прошло 6м, его средняя скорость на этапе 0с – 5с составляет 1,2 м/с.

Критерии оценивания.

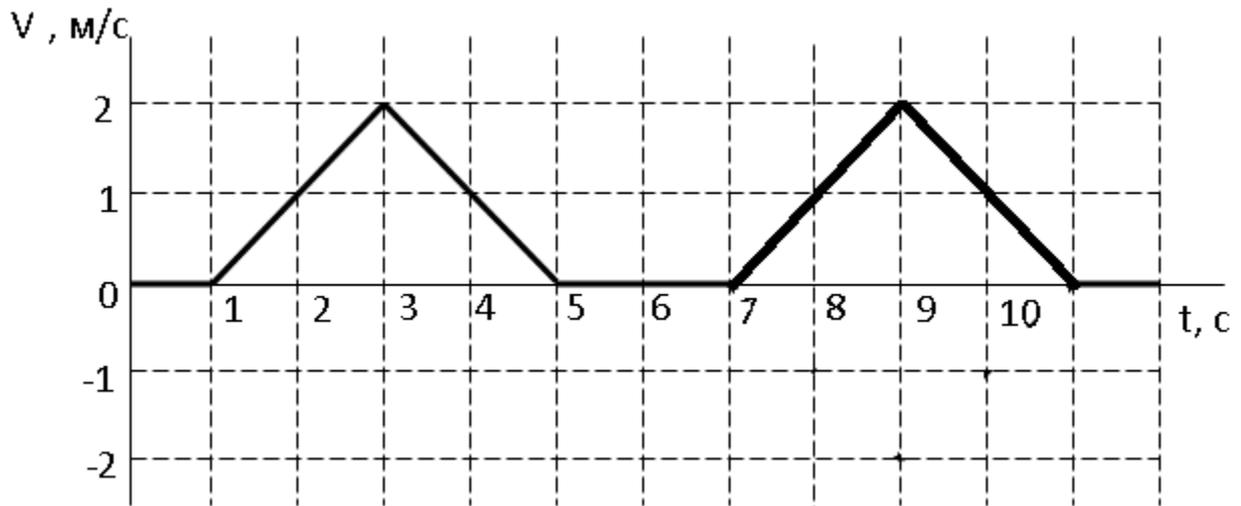
Определен путь, пройденный телом за 9с от начала движения .....4 балла

Определен модуль перемещения за 9с от начала движения .....2 балла

Определена средняя скорость за 5с от начала движения .....4 балла

Задача 2. Анализ движения по графику зависимости величины скорости от времени.

На рисунке представлен график зависимости проекции скорости от времени при прямолинейном движении.



Определить для интервала времени от конца первой секунды до конца десятой секунды пройденный телом путь, модуль его перемещения и среднюю скорость.

Возможное решение.

Поскольку путь численно равен площади между осью времени и графиком зависимости величины скорости от времени, используя формулу для площади треугольника легко получить, что за рассматриваемый интервал времени тело прошло путь 8м.

На этапе от конца первой секунды до конца пятой секунды тело прошло в положительном направлении путь 4м, а затем после двухсекундной остановки еще точно такой же путь. Следовательно, модуль его перемещения тоже равен 8 м.

Путь 8м пройден телом за 10 с, а значит  $V_{cp} = \frac{8}{10} = 0,8 \left(\frac{м}{с}\right)$

Критерии оценивания.

Найден пройденный телом путь ..... 4 балла

Найден модуль перемещения ..... 2 балла

Найдена средняя скорость ..... 4 балла

### Задача 3. Определение плотности металла.

Металлический кубик, половину объема которого составляет открытая пустая полость, покоится на горизонтальной поверхности. После полного заполнения полости водой, плотность которой составляет  $1000 \text{ кг/м}^3$ , давление кубика на поверхность увеличивается в 1,128 раза. Определить плотность металла, из которого сделан кубик.

Возможное решение.

Давление на поверхность при незаполненной полости

$$P_1 = \frac{\rho_k \frac{1}{2} V q}{S}, \quad (1)$$

а после заполнения полости

$$P_2 = \frac{\rho_k \frac{1}{2} V q + \rho_B \frac{1}{2} V q}{S}, \quad (2)$$

где  $S$  - площадь основания кубика,  $V$  - его объем вместе с полостью,  $q$  - ускорение свободного падения,  $\rho_k$  и  $\rho_B$  - плотность металла и воды соответственно.

Почленным делением (2) на (1) получаем  $\frac{P_2}{P_1} = 1 + \frac{\rho_B}{\rho_k}$ ,

$$\text{откуда } \rho_k = \frac{\rho_B}{\frac{P_2}{P_1} - 1} = \frac{1000}{1,128 - 1} = 7812,5 \text{ (кг/м}^3\text{)},$$

что приблизительно соответствует плотности железа.

Критерии оценивания.

Получено выражение для давления при незаполненной полости ..... 3 балла

Получено выражение для давления при заполненной полости ..... 4 балла

Получено выражение для плотности материала кубика ..... 3 балла

Рассчитано значение плотности материала кубика ..... 1 балл

#### Задача 4. Стрельба из орудий.

Первое орудие покоится в центре платформы, движущейся равномерно и прямолинейно вдоль перрона, и может стрелять горизонтально вдоль платформы. Второе орудие покоится на перроне и может стрелять горизонтально параллельно движению платформы. В момент, когда орудия поравнялись, каждое из них выстреливает по снаряду, скорости которых относительно орудий одинаковы.

Если второе орудие стреляет навстречу платформе, то его снаряд пролетает мимо края платформы в 1,5 раза раньше снаряда, выпущенного первым орудием. Определить отношение времени пролета мимо края платформы для снаряда, выпущенного первым орудием к аналогичному времени для снаряда, выпущенного вторым орудием по движению платформы.

Возможное решение.

Решение проводится в системе земли.

Снаряд, выпущенный первым орудием против движения платформы, в системе земли имеет скорость  $V_1' = V_c - V_p$

и пролетает до края платформы расстояние

$$S_1' = \ell - V_p t_1',$$

где  $V_c$  и  $V_p$  – скорости снаряда относительно орудия и платформы относительно земли соответственно,  $\ell$  – расстояние от орудия до края платформы,  $t_1'$  – время полета снаряда до края платформы.

Очевидно, что

$$t_1' = \frac{S_1'}{V_1'} \text{ или } t_1' = \frac{\ell - V_p t_1'}{V_c - V_p},$$

$$\text{откуда } t_1' = \frac{\ell}{V_c}.$$

Аналогично для снаряда, выпущенного первым орудием по движению платформы,

$$V_1'' = V_c + V_p,$$

$$S_1'' = \ell + V_p t_1'',$$

$$\text{из чего легко получить } t_1'' = \frac{\ell}{V_c}.$$

Значит, время полета снаряда, выпущенного первым орудием при выстреле как по так и против движения платформы, одинаково и составляет

$$t_1 = \frac{\ell}{V_c}. \quad (1)$$

Для снаряда, выпущенным вторым орудием навстречу платформе, скорость в системе земли равна  $V_c$ , а пролетает он до края платформы расстояние

$$S_2 = \ell - V_p t_2,$$

из чего легко получить

$$t_2 = \frac{\ell}{V_c + V_n}. \quad (2)$$

Для снаряда, выпущенного вторым орудием по движению платформы, скорость в системе земли равна  $V_c$ , а пролетает он до края платформы расстояние

$$S_3 = \ell + V_n t_3,$$

из чего легко получить

$$t_3 = \frac{\ell}{V_c - V_n}. \quad (3)$$

Деля почленно (1) на (2), получаем

$$\frac{t_1}{t_2} = 1 + \frac{V_n}{V_c},$$

откуда с учетом вытекающего из условия соотношения

$$\frac{t_1}{t_2} = 1,5$$

следует

$$\frac{V_n}{V_c} = 1,5 - 1,$$

$$\text{или } \frac{V_n}{V_c} = 0,5. \quad (4)$$

Деля почленно (1) на (3), получаем

$$\frac{t_1}{t_3} = 1 - \frac{V_n}{V_c}$$

и с учетом (4) окончательно

$$\frac{t_1}{t_3} = 0,5.$$

Критерии оценивания.

Указана система отсчета, в которой решается задача ..... 1 балл

Получена формула для времени полета снаряда из первого орудия до края платформы ..... 1 балл

Обоснована одинаковость времени полета снаряда из первого орудия до края платформы при стрельбе как по, так и против ее движения ..... 2 балла

Получена формула для времени полета до края платформы снаряда из второго орудия при

выстреле против движения платформы ..... 2 балла

Получена формула для времени полета до края  
платформы снаряда из второго орудия при  
выстреле по движению платформы ..... 2 балла

Найдено отношение скорости платформы к скорости снаряда ..... 1 балл

Найдено отношение времени полетов снарядов из первого  
и второго орудий при стрельбе по движению платформы ..... 1 балл