

Всероссийская олимпиада школьников по физике

Муниципальный этап

8 класс

Возможные решения задач

Задача 1. «Ласточка» идет не по графику

В 19:00 электропоезд «Ласточка» выходит из Перми и движется в Верещагино без остановок с постоянной скоростью. Внимательный пассажир делает отметки в своем журнале: каждые 10 минут регистрирует порядковые номера километров на знаках, установленных вдоль железной дороги. Внезапно электропоезд резко останавливается, ждет некоторое время и продолжает движение с увеличенной скоростью. По данным наблюдений внимательного пассажира постройте график движения и определите, в какой момент времени произошла остановка, сколько минут она длилась, с какой скоростью двигался электропоезд до и после остановки, в какое время поезд прибыл в Верещагино. Расстояние между начальной и конечной станциями вдоль железной дороги 140 км. (10 баллов)

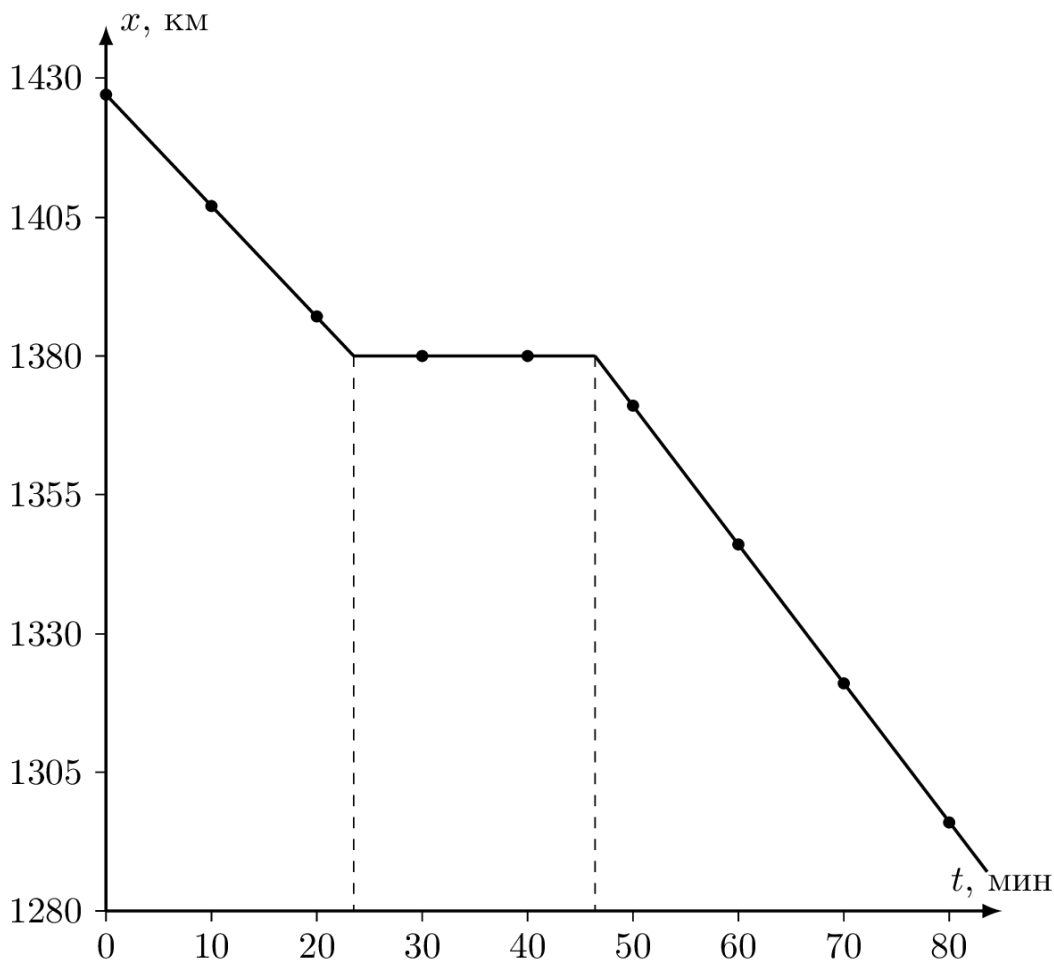
Время	19:00	19:10	19:20	19:30	19:40	19:50	20:00	20:10	20:20
Дистанция, км	1427	1407	1387	1380	1380	1371	1346	1321	1296

Возможное решение

График движения электропоезда содержит 3 прямолинейных участка: с 19:00 до 19:24 равномерное движение со скоростью 120 км/ч, с 19:24 до 19:46 поезд не движется, с 19:46 до 20:24 равномерное движение со скоростью 150 км/ч. Скорость движения определяется с помощью углового коэффициента наклона отрезков графика, время остановки при помощи точек пересечения отрезков графика. Время прибытия поезда в Верещагино находится по графику при $x = 1287$ км.

Критерии оценивания решения:

- Правильно построен график движения:
 - подписаны оси координат с единицами измерения — 1 балл;
 - отмечен масштаб по каждой оси — 1 балл;
 - обозначены точки из таблицы — 1 балл;
 - проведены три отрезка — 2 балла.
- Найдено время остановки — 1 балл.
- Найдена длительность остановки — 1 балл.
- Найдена начальная скорость поезда — 1 балл.
- Найдена конечная скорость поезда — 1 балл.
- Найдено время прибытия — 1 балл.



Задача 2. Средняя скорость

Пешеход прошел часть пути со скоростью на $\Delta v = 2$ км/ч большей, чем средняя скорость на всем пути. Оставшаяся часть пути оказалась втрое меньше, чем первая часть. Оставшийся путь пешеход двигался со скоростью на Δv меньшей, чем средняя. Найти среднюю скорость пешехода. (10 баллов)

Возможное решение

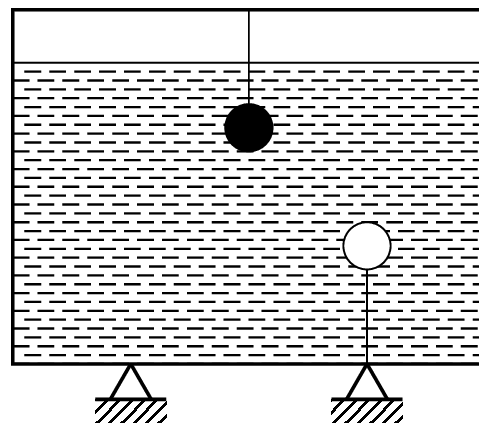
Пусть v – средняя скорость, а длина второй части пути – s , тогда время движения на первом участке пути $t_1 = 3s/(v + \Delta v)$, время движения на втором участке пути $t_2 = s/(v - \Delta v)$. Общее время в пути связано со средней скоростью соотношением $v(t_1 + t_2) = 4s$. Подставляя в последнее выражение t_1 и t_2 после преобразований получим $v = 2\Delta v = 4$ км/ч.

Критерии оценивания решения:

1. Получено выражение для времени движения на первом участке пути — 2 балла.
2. Получено выражение для времени движения на втором участке пути — 2 балла.
3. С помощью определения средней скорости найдено общее время движения — 2 балла.
4. Верно выполнено преобразование выражения и найдена средняя скорость — 3 балла.
5. Получен верный ответ с указанием единиц измерения — 1 балла.

Задача 3. Сосуд с поплавком

Сосуд с водой стоит на двух симметричных опорах, как показано на рисунке. Над одной из них внутри сосуда на нити привязан к дну поплавок объемом $V = 20 \text{ см}^3$ и плотностью $\rho = 600 \text{ кг/м}^3$. По центру сосуда висит на нити шарик того же объема V с плотностью 2ρ . Найдите модуль разности сил реакции опор. Массой сосуда и нитей можно пренебречь. Плотность воды $\rho_0 = 1000 \text{ кг/м}^3$. (10 баллов)



Возможное решение

На поплавок действуют сила тяжести ($\rho g V$), сила Архимеда ($\rho_0 g V$) и сила натяжения нити (T), в результате он находится в равновесии, а сумма всех сил равна нулю: $\rho g V + T = \rho_0 g V$. Со стороны нити на легкий сосуд действует такая же сила T , направленная вверх. Поскольку сосуд находится в равновесии, сумма моментов внешних сил относительно центра сосуда равна нулю. Плечи силы давления со стороны воды и силы натяжения нити тяжелого груза равны нулю относительно центра системы, тогда условие равновесия примет вид: $N_1 l = N_2 l + T l$, где l – расстояние от центра сосуда до линии действия силы реакции опоры. Откуда находим ответ $N_1 - N_2 = (\rho_0 - \rho) g V = 0.08 \text{ Н}$.

Критерии оценивания решения:

1. Правильно указаны все силы, действующие на поплавок — 1 балл.
2. Записано условие равновесия для поплавка — 2 балла.
3. Правильно указаны все силы, действующие на сосуд — 2 балл.
4. Моменты сил давления воды и силы натяжения нити тяжелого груза равны нулю – 1 балл.
5. Записано условие моментов сил для сосуда – 2 балла.
6. Преобразования выражений и окончательный ответ – 2 балла.

Задача 4. Остывание стакана с водой

Если в стакан налить воду при температуре $T_1 = 90^\circ\text{C}$, то она остынет на $\Delta T_1 = 2^\circ\text{C}$ за время $t_1 = 20 \text{ с}$. Если в тот же стакан с водой налить такую же массу воды при температуре $T_2 = 50^\circ\text{C}$, то она остынет на $\Delta T_2 = 1^\circ\text{C}$ за время $t_2 = 50 \text{ с}$. Определите температуру окружающей среды, считая, что мощность тепловых потерь пропорциональна разности температуры воды в стакане и температуры окружающей среды. Испарением воды в стакане пренебречь.

Возможное решение

При остывании воды выделяется тепло в первом случае равное $Q_1 = c m \Delta T_1$, во втором случае $Q_2 = c m \Delta T_2$, где c – удельная теплоемкость воды, m – масса воды. Тепловые потери в первом случае составляют $Q_1 = k(T_1 - T_0)t_1$, во втором случае $Q_2 = k(T_2 - T_0)t_2$, где k – коэффициент пропорциональности, T_0 – температуры окружающей среды. Исключая из неизвестный параметр k , получим

$$\Delta T_2(T_1 - T_0)t_1 = \Delta T_1(T_2 - T_0)t_2.$$

Откуда найдем $T_0 = (T_2 \Delta T_1 t_2 - T_1 \Delta T_2 t_1) / (\Delta T_1 t_2 - \Delta T_2 t_1) = 40^\circ\text{C}$.

Критерии оценивания решения:

1. Получены выражения для тепловых потерь при остывании в первом и втором случае через теплоемкость — 3 балла.
2. Получены выражения для тепловых потерь при остывании в первом и втором случае через разность температур — 3 балла.
3. В результате преобразований получен верный ответ — 4 балла.