Всероссийская олимпиада школьников
II (муниципальный) этап
Физика
7 класс
Решения. Критерии проверки

Общее время выполнения работы – 2 часа 40 минут.

Задание 1
Трактор движется со скоростью v = 5,18 км/ч. С какой скоростью относительно земли движется: а) нижняя часть гусеницы; б) верхняя часть гусеницы; в) часть гусеницы, которая в данный момент времени перпендикулярна земле?

Решение
а) нижняя часть гусеницы относительно земли неподвижна $v_H = 0$
б) верхняя часть гусеницы движется с удвоенной скоростью $v_B = 2 \cdot v = 10{,}36$ км/ч
в) часть гусеницы, которая в данный момент времени перпендикулярна земле, имеет две составляющие скорости: одна вместе с трактором – горизонтальная $v_\Gamma = v = 5{,}18$ км/ч, вторая – вертикальная $v_B = v = 5{,}18$ км/ч. Общая скорость равна $v\sqrt{2}$.

Максимальный балл – 90.
60 баллов. Получено решение с правильным ответом на вопросы а) и б).
Плюс 30 баллов за правильный ответ на вопрос в)
30 баллов. Получены правильные значения для одной из скоростей.
До 15 баллов, по усмотрению проверяющего, за разумные идеи или формулы.

Задание 2
Катер, идущий против течения реки, встречает плот, плывущий по реке. Через t_1 = 20 мин после встречи катер причалил к берегу и простоял t_2 = 1 ч. После этого он поплыл обратно и за t_3 = 40 мин догнал плот на расстоянии l = 5 км от места их первой встречи. Определите скорость катера относительно воды, считая ее постоянной.

Решение
Обозначим через l_1 путь от места встречи до причала. Тогда можем записать:

$$l_1 = (v_K - v_B) \cdot t_1,$$

где v_K – скорость катера, а v_B – скорость течения реки.
Время от первой встречи катера с плотом до момента, когда он его догнал

$$t = t_1 + t_2 + t_3$$

За это время плот проплыл l = 5 км, тогда скорость течения реки

$$v_B = \frac{l}{t_1 + t_2 + t_3} = 2{,}5 \text{ км/ч}$$

Катер догоняет плот по течению, поэтому

$$t_3 = \frac{l + l_1}{v_K + v_B} = \frac{l + (v_K - v_B) \cdot t_1}{v_K + v_B}$$

Тогда получим:

$$v_K = \frac{l - v_B(t_1 + t_3)}{t_3 - t_1} = 7{,}5 \text{ км/ч}$$

Максимальный балл – 100. Получено решение с правильным ответом.
80 баллов. Идея решения верна, но допущены ошибки в выводах и расчетах.
40 баллов, если правильно найдена скорость течения реки.
До 20 баллов, по усмотрению проверяющего, за разумные идеи или формулы.

Задание 3

Первую половину пути автомобиль прошел со скоростью v_1 = 36 км/ч, а на второй половине пути он половину времени двигался со скоростью v_2 = 48 км/ч, а оставшееся время двигался со скоростью v_3 = 96 км/ч.. Найти среднюю скорость движения автомобиля.

Решение

Задачу можно решить в общем виде, но проще сначала найти среднюю скорость $v_{ср2}$ на второй половине пути. Так как время движения с v_2 равно времени движения с v_3, то

$$v_{ср2} = \frac{v_2 + v_3}{2} = 72 \text{ км/ч.}$$

Если обозначить через S весь путь, пройденный автомобилем, то время движения на первой половине пути будет равно $t_1 = \frac{S}{2v_1}$, а на второй – $t_2 = \frac{S}{2v_{ср2}}$.

Средняя скорость на всем пути $v_{ср} = \frac{S}{t_1 + t_2} = \frac{2v_1 v_{ср2}}{v_1 + v_{ср2}} = \frac{2 \cdot 36 \cdot 72}{36 + 72}$ км/ч = 48 км/ч.

Максимальный балл – 100. Проведен анализ, дано правильное решение.
50 баллов. Правильно найдена средняя скорость на одном из участков.
До 20 баллов, по усмотрению проверяющего, за разумные идеи или формулы.

Задание 4

Масса канистры, полностью заполненной бензином, m_1 = 24 кг. Масса канистры, полностью заполненной водой, m_2 = 29 кг. Какова масса пустой канистры?

Решение

$$m_1 = m + \rho_1 V \qquad m_2 = m + \rho_2 V \qquad V = \frac{m_1 - m}{\rho_1} = \frac{m_2 - m}{\rho_2},$$

где V – объем канистры, тогда

$$m = \frac{\rho_2 m_1 - \rho_1 m_2}{\rho_2 - \rho_1} = 4 \text{ кг.}$$

Максимальный балл – 60. Проведен анализ и получено правильное решение.
40 баллов. Идея решения верна, но допущены ошибки в расчетах.
20 баллов. Написаны верные формулы для связи плотности, объема и массы.
До 15 баллов, по усмотрению проверяющего, за разумные идеи или формулы.

Справочные данные

Плотность воды $\rho_В = 1000 \frac{кг}{м^3}$

Плотность бензина $\rho_Б = 700 \frac{кг}{м^3}$