

Всероссийская олимпиада школьников 2021-2022

физика (муниципальный этап)

Калининград,

7 класс

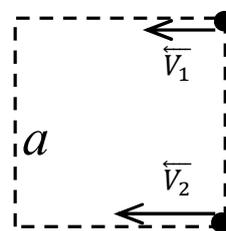
Общее время выполнения работы – 3 часа .

Максимальное количество баллов - 40

При выполнении работы можно пользоваться непрограммируемым калькулятором.

ЗАДАЧА 1. "Лесные велосипедисты" (10 баллов)

Лесной стадион зверят имеет вид квадрата со стороной $a = 1500$ м. Медвежонок и зайчик начали свою тренировку, одновременно стартуя с разных углов квадрата, примыкающих к одной стороне со скоростями $V_1 = 36$ км/ч и $V_2 = 54$ км/ч (см. рис). Во время заезда они встретились три раза. Определите, через какое время с момента старта произойдет первая, вторая и третья встреча медвежонка и зайчика.



РЕШЕНИЕ

36 км/ч = 10 м/с; 54 км/ч = 15 м/с. Если мысленно превратить три стороны квадрата в прямую линию, то получается что зверята едут навстречу друг другу по прямой линии. В этом случае время до их первой встречи определяется, как расстояние (равное 3 сторонам квадрата) деленное на их суммарную (относительную) скорость

$$t_1 = \frac{3a}{V_1 + V_2} = \frac{4500 \text{ м}}{25 \text{ м/с}} = 180 \text{ с} = 3 \text{ мин} \quad (1)$$

Для нахождения интервала времени Δt , необходимого для расчета времени второй встречи сформулируем задачу: эти велосипедисты после первой встречи начинают движение со своими скоростями в противоположных направлениях и до второй встречи проходят четыре стороны квадрата. Следовательно,

$$\Delta t = \frac{4a}{V_1 + V_2} = \frac{6000 \text{ м}}{25 \text{ м/с}} = 240 \text{ с} = 4 \text{ мин} \quad (2),$$

$$\text{Тогда } t_2 = t_1 + \Delta t = 7 \text{ мин} \quad (3)$$

Очевидно, что t_3 отличается от t_2 на тот же самый интервал Δt , т.к. от момента второй встречи все повторяется, как и после первой, т.е. $t_3 = t_2 + \Delta t = 7 \text{ мин} + 4 \text{ мин} = 11 \text{ мин}$ (4)

ОТВЕТ: $t_1 = 3$ мин, $t_2 = 7$ мин, $t_3 = 11$ мин.

Критерии оценивания задачи № 1:

1	Правильно выполнен перевод единиц измерения скоростей	1 балл
2	Получено выражение (1) и вычислено время t_1	3 балла
3	Получено выражение (3) и вычислено время t_2	3 балла
4	Получено выражение (4) и вычислено время t_3	3 балла

ЗАДАЧА 2. "Ну, заяц!" (10 баллов)

Волк, разыскивая Зайца на пароходе, плывущего по реке, прошел по палубе от кормы к носу и обратно. При этом его скорость относительно берега была равна 11,4 м/с и 8,6 м/с соответственно. Определите, какое расстояние относительно берега прошел за это время пароход, если длина палубы 70 м, скорости парохода относительно берега и Волка относительно палубы постоянны, а корабль плывет параллельно берегу. Кстати, Зайца на пароходе не было...

РЕШЕНИЕ

Из условия задачи ясно, что корабль идет по течению реки с некоторой скоростью v_K относительно берега. Поэтому скорости Волка относительно берега при ходьбе от кормы к носу $v_1 = v_K + v_B$, а от носа к корме $v_2 = v_K - v_B$. Вычтя второе уравнение из первого, найдем скорость Волка относительно корабля:

$$v_B = \frac{v_1 - v_2}{2} = 1,4 \text{ м/с}$$

Сложив эти же уравнения, находим скорость корабля:

$$v_K = \frac{v_1 + v_2}{2} = 10 \text{ м/с}$$

Время движения Волка по кораблю :

$$t = \frac{2L}{v_B}, \text{ где } L - \text{длина палубы.}$$

$$S = v_K \cdot t = v_K \cdot \frac{2L}{v_B} = 10 \cdot \frac{2 \cdot 70}{1,4} = 1000 \text{ м}$$

ОТВЕТ : 1000 м

Критерии оценивания задачи № 2:

1	Получены выражения относительных скоростей	3
---	--	---

2	Получено выражение для скорости v_b	2
3	Получено выражение для скорости v_k	2
4	Получено выражение для времени и вычислено значение пути	3

ЗАДАЧА 3. "Кап-кап-кап" (10 баллов)

На кухне в квартире дяди Федора целый год капала вода. Утром перед школой сонный дядя Федор сидел за завтраком. За этот год дяде Федору уже не надо было посматривать на часы – он знал, что каша появлялась на его столе за $T=10$ минут до того, как надо было покинуть квартиру, а это равнялось $N=40$ ударам капель о раковину. В момент выхода из дома он поставил под капаящий кран не грязную тарелку, а мерный стакан, и ушел в школу.

Вернувшись домой через $t=5$ часов, дядя Федор тут же вынул мерный стакан из-под крана, в котором было 6 мл воды, и оставил его до прихода папы в надежде, что это будет поводом для починки крана. Папа был впечатлен такой наблюдательностью сына и, в общем-то, даже был не прочь начать ремонтные работы, но для полной убедительности попросил дядю Федора подсчитать объем одной капли воды в кубических миллиметрах. Помогите дяде Федору справиться с заданием папы, иначе у них так и будет капать вода!

РЕШЕНИЕ.

Частота ударов капель о раковину равна $n = \frac{N}{T}$ капель в минуту. Объем воды, набираемый за одну минуту, равен $V_1 = n \cdot v$, где v – объем одной капли. За 5 часов объем воды в мерном стакане будет равен $V = V_1 \cdot 5 \cdot 60 = n \cdot v \cdot 5 \cdot 60$. Так как $1 \text{ мл} = 1 \text{ см}^3 = 1000 \text{ мм}^3$, то $V = 6 \text{ мл} = 6000 \text{ мм}^3$. Отсюда получаем, что объем одной капли равен

$$v = \frac{V}{n \cdot 5 \cdot 60} = \frac{V \cdot T}{N \cdot 5 \cdot 60} = \frac{6000 \cdot 10}{40 \cdot 5 \cdot 60} = 5 \text{ мм}^3$$

ОТВЕТ: объем одной капли 5 мм^3 .

Критерии оценивания задачи № 3:

1	Получено выражение для объёма воды за одну минуту	2
2	Получен объем воды за 5 часов	2
3	Вычислено значение объёма V	3

4	Получено выражение и вычислено значение для объёма одной капли	3
---	--	---

ЗАДАЧА 4. "Бежит курица с ведром" (10 баллов)

" Поливает кошкин дом..." Если полностью открыть только горячий кран, то ведро объёмом 10 литров наполняется за 100 секунд, а если полностью открыть только холодный кран, то банка объёмом 3 литра наполняется за 24 секунды. Определите, за какое время наполнится водой кастрюля ёмкостью 4,5 литра, если полностью открыть оба крана.

РЕШЕНИЕ.

Расход воды из горячего крана составляет $(10 \text{ л})/(100 \text{ с}) = 0,1 \text{ л/с}$, а из холодного крана $(3 \text{ л})/(24 \text{ с}) = 0,125 \text{ л/с}$. Следовательно, общий расход воды равен $0,1 \text{ л/с} + 0,125 \text{ л/с} = 0,225 \text{ л/с}$. Поэтому кастрюля ёмкостью 4,5 литра наполнится водой за время $(4,5 \text{ л})/(0,225 \text{ л/с}) = 20 \text{ с}$.

ОТВЕТ: кастрюля наполнится водой за 20 с.

Критерии оценивания задачи № 4:

1	Вычислен расход воды из горячего крана	2
2	Вычислен расход воды из холодного крана	2
3	Вычислен общий расход воды	2
4	Вычислено время наполнения кастрюли	3