

**Муниципальный этап всероссийской олимпиады школьников по физике.
2022-23 учебный год. 7 класс. Максимальный балл – 40.**

Задача №1

Муравей, неся на себе соломинку, бежит по горизонтальному пути к муравейнику со скоростью 2 м/мин. При движении вверх по муравейнику, его скорость уменьшается на одну четвертую часть. На вершине муравей оставляет соломинку и сразу спускается вниз, двигаясь по муравейнику тем же путем, но в 2 раза быстрее, чем поднимался. Найдите ответы на следующие вопросы.

- 1) Определите скорость, с которой спускался муравей? Ответ дайте в м/мин.
- 2) Рассчитайте среднюю скорость движения муравья по муравейнику. Ответ дайте в м/мин.
- 3) От муравейника в поисках следующей соломинки, муравей отбегает всегда примерно на одинаковое расстояние. И по горизонтальному участку пути движется всегда с одинаковой скоростью. За весь летний световой день, бегая по этому маршруту, трудолюбивый муравей пробегает 2,04 км. Сколько времени длится летний световой день?

Автор: Порошина Елена Владимировна

Возможное решение

Вопрос №1:

Найдем скорость, с которой муравей поднимался на муравейник, для этого необходимо скорость движения муравья по горизонтальному участку умножить на $\frac{3}{4}$:

$$v_2 = \frac{3}{4} v_1 = \frac{3}{4} \cdot 2 \text{ м/мин} = 1,5 \text{ м/мин.}$$

Чтобы найти скорость, с которой спускался муравей с муравейника, необходимо скорость, с которой поднимался муравей умножить на 2

$$v_3 = 2v_2 = 2 \cdot 1,5 \text{ м/мин} = 3 \text{ м/мин.}$$

Вопрос №2:

Чтобы найти среднюю скорость движения муравья по муравейнику необходимо использовать определение средней скорости, т.е. весь путь, состоящий из двух равных участков (вверх и вниз) разделить на все время движения по муравейнику, которое можно выразить как сумму двух отрезков времени (вверх и вниз)

$$v_{\text{ср}} = \frac{2S}{t_{\text{вверх}} + t_{\text{вниз}}} .$$

Время движения можно выразить как отношение пройденного пути к скорости, учитывая, что путь вверх равен пути вниз

$$v_{\text{ср}} = \frac{2S}{\frac{S}{V_2} + \frac{S}{V_3}} = \frac{2 V_2 V_3}{V_2 + V_3} = \frac{2 \cdot 1,5 \frac{\text{м}}{\text{мин}} \cdot 3 \frac{\text{м}}{\text{мин}}}{1,5 \frac{\text{м}}{\text{мин}} + 3 \frac{\text{м}}{\text{мин}}} = 2 \text{ м/мин.}$$

Вопрос №3:

Из предыдущего решения следует, что скорость движения муравья по горизонтальному пути и средняя скорость движения по муравейнику, одинаковые и равны 2 м/мин. Значит средняя скорость движения муравья на всем пути 2 м/мин.

Чтобы узнать продолжительность светового дня, найдем все время движения муравья, разделив весь его путь за день на среднюю скорость на всем пути

$$t_{\text{все}} = \frac{S_{\text{весь}}}{V_{\text{ср}}} = \frac{2040\text{м}}{2\frac{\text{м}}{\text{мин}}} = 1020 \text{ мин} = 17 \text{ ч.}$$

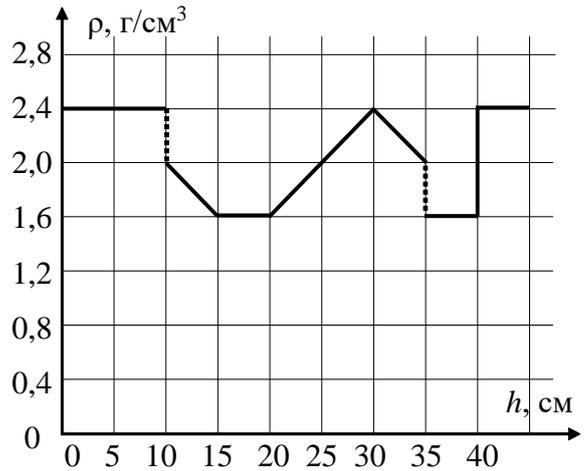
Критерии оценивания

№	Критерий	Кол-во баллов
1	Найдена скорость, с которой муравей поднимался на муравейник	1
2	Найдена скорость, с которой муравей спускался с муравейника	1
3	Замечено, что путь муравья при подъеме и спуске одинаковый	1
4	Использовано определение средней скорости	1
5	Найдена средняя скорость движения муравья по муравейнику. Формула $v_{\text{ср}} = \frac{2 V_2 V_3}{V_2 + V_3}$ + число $v_{\text{ср}} = 2 \text{ м/мин}$	2+1
6	Замечено, что скорость движение муравья по горизонтальному пути и средняя скорость движения по муравейнику, одинаковые	1
7	Найдена продолжительность светового дня Формула $t_{\text{все}} = \frac{S_{\text{весь}}}{V_{\text{ср}}}$ + число $t_{\text{все}} = 17 \text{ ч}$	1+1

Задача №2

Ученик 7 класса взял очень тонкие пластинки одинаковой площади поперечного сечения S и одинаковой толщины, изготовленные из разных материалов. Пластинки он начал по одной складывать в вертикальную стопку. На графике (см. рис) указана зависимость плотности пластинки ρ от высоты стопки h , на которой она размещаются. Определите:

- 1) сколько раз в процессе сборки стопки её средняя плотность становилась равной $\rho = 2 \text{ г/см}^3$, и какой была при этом её высота.
- 2) среднюю плотность полной стопки из пластинок (когда её высота стала 45 см).

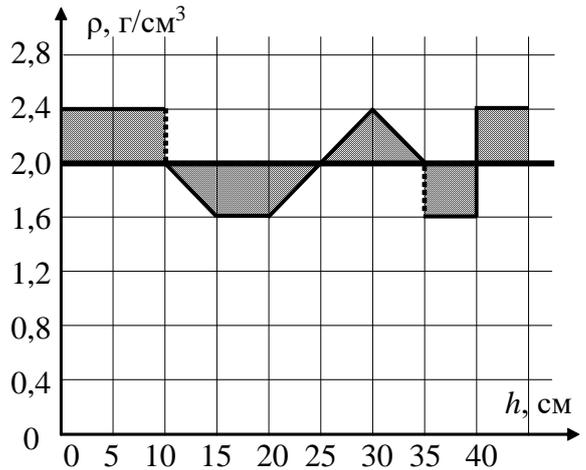


Автор: Антон Петрович Сорокин

Возможное решение

Вопрос №1:

- 1) Разобьем все стопку на участки длиной $\Delta h = 5 \text{ см}$.
- 2) Заметим, что для участков с переменной плотностью её среднее значение определяется как полусумма крайних значений $\rho_{i \text{ ср}} = \frac{\rho_i + \rho_{i-1}}{2}$.
- 3) Средняя плотность на расстоянии h от начала стопки определяется следующим выражением: $\rho_{\text{ср}} = \frac{\rho_{1 \text{ ср}}\Delta h + \rho_{2 \text{ ср}}\Delta h + \dots}{h}$.
- 4) Поочередно, двигаясь по графику слева направо, рассчитываем среднюю плотность, каждый раз добавляя новый участок Δh .
- 5) Получаем, что искомая плотность достигается два раза при высотах 25 см и 40 см.
- 6) С учетом того, что произведение $\rho_{i \text{ ср}}\Delta h$ равно соответствующей площади на графике, можно предложить еще один способ решения.
- 7) Для определения расстояния h , при котором средняя плотность будет равна $\rho_{\text{ср}} = 2 \text{ г/см}^3$, проведём на графике горизонтальную прямую, соответствующую искомой плотности (см. рис).
- 8) Можно заметить, что часть исходного графика лежит выше этой прямой, а часть – ниже. Считая участки (площади) лежащие выше проведенной прямой, положительным отклонением от искомого значения, а участки (площади) лежащие ниже проведенной прямой, отрицательным отклонением от искомого значения средней плотности, получаем, что средняя плотность стопки будет равна 2 г/см^3 , когда суммарная площадь фигур, расположенных выше проведенной прямой (левая штриховка) будет равна суммарной площади фигур, расположенных ниже проведенной прямой (правая штриховка).
- 9) Решая задачу графически (двигаясь по графику слева направо) обнаруживаем, что указанное условие реализуется два раза: при высоте стопки равной 25 см и 40 см.



Вопрос №2:

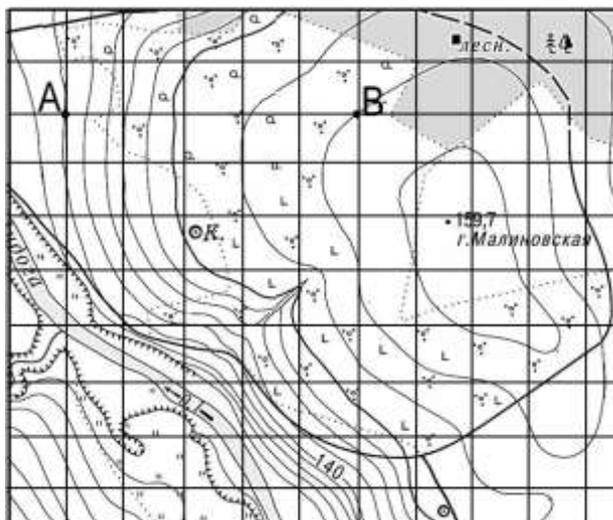
Зная, что при высоте 40 см средняя плотность стопки равна 2 г/см^3 , определим среднюю плотность всей стопки по формуле $\rho_{\text{ср}} = 2 \cdot \frac{40S+2,4 \cdot 5S}{40S+5S} = 2,04 \text{ г/см}^3$.

Критерии оценивания

№	Критерий	Кол-во баллов
1	Предложена корректная идея определения средней плотности для заданной высоты стопки.	2
2	Продемонстрирован корректный способ вычисления средней плотности для заданной высоты стопки (например: - определение массы через площадь под графиком; - использование средней плотности для линейных участков ее зависимости как среднего арифметического между плотностями в начале и в конце участков.	2
3	Определено количество раз, когда средняя плотность принимала требуемое значение (два раза)	2
4	Определены значения высоты стопки 25 см и 40 см	1+1
5	Определена средняя плотность всей стопки Формула $\rho_{\text{ср}} = 2 \cdot \frac{40S+2,4 \cdot 5S}{40S+5S}$ + число $\rho_{\text{ср}} = 2,04 \text{ г/см}^3$	1+1

Задача №3

Молодому геологу Солнышкину поручили разобраться в работе нового БПЛА (беспилотного летательного аппарата), который экспедиция получила для разведки местности. Для начала Солнышкин загрузил в планшет управления местные карты и включил экран. На экране появилась карта местности и масштабная сетка (см. рис.). Масштаб сетки Солнышкину был неизвестен, но он знал, что расстояние между точками А и В, указанными на карте равно $L = 15$ км. Прочитав инструкцию, он узнал, во-первых, что одно деление масштабной сетки соответствует $y = 4$ гердам (видимо какая-то специализированная единица измерения расстояния). Во-вторых, что максимальная скорость, которую может развивать аппарат, равна $u = 0,07$ герд/с. Прделав всю подготовительную работу, Солнышкин запустил БПЛА в тестовый полёт. На экране появилась светящаяся точка, которая обозначала местоположение аппарата. Эта точка двигалась точно вдоль линии масштабной сетки и прошла $N_1 = 3$ клеточки за $t = 5$ мин. Помогите Солнышкину ответить на следующие вопросы.



- 1) Каков масштаб координатной сетки в километрах (сколько километров заключено между параллельными линиями сетки)?
- 2) Сколько километров укладывается в 1 герд?
- 3) Определите скорость, с которой двигался БПЛА, в км/ч.
- 4) Во сколько раз максимальная скорость БПЛА превышает скорость, с которой он двигался во время тестового полёта?

Автор: Порошин Олег Владимирович

Возможное решение

Вопрос №1:

Расстояние между точками А и В по карте $N = 5$ клеточек. Тогда масштаб сетки:

$$n = \frac{L}{N} = \frac{15}{5} = 3 \frac{\text{км}}{\text{клетка}}$$

Вопрос №2:

Для перевода герды в километры нужно масштаб клетки разделить на количество гердов в клетке:

$$k = \frac{n}{y} = \frac{3}{4} = 0,75 \frac{\text{км}}{\text{герд}}$$

Вопрос №3:

Для определения скорости БПЛА нужно пройденное расстояние S разделить на время движения t :

$$\vartheta = \frac{S}{t}$$

Расстояние находим, умножив количество клеток на её масштаб в километрах $S = N_1 n$. А время нужно перевести в часы. Тогда получаем формулу:

$$\vartheta = \frac{N_1 n}{t} = \frac{3 \cdot 3 \cdot 60}{5} = 108 \frac{\text{км}}{\text{ч}}$$

Вопрос №4:

Для сравнения текущей скорости БПЛА с максимальной скоростью, сперва нужно перевести максимальную скорость в км/ч.

$$u = \frac{0,07 \text{ герд}}{1 \text{ с}} = \frac{0,07 \text{ герд} \cdot 0,75 \frac{\text{км}}{\text{герд}}}{\frac{1}{3600} \text{ч}} = 189 \frac{\text{км}}{\text{ч}}$$

А теперь найдём отношение:

$$\frac{u}{\vartheta} = \frac{189}{108} = 1,75.$$

Критерии оценивания

№	Критерий	Кол-во баллов
1	Правильно дан ответ на первый вопрос. Формула $n = \frac{L}{N}$ + число $n = 3 \frac{\text{км}}{\text{клетка}}$	1+1
2	Правильно дан ответ на второй вопрос. Формула $k = \frac{n}{y}$ + число $k = 0,75 \frac{\text{км}}{\text{герд}}$	1+1
3	Правильно найдено расстояние, которое пролетел БПЛА – 9 км <i>Примечание. Если расстояние явно не вычислено, но получен правильный ответ на 3 вопрос, то пункт засчитывать.</i>	1
4	Правильно вычислена скорость БПЛА $\vartheta = 108 \frac{\text{км}}{\text{ч}}$	1
5	Правильно выполнен перевод максимальная скорость в км/ч ($189 \frac{\text{км}}{\text{ч}}$) или скорость тестового полета переведена в герд/с (0,04 герд/с).	2
6	Правильно найдено отношение максимальной и текущей скорости (1,75). <i>Примечание. Засчитываются ответы от 1,7 до 1,8, если они получены из верных формул и отклонились от правильного за счет излишнего округления в промежуточных вычислениях.</i>	2

Задача №4

Оборудование: лист А4 с напечатанными линейкой, проградуированной в миллирешках, и «кляксой», ножницы (выдаются по требованию).

С помощью предложенного оборудования определите:

- 1) толщину листа в миллирешках;
- 2) периметр кляксы в миллирешках.

Опишите выполненные вами эксперименты, приведите результаты измерений, необходимые расчетные формулы.

С выданным листом вы можете делать все что хотите, можете делать на нем пометки и резать его, но помните, что лист вам выдан только один. Ножницы вы можете попросить у дежурного по аудитории. Сразу после использования ножницы необходимо вернуть, так как они являются общими на несколько участников.

Единица измерения миллирешка сокращенно обозначается мр.

Оценка погрешности в данной работе не требуется.

Подсказка: если сделать повторные измерения и усреднить их результаты, то вы получите требуемую величину с большей точностью.

Автор: Карманов Максим Леонидович

Возможное решение

Задание №1:

Вырежем из листа бумаги линейку и полоску шириной около 2 см и длиной, равной длине листа.

Соберем из полоски своеобразную «гармошку» и плотно ее сожмем, так чтобы у нас получился своеобразный «пирог», состоящий из множества слоев бумаги плотно прижатых друг к другу. С помощью бумажной линейки измерим толщину пирога $H_1 = \text{__ мр}$. Посчитаем количество слоев N_1 в получившемся «пироге». Так как толщина всех слоев одинакова, то толщина листа бумаги равна $d_1 = \frac{H_1}{N_1} = \text{__ мр}$.

Для повышения точности результатов повторим опыт еще с двумя полосками и затем усредним полученные значения d_i . $d_{\text{ср}} = \frac{d_1 + d_2 + d_3}{3}$

№	H, мр	N, шт	d, мр	d _{ср} , мр
1				
2				
3				

Задание №2:

Аккуратно вырежем кляксу строго по ее контуру. Воспользуемся тем, что наша линейка бумажная и легко гнется. Поставим на кляксе отметку и приложим линейку к ее контуру так, чтобы отметка совпала с нулевым делением шкалы, и линейка располагалась перпендикулярно плоскости кляксы. Прижимая линейку к контуру кляксы постепенно измерим ее периметр L . Для удобства измерений на кляксе следует делать промежуточные отметки. Так как в процессе прикладываний мы могли слегка сдвигать линейку относительно кляксы, то точность таких измерений не очень высокая, поэтому повторим их 5 раз и усредним полученный результат. $L_{\text{ср}} = \frac{L_1 + L_2 + L_3 + L_4 + L_5}{5}$

№	L , мр	$L_{\text{ср}}$, мр
1		
2		
3		
4		
5		

ПРИМЕЧАНИЕ. В решении не даны конкретные численные значения, так как они зависят от условий печати в конкретном муниципалитете и используемой бумаги. Жюри необходимо самостоятельно выполнить необходимые измерения для получения эталонных ответов.

Критерии оценивания

№	Критерий	Кол-во баллов
1	Идея измерения толщины бумаги методом рядов.	1
2	Присутствует описание метода.	0,5
3	Присутствуют результаты прямых измерений – толщина стопки и число слоев.	1
4	Использовано не менее 30 слоев.	1
5	Проведено усреднение не менее чем по 3 опытам.	0,5
6	Значение толщины листа*. При отклонении от результатов жюри не более 5% - полный балл, при отклонении в пределах 10 % только 1 балл из двух.	2 (1)
7	Описан разумный метод определения периметра (позволяющий получить результат с теоретической погрешностью не больше 10%).	1
8	Проведено усреднение не менее, чем по 5 (3) опытам.	1 (0,5)
9	Значение периметра*. При отклонении от результатов жюри не более 5% - полный балл, при отклонении в пределах 10 % только 1 балл из двух.	2 (1)

*При отсутствии описания метода и исходных измерений балл не ставится. Если присутствует описание корректного метода или присутствуют правдоподобные измерения, то результат оценивается.

Данный лист является оборудованием для 7 класса. Его необходимо распечатать на бумаге формата А4 и выдать школьникам отдельно от условия.

