

**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 3 м/мин. При движении вверх по муравейнику, его скорость уменьшается на одну третью часть. На вершине муравей оставляет соломинку и сразу спускается вниз, двигаясь по муравейнику тем же путем, но в 3 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 2,88 км. Сколько времени длится летний световой день?

Возможное решение

Вопрос №1:

Найдем скорость, с которой муравей поднимался на муравейник, для этого необходимо скорость движения муравья по горизонтальному участку умножить на $\frac{2}{3}$:

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

Чтобы найти скорость, с которой спускался муравей с муравейника, необходимо скорость, с которой поднимался муравей умножить на 3

$$v_3 = 3v_2 = 3 \cdot 2 \text{ м/мин} = 6 \text{ м/мин.}$$

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

$$v_{\text{ср}} = \frac{2S}{\frac{S}{V_2} + \frac{S}{V_3}} = \frac{2 V_2 V_3}{V_2 + V_3} = \frac{2 \cdot 2 \frac{\text{м}}{\text{мин}} \cdot 6 \frac{\text{м}}{\text{мин}}}{2 \frac{\text{м}}{\text{мин}} + 6 \frac{\text{м}}{\text{мин}}} = 3 \text{ м/мин.}$$

Вопрос №3:

Из предыдущего решения следует, что скорость движение муравья по горизонтальному пути и средняя скорость движения по муравейнику, одинаковые и равны 3 м/мин. Значит средняя скорость движения муравья на всем пути 3 м/мин.

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

$$t_{\text{всё}} = \frac{S_{\text{весь}}}{V_{\text{ср}}} = \frac{2880_{\text{м}}}{3 \frac{\text{м}}{\text{мин}}} = 960 \text{ мин} = 16 \text{ ч.}$$

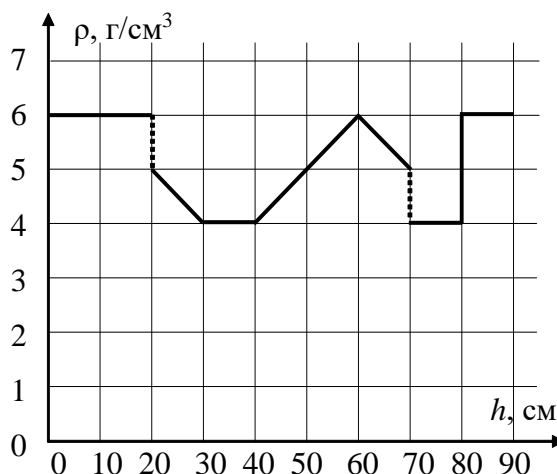
Критерии оценивания

№	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 $v_{\text{ср}} = 3 \text{ м/мин}$	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 $t_{\text{всё}} = \frac{S_{\text{весь}}}{V_{\text{ср}}}$ + число $t_{\text{всё}} = 16 \text{ ч}$	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 $\rho = 5 \text{ г/см}^3$, и какой была при этом её высота.
- 2) среднюю плотность полной стопки из пластинок (когда её высота стала 90 см).



Возможное решение

Вопрос №1:

- 1) Разобьем все стопку на участки длиной $\Delta h = 10 \text{ см}$.
- 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 50 см и 80 см.

Альтернативное решение.

1) С учетом того, что произведение $\rho_i \Delta h$ равно соответствующей площади на графике, можно предложить еще один способ решения.

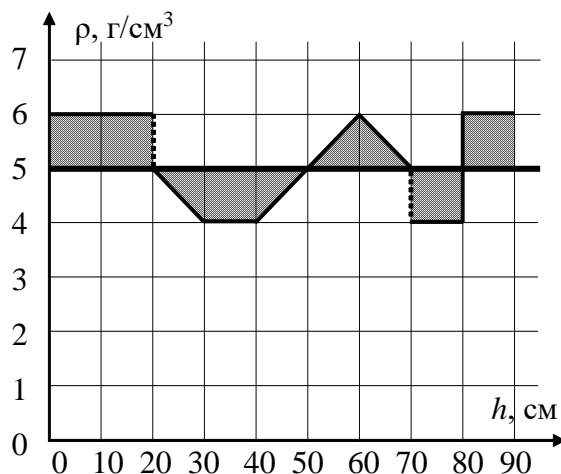
2) Для определения расстояния h , при котором средняя плотность будет равна $\rho_{\text{ср}} = 5 \text{ г/см}^3$, проведём на графике горизонтальную прямую, соответствующую искомой плотности (см. рис).

3) 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 5 г/см^3 , когда суммарная площадь фигур,

расположенных выше проведенной прямой (левая штриховка) будет равна суммарной площади фигур, расположенных ниже проведенной прямой (правая штриховка).

4) Решая задачу графически (двигаясь по графику слева направо) обнаруживаем, что указанное условие реализуется два раза: при высоте стопки равной 50 см и 80 см.



Вопрос №2:

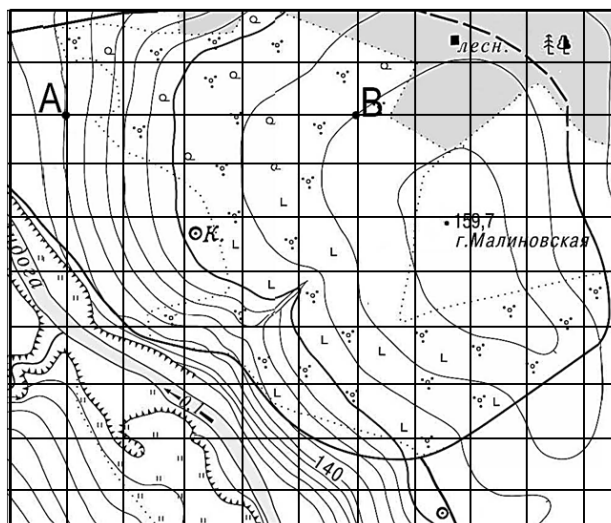
Зная, что при высоте 80 см средняя плотность стопки равна 5 г/см^3 , определим среднюю плотность всей стопки по формуле $\rho_{\text{ср}} = \frac{5 \cdot 80S + 6 \cdot 10S}{80S + 10S} = 5,11 \text{ г/см}^3$.

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 50 см и 80 см	1+1
5	Определена средняя плотность всей стопки Формула $\rho_{\text{ср}} = \frac{5 \cdot 80S + 6 \cdot 10S}{80S + 10S}$ + число $\rho_{\text{ср}} = 5,11 \text{ г/см}^3$	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 $L = 25$ км. Прочитав инструкцию, он узнал, во-первых, что одно деление масштабной сетки соответствует $y = 4$ кай (видимо какая-то специализированная единица измерения расстояния). Во-вторых, что максимальная скорость, которую может развивать аппарат, равна $u = 0,04$ кай/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 $N_1 = 4$ клеточки за $t = 10$ 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 кай?
- 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?

Возможное решение

Вопрос №1:

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

$$n = \frac{L}{N} = \frac{25}{5} = 5 \frac{\text{км}}{\text{клетка}}$$

Вопрос №2:

Для перевода 1 кай в километры нужно масштаб клетки разделить на количество кай в клетке:

$$k = \frac{n}{y} = \frac{5}{4} = 1,25 \frac{\text{км}}{\text{кай}}$$

Вопрос №3:

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

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

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

$$v = \frac{N_1 n}{t} = \frac{4 \cdot 5}{10} = 2 \frac{\text{км}}{\text{мин}} = 120 \frac{\text{км}}{\text{час}}$$

Вопрос №4:

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

$$u = \frac{0,04 \text{ кай}}{1 \text{ с}} = \frac{0,04 \text{ кай} \cdot 1,25 \frac{\text{км}}{\text{кай}}}{\frac{1}{3600} \text{ ч}} = 180 \frac{\text{км}}{\text{ч}}$$

А теперь найдём отношение:

$$\frac{u}{v} = \frac{180}{120} = 1,5.$$

Критерии оценивания

№	Критерий	Кол-во баллов
1	Правильно дан ответ на первый вопрос. Формула $n = \frac{L}{N} + \text{число}$ $n = 5 \frac{\text{км}}{\text{клетка}}$	1+1
2	Правильно дан ответ на второй вопрос. Формула $k = \frac{n}{y} + \text{число}$ $k = 1,25 \frac{\text{км}}{\text{кай}}$	1+1
3	Правильно найдено расстояние, которое пролетел БПЛА – 20 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 $v = 120 \frac{\text{км}}{\text{ч}}$	1
5	Правильно выполнен перевод максимальная скорость в км/ч ($180 \frac{\text{км}}{\text{ч}}$) или скорость тестового полета переведена в кай/с (0,027 кай/с).	2
6	Правильно найдено отношение максимальной и текущей скорости (1,5). <i>Примечание. Засчитываются ответы от 1,45 до 1,55, 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 милирысях, и «кляксой», ножницы (выдаются по требованию).

С помощью предложенного оборудования определите:

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

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 милирыси 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.

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	$d_{\text{ср}}$, 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.

