

**Муниципальный этап всероссийской олимпиады школьников по физике.
2025-26 учебный год. 8 класс. Максимальный балл – 40.**

Задача №1

При подготовке к соревнованиям по велоспорту, Анатолий практиковал чередование быстрой и медленной езды на велосипеде на различных дистанциях. На рис. представлен график зависимости скорости велосипедиста Анатолия v от пройденного им пути s в один из дней тренировок.

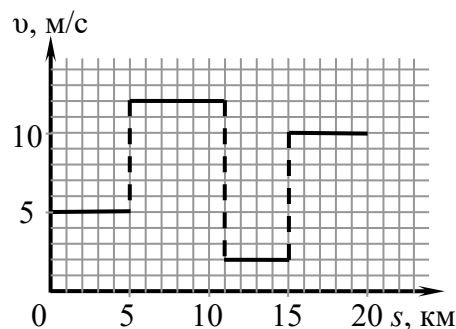
Используя построенный график, определите:

Вопрос №1: время движения велосипедиста Анатолия на всем пути;

Вопрос №2: максимальное значение средней путевой скорости;

Вопрос №3: минимальное значение средней путевой скорости.

Средняя путевая скорость – отношение всего пройденного пути ко всему времени движения (включая остановки).



Автор: Сорокин Антон Петрович

Возможное решение.

Вопрос №1:

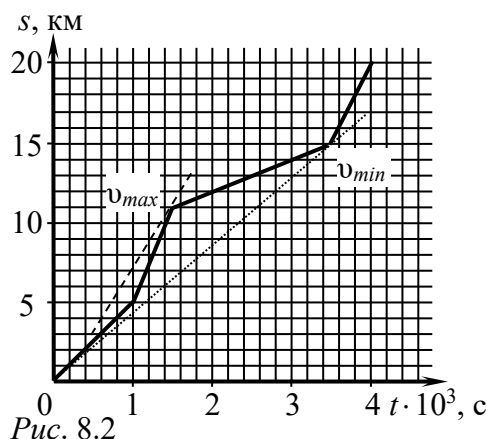
Время на каждом из интервалов движения велосипедиста может быть найдено по формуле $t_n = s_n/v_n$, где n – один из 4 интервалов движения с постоянной скоростью.

Время движения велосипедиста Анатолия на всем пути $t = \frac{5000 \text{ м}}{5 \text{ м/с}} + \frac{6000 \text{ м}}{12 \text{ м/с}} + \frac{4000 \text{ м}}{2 \text{ м/с}} + \frac{5000 \text{ м}}{10 \text{ м/с}} = 4000 \text{ с}$.

Вопросы №2-3:

Построим график зависимости пройденного велосипедистом Анатолием пути s от времени t (рис. 8.2).

По графику определим максимальную и минимальную средние путевые скорости: $v_{\max} \approx 7,33 \text{ м/с}$, $v_{\min} \approx 4,29 \text{ м/с}$.



Критерии оценивания.

№	Критерий	Кол-во баллов
Вопрос №1		
1	Найдено время на каждом из интервалов движения	$0,5 \times 4$
2	Вычислено время движения на всем пути	2
Вопрос №2		
3	Построен график зависимости s от t или приведены аргументированные рассуждения в какие моменты времени средняя скорость достигает максимума и минимума	2
4	Определена максимальная средняя путевая скорость	2
5	Определена минимальная средняя путевая скорость	2
	Итого	10

Задача №2

Для пикника купили специальные контейнеры с замороженным гелем – «охлаждающие палочки». Масса одной палочки – 200 г. В инструкции сказано, что гель внутри нее плавится при температуре $+5^{\circ}\text{C}$. Петя хочет охладить 1 литр лимонада (что соответствует массе лимонада в 1 кг), стоявшего в машине и нагретого до $+30^{\circ}\text{C}$, до приятной температуры $+16^{\circ}\text{C}$. Для этого он кладёт палочки в бутылку с водой. Начальная температура палочек -20°C . Удельная теплоёмкость лимонада равна $4200 \frac{\text{Дж}}{\text{кг}\cdot^{\circ}\text{C}}$, удельная теплоёмкость замороженного геля равна $3000 \frac{\text{Дж}}{\text{кг}\cdot^{\circ}\text{C}}$, удельная теплоёмкость жидкого геля $3800 \frac{\text{Дж}}{\text{кг}\cdot^{\circ}\text{C}}$, удельная теплота плавления геля $180\,000 \frac{\text{Дж}}{\text{кг}}$.

Теплообменом с окружающей средой можно пренебречь.

Вопрос 1. Сколько тепла может «забрать» одна палочка при ее нагреве до 5 градусов Цельсия и полном плавлении геля?

Вопрос 2. Сколько минимум палочек потребуется для охлаждения лимонада до желаемой температуры?

Вопрос 3. Петя охлаждает 5 литров лимонада с начальной температурой $+30$ градусов Цельсия, используя 8 палочек. До какой температуры охладится лимонад? Ответ округлите до десятых.

Автор: Вихарев Николай Михайлович.

Возможное решение:

Вопрос №1.

Одна палочка проходит два этапа, пока не растает полностью при 5°C :

- 1) Нагрев геля от $t_1 = -20^{\circ}\text{C}$ до $t_2 = 5^{\circ}\text{C}$. $Q_{\text{нг}} = c_{\text{г}} m_{\text{г}} (t_2 - t_1) = 3000 \cdot 0,2 \cdot (5 - (-20)) = 600 \cdot 25 = 15 \text{ кДж}$.
- 2) Плавление геля при постоянной температуре 5°C . $Q_{\text{пл}} = \lambda m_{\text{г}} = 180000 \cdot 0,2 = 36 \text{ кДж}$.
- 3) Общее количество теплоты, поглощаемое палочкой: $Q = Q_{\text{нг}} + Q_{\text{пл}} = 15 + 36 = 51 \text{ кДж}$.

Ответ на 1 вопрос: 51 кДж.

Вопрос №2.

Лимонад, чтобы охладиться должен отдать тепло, которое заберут палочки.

Количество теплоты, которое отдаёт лимонад:

$$Q_{\text{отд}} = c_{\text{л}} m_{\text{л}} (t_4 - t_3) = 4200 \cdot 1 \cdot 14 = 58,8 \text{ кДж}.$$

Найдем сколько тепла забирает каждая палочка при нагреве до $+16^{\circ}\text{C}$. В предыдущем вопросе мы уже выяснили, что для нагрева палочки до $+5^{\circ}\text{C}$ потребуется 51 кДж тепла. Добавим энергию, необходимую для нагрева жидкого геля с $+5^{\circ}\text{C}$ до $+16^{\circ}\text{C}$. $c_{\text{жг}} m_{\text{г}} (16^{\circ}\text{C} - 5^{\circ}\text{C}) = 3800 \cdot 0,2 \cdot 11 = 8,36 \text{ кДж}$. Значит каждая палочка может забрать количество теплоты $Q = 51 \text{ кДж} + 8,36 \text{ кДж} = 59,36 \text{ кДж}$. Получили $Q \geq Q_{\text{отд}}$, значит достаточно одной палочки.

Ответ на 2 вопрос: 1 палочка.

Вопрос №3.

Используется 8 палочек. Составим уравнение теплового баланса.

1. Нагрев 8 палочек от -20°C до 5°C . $8 \cdot 15 \text{ кДж} = 120 \text{ кДж}$.
2. Плавление 8 палочек при 5°C . $8 \cdot 36 \text{ кДж} = 288 \text{ кДж}$.
3. Нагрев жидкого геля от 5°C до конечной температуры t

$$Q_{\text{нг}} = c_{\text{жг}} \cdot 8 m_{\text{п}} \cdot (t - 5) = 6080 (t - 5)$$

4. Суммарно поглощено палочками:

$$Q_{\text{погл}} = 120000 + 288000 + 6080(t - 5)$$

5. Отдано лимонадом:

$$Q_{\text{отд}} = c_{\text{л}} m_{\text{г}} (30 - t) = 4200 \cdot 5 \cdot (30 - t) = 21000(30 - t)$$

Уравнение теплового баланса:

$$\begin{aligned} Q_{\text{отд}} &= Q_{\text{погл}} \\ 21\,000(30-t) &= 408\,000 + 6080(t-5) \\ 630\,000 - 21\,000t &= 408\,000 + 6\,080t - 30\,400 \\ 27\,080t &= 252\,400 \\ t &= \frac{252\,400}{27\,080} \approx 9,32 \end{aligned}$$

Ответ на 3 вопрос: $\approx 9,3^{\circ}\text{C}$.

Критерии оценивания.

№	Критерий	Кол-во баллов
Вопрос №1		
1	Корректное вычисление количества теплоты (верно записанная формула и правильные математические вычисления), требуемое для нагрева геля	1
2	Корректное вычисление количества теплоты (верно записанная формула и правильные математические вычисления), требуемое для плавления геля	1
3	Вычисление суммарного количества теплоты	0,5
Вопрос №2		
4	Корректное вычисление количества теплоты, которое было отдано лимонадом при охлаждении	1
5	Правильно определено минимальное количество палочек, требуемое для охлаждения	1
Вопрос №3		
6	Правильно определено количество теплоты, необходимое для нагрева 8 замороженных палочек до температуры плавления	1
7	Правильно определено количество теплоты, необходимое для плавления 8 палочек	1
8	Правильно определено количество теплоты, необходимое для нагрева 8 палочек с жидким гелем	1
9	Корректно записана формула количества теплоты, отданного лимонадом	1
10	Записано уравнение теплового баланса, проведены математические преобразования и получен верный числовой ответ	1,5
	Итого	10

Задача №3

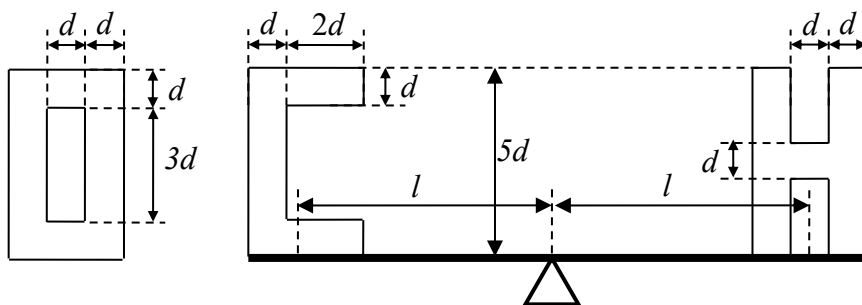
При подготовке к турниру Костя выпилил из однородного листа фанеры постоянной толщины буквы «С», «О» и «Н». На противоположные концы невесомого рычага он поставил буквы «С» и «Н» так, что расстояние от центра тяжести каждой из букв до точки опоры рычага оказалось равно l (см. рис.).

Вопрос №1: Куда на рычаг следует поставить букву «О», чтобы он оказался в равновесии в горизонтальном положении?

Вычислите расстояние от точки опоры рычага до центра тяжести буквы «О».

Костя о-о-чень хотел спать, поэтому выпилил еще одну букву «О» и заменил ей букву «Н» на рычаге так, что центр масс буквы «О» оказался там же, где располагался центр масс буквы «Н».

Вопрос №2: Куда и на сколько надо сместить точку опоры рычага, чтобы он остался в равновесии в горизонтальном положении?



Автор: Сорокин Антон Петрович

Возможное решение.

Вопрос №1:

Обозначим плотность фанеры ρ , толщину – a , тогда:

масса буквы «С» $m_C = \rho a(2 \cdot 2d^2 + 5d^2)$;

масса буквы «О» – $m_O = \rho a(2d^2 + 2 \cdot 5d^2)$;

масса буквы «Н» – $m_H = \rho a(d^2 + 2 \cdot 5d^2)$.

Букву «О» поставили слева на расстоянии x от точки опоры рычага. Правило моментов для первого случая $\rho a(9d^2)l + \rho a(12d^2)x = \rho a(11d^2)l$, откуда $x = l/6$.

Вопрос №2:

Точку опоры надо сместить вправо относительно ее начального положения. Правило моментов для 2 случая $\rho a(9d^2)(l + y) + \rho a(12d^2)(l/6 + y) = \rho a(12d^2)(l - y)$, откуда $y = l/33$.

Критерии оценивания

№	Критерий	Кол-во баллов
Вопрос №1		
1	Выражение для массы буквы «С»	1
2	Выражение для массы буквы «О»	1
3	Выражение для массы буквы «Н»	1
4	Сделан вывод о том, что буква «О» должна быть левее точки опоры	1
5	Записано правило моментов для 1 случая	2
6	Найдено положение центра тяжести буквы «О»	1
Вопрос №2		
7	Сделан вывод о том, что точка опоры должна быть смещена вправо	1
8	Записано правило моментов для 2 случая	1
9	Найдено смещение точки опоры	1
Итого		10

Задача №4

Оборудование: лист бумаги с напечатанной трапецией и линейкой, кусок нити, ножницы (выдаются по требованию).

ВАЖНО!!! Можно использовать только указанное в задаче оборудование. Своей линейкой и другим оборудованием пользоваться нельзя.

В этой задаче вам предстоит изучить неоднородный рычаг. Первое, что вам потребуется – изготовить его. Для этого аккуратно вырежьте трапецию, напечатанную на отдельном листе и линейку. Затем сверите получившуюся трапецию несколько раз вдоль тонких, параллельных линий, как «гармошку». Чтобы получившаяся «гармошка» не расползлась перетяните ее в нескольких местах небольшими кусочками нити. У вас должна получиться своеобразная бумажная палочка, в которой все изначально параллельны друг другу тонкие линии остались параллельными.

Вопрос 1. Определите расстояние от центра тяжести получившегося рычага до его более легкого конца.

Вопрос 2. Теперь постепенно укорачивайте рычаг, отрезая кусочки от его более тяжелого конца. Снимите зависимость расстояния от легкого конца рычага до его центра тяжести от длины рычага. Постройте график полученной зависимости, сделайте вывод о ее виде.

Автор: Карманова Максим Леонидович

Возможное решение

Вопрос 1. Согнем рычаг, как написано в инструкции. Если тщательно прогладить все сгибы, то можно не обвязывать его дополнительно ниточками.



Так как выданная линейка короткая, то для удобства измерения длины рычага поставим на нем отметку на расстоянии 12 см от легкого края.

Измерим длину всего рычага $L_0 = 12,0 + 10,8 = 22,8$ см.

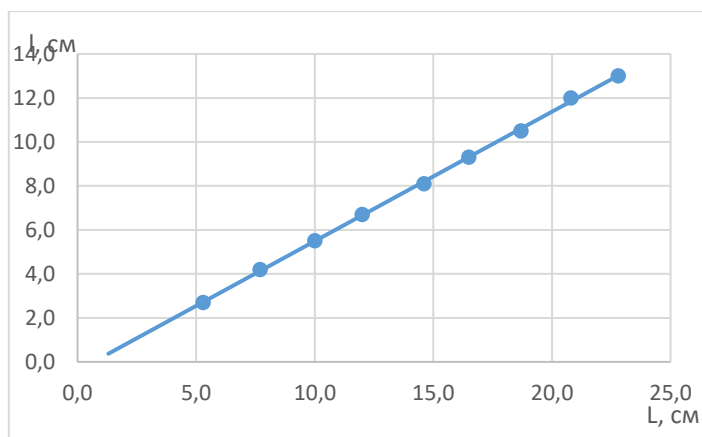
Подвесим рычаг на ниточке так, чтобы он оказался в равновесии и располагался горизонтально. Определим расстояние от легкого края рычага до точки подвеса $l_0 = 13,0$ см.

Вопрос 2.

Будем отрезать от тяжелого конца рычага кусочки длиной примерно 2 см, затем каждый раз измерять оставшуюся длину рычага L и расстояние до его нового центра тяжести l . Результаты измерений занесем в таблицу.

$L, \text{ см}$	22,8	20,8	18,7	16,5	14,6	12,0	10,0	7,7	5,3
$l, \text{ см}$	13,0	12,0	10,5	9,3	8,1	6,7	5,5	4,2	2,7

Построим график полученной зависимости.



Из графика видно, что зависимость линейная.

Критерии оценивания

№	Критерий	Кол-во баллов
Вопрос №1		
1	Расстояние $l_0 \in [12,5; 13,5]$ см	2
	ИЛИ Расстояние $l_0 \in [9,3; 10,3]$ см	1
Вопрос №2		
2	Количество измерений – не менее 9	3
	ИЛИ не менее 7	2
	ИЛИ не менее 5	1
3	Измерения соответствуют реальности (отличаются от эталонного графика не более, чем на 10%)	2
4	Построение графика:	
	Построен именно $l(L)$ (не перепутаны оси)	0,5
	Грамотно выбран масштаб	0,5
	Нанесены все точки	0,5
5	Проведена усредняющая кривая	0,5
	Сделан вывод о линейности зависимости.	1
	Итого	10

Этот лист является частью условия задачи №4 для 8 классов. Он печатается на лист формата А4 и выдается участникам.

