

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

Задача №1

Колонна велосипедистов движется по прямолинейному участку дороги с постоянной скоростью $v = 18$ км/ч. Расстояние между соседними велосипедистами в колонне одинаковое и равно $l = 50$ м.

В какой-то момент времени велосипедист Василий увеличивает скорость до $v_1 = 22,5$ км/ч и движется с такой скоростью до тех пор, пока расстояние между ним и движущимся впереди велосипедистом не станет равным $s_1 = 10$ м, после чего он уменьшает скорость до $v_2 = 14,4$ км/ч и движется с такой скоростью до тех пор, пока расстояние между ним и движущимся позади велосипедистом не станет равным $s_2 = 10$ м. После чего Василий снова увеличивает скорость и т. д.

Так он баловался 4,5 минуты, после чего снова поехал со скоростью остальных велосипедистов.

Вопрос 1

Сколько времени Василий двигался со скоростью 22,5 км/ч в первый раз?

Вопрос 2

Сколько времени Василий двигался со скоростью 14,4 км/ч всего?

Вопрос 3

Какой путь проехал Василий за $t = 4,5$ мин такого движения?

Вопрос 4

На сколько Василий сместился относительно других велосипедистов за $t = 4,5$ мин?
?

Возможное решение.

Вопрос 1

При увеличении скорости до 22,5 км/ч = 6,25 м/с относительная скорость сближения Василия с движущимся впереди велосипедистом $v_{отн1} = v_1 - v = 1,25$ м/с, расстояние между ними сокращается на $\Delta l_1 = l - s_1 = 40$ м, следовательно, первый раз Василий движется со скоростью 22,5 км/ч в течение $t_1 = 32$ с.

Вопрос 2

При уменьшении скорости до 14,4 км/ч = 4,0 м/с относительная скорость сближения Василия с движущимся позади велосипедистом оказывается $v_{отн2} = v - v_2 = 1,0$ м/с.

Т.к. расстояние между соседями Василия равно 100 м, то расстояние, на которое Василий должен «отстать» от переднего велосипедиста равно 80 м. Для этого ему потребуется $80 \text{ м} / 1 \text{ м/с} = 80$ с.

Второй раз Василий едет с увеличенной скоростью $80 \text{ м} / 1,25 \text{ м/с} = 64$ с.

Затем движение повторяется.

Найдем, как закончилось необычное движение.

4,5 минуты = 270 с

$270 - (32 + 80 + 64 + 80) = 14$ с, т.е. на последнем участке Василий 14 секунд отдалялся от догоняющего велосипедиста.

Со скоростью 14,4 м/с Василий двигался 160 с.

Вопрос 3

Исходя из рассуждений предыдущего пункта, находим путь:

$$(32+64+14) \cdot 6,25 + (80+80) \cdot 4 = 1327,2 \text{ м.}$$

Вопрос 4

В конце Василий 14 с отдалялся от догоняющего, т.е. оказался на расстоянии $10 \text{ м} + 14 \text{ с} \cdot 1 \text{ м/с} = 24 \text{ м}$. Получается, что он сместился от начального положения на - 26 м. (положительный ответ тоже засчитывается).

Критерии оценивания

№	Критерий	Кол-во баллов
	Вопрос 1	
1	Найденная относительная скорость сближения	1
2	Ответ на первый вопрос (32 с)	1
	Вопрос 2	
3	Найденная относительная скорость отставания (1 м/с)	1
4	Найдено время отставания за один раз (80 с)	1
5	Найдено время движения с увеличенной скоростью не в первый раз (64 с)	0,5
6	Найдено, что Василий отставал 2 раза	0,5
7	Ответ на второй вопрос задачи (160 с)	1
	Вопрос 3	
8	Ответ на 3 вопрос (1327,2 м) Допускается округление	1
	Вопрос 4	
9	Найдено, что на последнем участке он ехал 14 с	1
10	Найдено положение Василия в колонне	1
11	Ответ на 4 вопрос (- 26 м или + 26 м)	1
	Итого	10

Задача №2

На одном из занятий по физике учащийся 8-го класса Анатолий твердо решил, что в XXI веке на смену чайных пакетиков должны прийти чайные кубики. Вернувшись домой, он взял крепко заваренный чай (заварку) при температуре 90°C и положил в него 8 одинаковых кубиков льда при температуре 0°C . После того, как весь лёд растаял, температура в кружке оказалась равной 0°C .

Удельная теплоёмкость воды и чая $4200 \text{ Дж}/(\text{кг} \cdot ^{\circ}\text{C})$, удельная теплота плавления льда 340 кДж/кг . Теплоёмкостью кружки и тепловыми потерями пренебречь.

Вопрос 1

Сколько таких же по размеру чайных кубиков сейчас сможет сделать восьмиклассник Анатолий, если заморозит содержимое кружки?

Вопрос 2

Во сколько раз будет разбавлен чай, если из полученного количества чайных кубиков при температуре 0°C и кипятка при температуре 90°C сделать теплый чай при температуре 50°C ?

Примечание: под разбавлением в данной задаче подразумевается отношение конечной массы напитка к массе заварки, которая была использована для изготовления чайных кубиков.

Возможное решение

Вопрос 1

Обозначим массу одного кубика льда m , массу чая – M_1 . При изменении температуры чая на $\Delta t = 90^\circ\text{C}$ из уравнения теплового баланса $8\lambda m = cM_1\Delta t$

$$M_1 = \frac{8\lambda m}{c\Delta t}, \text{ численно } M_1 \cong 7,2m.$$

Следовательно, восьмиклассник Анатолий сможет сделать $8 + 7,2 = 15,2$ чайных кубиков из содержимого кружки.

Вопрос 2

Обозначим новую массу кипятка M_2 . Температура кубиков изменяется на $\Delta t_1 = 50^\circ\text{C}$, кипятка – на $\Delta t_2 = 40^\circ\text{C}$. Запишем уравнение теплового баланса для второго случая $15,2\lambda m + 15,2cm\Delta t_1 = cM_2\Delta t_2$, откуда $M_2 = \frac{15,2m(\lambda + c\Delta t_1)}{c\Delta t_2}$, численно

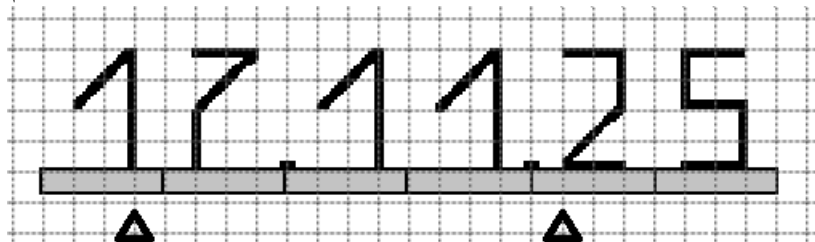
$M_2 = 49,8m$. Конечная масса напитка $M_0 = 49,8m + 15,2m = 65,0m$. Чай будет разбавлен в $n = \frac{M_0}{M_1} \cong 9$ раз.

Критерии оценивания.

№	Критерий	Кол-во баллов
	Вопрос 1	
1	Запись первого уравнения теплового баланса для первого случая	2
2	Масса заварки выражена через массу льда (7,2 m)	1
3	Ответ на первый вопрос - 15,2 кубика (допускается округление)	1
	Вопрос 2	
4	Правильно записано уравнение теплового баланса для второго случая	2
5	Масса кипятка выражена через массу исходного льда (49,8 m) или другую массу, найденную в 1 вопросе	1
6	Масса получившегося чая выражена через массу исходного льда (65,0 m) или другую массу, найденную в 1 вопросе	1
7	Ответ на второй вопрос задачи (9 раз)	2
	Итого	10

Задача № 3

В честь дня проведения муниципального этапа Всероссийской олимпиады школьников по физике была изготовлена сувенирная дата проведения.



Изготовили её из однородного металлического прута, нарезав из него цифры. Известно, что линейная плотность одного сантиметра прута $\lambda = 2$ г/см. Дату разместили на подставке, состоящей из шести одинаковых невесомых секций. Длина одной секции подставки $l = 4$ см. Массой сувенирных точек между числами пренебречь.

Вопрос 1

Чему равна масса цифры 2?

Вопрос 2

Какая половина конструкции тяжелее 17.1 или 1.25? Во сколько раз?

Вопрос 3

Какова масса всей конструкции?

Вопрос 4

Конструкцию разместили на двух опорах, как показано на рисунке. Определите Силу давления на каждую из опор.

Возможное решение:

Вопрос 1

Длина одной секции 4 см, значит размер одной клетки – 1 см.

Для изготовления цифры 2 потребовалось 6 см прута для вертикальных и горизонтальных участков и $2\sqrt{2} \approx 2,83$ см для наклонного участка. Масса цифры 2 равна $(6 + 2,83) \cdot 2 = 17,7$ г.

Вопрос 2

Цифры 17.1 содержат 12 участков по 1 см и 3 наклонных участка по $2\sqrt{2} \approx 2,83$ см. Всего получаем 20,49 см.

Цифры 1.25 содержат 20 участков по 1 см и 2 наклонных участка по $2\sqrt{2} \approx 2,83$ см. Всего получаем 25,66 см.

Так как плотность материала одинакова, отношение масс равно отношению длин: $25,66 / 20,49 = 1,25$. Правая часть тяжелее.

Вопрос 3

Воспользуемся предыдущим пунктом и найдем, что вся длина прута в конструкции $25,66 + 20,49 = 46,15$ см. Следовательно масса всей конструкции $46,15 \cdot 2 = 92,3$ г.

Вопрос 4

Найдем суммарный момент сил тяжести всех цифр относительно левой опоры. Для этого запишем правило моментов.

Для удобства вычислений обозначим:

$a = 2$ см $\lambda g = 40$ мН – сила тяжести фрагмента в 2 клетки,

$b = 2\sqrt{2}$ см $\lambda g = 56,6$ мН - сила тяжести диагонального фрагмента в 2 клетки

Запишем последовательно моменты сил для каждой цифры относительно левой опоры (расстояние в см)

“1” $0 \cdot 2a - 1 \cdot b = -56,6 \text{ мН} \cdot \text{см}$

“7” $2 \cdot a + 3 \cdot b + 3 \cdot a = 369,8 \text{ мН} \cdot \text{см}$

“1” $8 \cdot 2a + 7 \cdot b = 1036,2 \text{ мН} \cdot \text{см}$

“1” $12 \cdot 2a + 11 \cdot b = 1582,6 \text{ мН} \cdot \text{см}$

“2” $15 \cdot b + 15 \cdot 2a + 16 \cdot a = 2689 \text{ мН} \cdot \text{см}$

“5” $19 \cdot 3a + 18 \cdot a + 20 \cdot a = 3800 \text{ мН} \cdot \text{см}$

Суммарный момент: $9421 \text{ мН} \cdot \text{см}$

Этот момент должен компенсироваться моментом силы реакции правой опоры: $F_p \cdot 14 \text{ см}$. Получаем $F_p = 9421 / 14 = 673 \text{ мН}$.

Силу давления на левую опору можно найти из условия равновесия: $F_l = mg - F_p = 923 - 673 = 250 \text{ мН}$.

Критерии оценивания.

№	Критерий	Кол-во баллов
	Вопрос 1	
1	Найдена масса цифры «2» - 17,7 г	1
	Вопрос 2	
2	Найдена длина прута для «17.1» - 20,49 см.	1
3	Найдена длина прута для «1.25» - 25,66 см	1
4	Найдено отношение масс 1,25	1
	Вопрос 3	
5	Найдена масса конструкции 92,3 г.	1
	Вопрос 4	
6	Правильно расписаны моменты сил для каждой цифры по 0,5 балла за каждую цифру (допускается численная или буквенная запись с разделением цифры на части)	3
7	Правильно найдена одна сила реакции 673 мН или 250 мН	1
8	Правильно найдена вторая сила реакции 673 мН или 250 мН	1
	Итого	10

Задача №4

Оборудование: шприц без иглы, 4 гайки массой по 1 г каждая, линейка, нитка, кусочек скотча (выдается по требованию), сосуд с водой, салфетки для поддержания чистоты.

Задание: при помощи выданного оборудования определите:

1. Массу шприца.
2. Плотность материала, из которого изготовлены гайки?

Примечание: плотность воды считайте известной и равной 1 г/см^3 , шприц можно разбирать.

В решении опишите выполненные вами эксперименты, нарисуйте схемы установок, приведите результаты измерений. Погрешность оценивать не нужно.

Возможное решение:

Вопрос 1

Будем использовать линейку в качестве рычага. Для начала определим расположение центра тяжести линейки, для этого пустую линейку уравновесим на краю стола или подвесим на нити (можно закрепить нить на линейке в этом положении при помощи кусочка скотча).

Опыт показал, что положение центра тяжести линейки соответствует делению $x_{\text{цт}} = 14,5 \text{ см}$.

Теперь подвесим на один конец линейки шприц, а на другой – 4 гайки и передвигая их добьемся равновесия линейки, при этом постараемся чтобы гайки и шприц располагались как можно дальше друг от друга (рис.1).

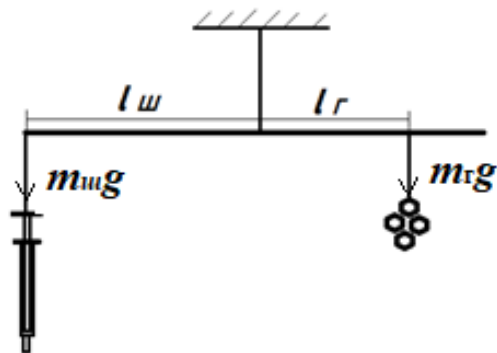


рис. 1

Запишем условие равновесия рычага:

$$m_{\text{ш}} g l_{\text{ш}} = 4 m_{\text{г}} g l_{\text{г}}$$

Плечи сил в положении равновесия получились следующие:

$$l_{\text{ш}} = 14 \text{ см}; \quad l_{\text{г}} = 8,6 \text{ см};$$

Найдем массу шприца:

$$m_{\text{ш}} = \frac{4 m_{\text{г}} l_{\text{г}}}{l_{\text{ш}}} = 2,5 \text{ г};$$

Можно провести серию измерений, меняя точки подвесов тел. Получившиеся значения масс шприца усреднить.

Вопрос 2

Для определения плотности материала гайки, необходимо определить объем гайки. Для этого вытащим шток шприца, используем корпус шприца как мерный

стакан. Отверстие, предназначенное для иглы, можно закрыть пальцем или залепить кусочком скотча. Наливаем в шприц небольшое количество воды из стакана (рис.2).

Опустим в шприц с водой 4 гайки (рис.3). Определим разность уровней воды в шприце без гаек и с гайками – это и будет объем 4 гаек.

$$V_{\Gamma} = \frac{\Delta V}{4} = \frac{0,5 \text{ см}^3}{4} = 0,125 \text{ см}^3$$



рис. 2

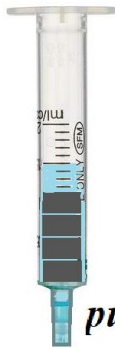


рис. 3

Посчитаем плотность материала гайки:

$$\rho = \frac{m_{\Gamma}}{V_{\Gamma}} = \frac{1 \text{ г}}{0,125 \text{ см}^3} = 8 \text{ г/см}^3$$

Критерии оценивания.

№	Критерий	Кол-во баллов
	Вопрос 1	
1	Описана идея использования рычага для определения массы шприца	1
2	Сделан чертеж рычага, расставлены силы и плечи	1
3	Записано условие равновесия рычага	1
4	Проделана серия измерений для определения массы шприца	0,5
5	Правильно определена масса шприца в пределах 5% от эталонного значения - 2 балла; в пределах 10% от эталонного значения – 1 балл.	2
	Вопрос 2	
6	Описана идея использования шприца как мерного стакана	1
7	Использован метод рядов при определении объема гайки (в шприц погружается 4 гайки, а не 1)	1
8	Правильно определен объем гайки в пределах 5% от эталонного значения – 1,5 балла; в пределах 10% от эталонного значения – 1 балл.	1,5
9	Найдена плотность материала гайки. Баллы ставятся, если значение плотности получено правильно в пределах 10% от эталонного значения.	1
	Итого	10