

**Муниципальный этап всероссийской олимпиады школьников по физике.  
2020-21 учебный год. 7 класс. Максимальный балл – 40.**

**Задача №1**

По перрону с постоянной скоростью  $U$  идёт носильщик. По левому и правому пути навстречу друг другу движутся поезда с постоянными скоростями  $v_1$  и  $v_2$  соответственно (см. рис.). Носильщик заметил, что проводники левого поезда, которые стоят в дверях каждого вагона, проезжали мимо него каждые  $t_1 = 2,4$  с. А проводники правого поезда, которые тоже стоят в дверях каждого вагона, проезжали мимо него каждые  $t_2 = 12$  с.

**Вопрос №1:** Через какое время  $t_3$  проводники обоих поездов оказываются напротив друг друга?

**Вопрос №2:** Учитывая, что длина каждого вагона равна 24 м, а величина скорости левого поезда больше величины скорости правого поезда на 4 м/с, определите скорость каждого поезда.

**Вопрос №3:** С какой скоростью носильщик идёт по перрону?

*Автор: Порошин Олег Владимирович*

**Возможный вариант решения**

**Вопрос №1:**

Если перейти в систему отсчёта связанную с носильщиком, то скорость левого поезда в этой СО будет равна  $v_{от1} = v_1 + U$ , а скорость второго поезда в этой же СО  $v_{от1} = v_2 - U$ . Тогда время через которое проводники левого поезда встречают носильщика  $t_1 = \frac{L}{v_1 + U}$  (1), аналогично для правого поезда  $t_1 = \frac{L}{v_2 - U}$  (2), где  $L$  – длина вагона. Тогда искомое время  $t_3 = \frac{L}{v_1 + v_2}$  (3).

Решаем получившуюся систему.

Для этого из (1) выразим  $v_1 = \frac{L}{t_1} - U$  (4);

Из (2) выразим  $v_2 = \frac{L}{t_2} + U$  (5)

(4) и (5) подставим в (3) и получим итоговую формулу  $t_3 = \frac{t_2 \cdot t_1}{t_2 + t_1}$ .

После подстановки и вычислений получаем:  $t_3 = 2$  с.

**Вопрос №2:**

Из условия задачи следует:  $v_1 - v_2 = 4 \frac{м}{с}$  (6)

Если суммировать (4) и (5) то получим  $v_1 + v_2 = \frac{L(t_2 + t_1)}{t_2 \cdot t_1} = 12 \frac{м}{с}$  (7)

Складывая теперь (6) и (7) получим  $2v_1 = 16$  м/с

Таким образом, ответ:  $v_1 = 8$  м/с  $v_2 = 4$  м/с

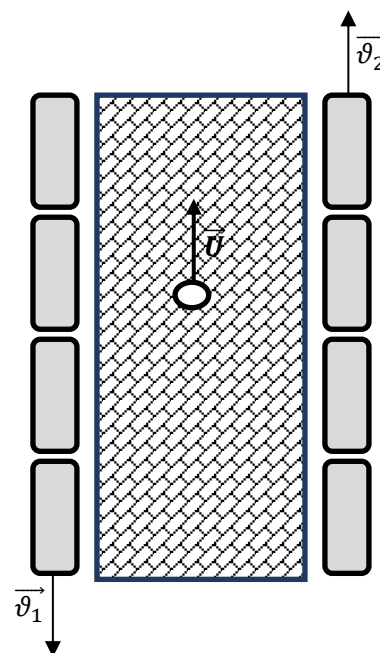
**Вопрос №3:**

Выразить скорость носильщика теперь можно, например из (1):

$$U = \frac{L}{t_1} - v_1 = 2 \text{ м/с}$$

**Критерии оценивания**

1. Записана скорость носильщика относительно первого поезда – 1 балл
2. Записана скорость носильщика относительно второго поезда – 1 балл
3. Записана относительная скорость поездов – 1 балл
4. Записана система уравнений для ответа на первый вопрос – 1 балл
5. Дан правильный ответ на первый вопрос – 2 балла
6. Получено значение суммы скоростей поездов – 1 балл

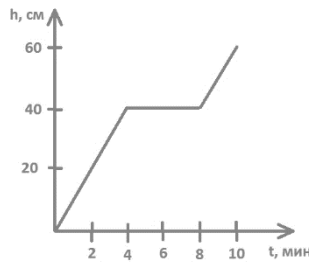
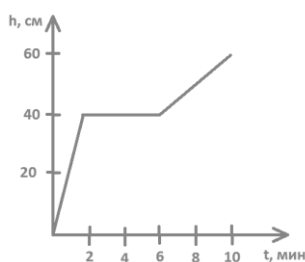
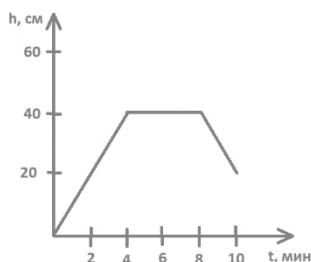


7. Получено правильное значение скорости первого поезда – 1 балл
8. Получено правильное значение скорости второго поезда – 1 балл
9. Получено правильное значение скорости носильщика – 1 балл

## Задача №2

Ученик проводил исследовательскую работу. В ее ходе потребовалось измерять объём воды в аквариуме. Для этого он разработал устройство на основе платы Arduino. Программа строила график зависимости уровня воды в аквариуме от времени. Аквариум наполнялся с постоянной скоростью в течение четырех минут. Затем 4 минуты был перерыв. После этого аквариум снова наполнялся с постоянной скоростью в течение двух минут. После выполнения работы график был распечатан, но к своему удивлению учащийся обнаружил, что напечаталось сразу три графика. Один от этой работы и еще два от ранее сделанных.

Какой из графиков соответствует описанному эксперименту? Ответ обоснуйте.



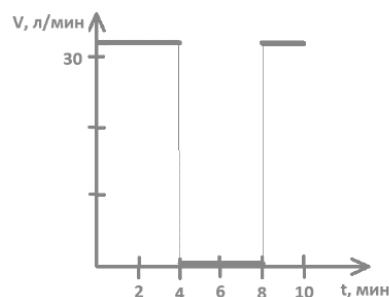
Постройте график зависимости скорости наполнения аквариума от времени, если аквариум имеет форму параллелепипеда с площадью дна  $3200 \text{ см}^2$ . График построить в координатах л/мин.

*Автор: Сухова Ольга Радиевна.*

### Возможное решение

Из всех графиков подходит только третий, так как на первом графике есть участок уменьшения уровня воды в аквариуме, а по условию вода только наливалась, а на втором графике в первый раз вода наливалась 2 минуты, а по условию – четыре.

Скорость наполнения в первые четыре минуты  $V = (h * S) / t$ , где  $h = 40 \text{ см}$ ,  $t = 4 \text{ минуты}$ ,  $S = 3200 \text{ см}^2$ .  $V = 32000 \text{ см}^3 / \text{мин} = 32 \text{ л/мин}$ . Следующие четыре минуты скорость наполнения равна 0 л/мин. Последние 2 минуты скорость такая же, как и первые четыре (что видно на первом графике, так как угол наклона первого и третьего участков одинаковый)



### Критерии оценивания

Верно выбран график	1 балл
Обоснован выбор графика как верного	2 балла
Верно рассчитана скорость наполнения на первом участке	2 балла
Сделан вывод о равенстве скоростей наполнения первого и третьего участков, исходя из равенства углов наклона участков Или Напрямую рассчитана скорость наполнения на третьем участке	2 балла
Верно обозначены обе оси с указанием единиц величин, разумно выбран масштаб	1 балл
Верно построен график $V(t)$	2 балла

### Задача №3

Известно, что китайцы изобрели картон в 1600-х годах. Картон получился достаточно плотным, его толщина насчитывала по тем меркам  $d = 3$  фэня. Англичане по достоинству оценили это изобретение и позднее, в 1817 году, создали первую картонную коробку. Размеры ее, правда, были невелики, длина внешнего ребра такой коробочки составляла всего  $a = 2$  дюйма.

- 1) Выразите толщину картона в дюймах.
- 2) Найдите внешний объем картонной коробочки и выразите его в СИ.
- 3) Во сколько раз отличается объем картона, который ушел на изготовление стенок коробочки, от объема полости внутри нее?

Дополнительная информация:

1 фэнь = 3,33 мм, 1 дюйм = 2,54 см. Принять форму коробочки за куб.

*Автор: Горюнова Мария Владимировна*

### Возможное решение

#### Вопрос №1

1 дюйм = 2,54 см = 25,4 мм

1 мм =  $1/25,4$  дюйма = 0,039 дюйма

1 фэнь = 3,33 мм =  $3,33 \cdot 0,039$  дюйма = 0,13 дюйма

3 фэня =  $3 \cdot 0,13$  дюйма = 0,39 дюйма

Толщина картона равна 0,39 дюйма.

#### Вопрос №2.

1 дюйм = 2,54 см = 0,0254 м

$V = a^3 = (2 \text{ дюйма})^3 = (2 \cdot 0,0254 \text{ м})^3 = 0,00013 \text{ м}^3 = 1,3 \cdot 10^{-4} \text{ м}^3$

Объем картонной коробочки равен  $1,3 \cdot 10^{-4} \text{ м}^3$ .

1 фэнь = 3,33 мм = 0,333 см

1 дюйм = 2,54 см

#### Вопрос №3.

**ВНИМАНИЕ!!!** Этот вопрос имеет два варианта решения, приводящие к различным правильным ответам.

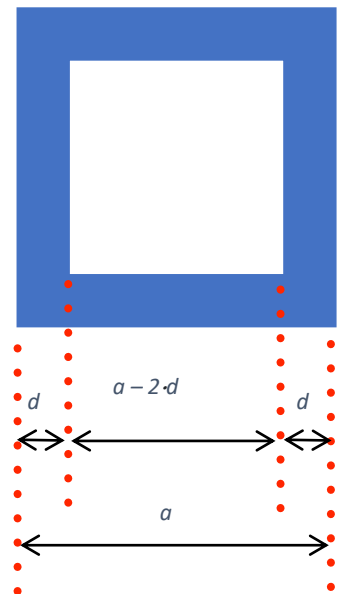
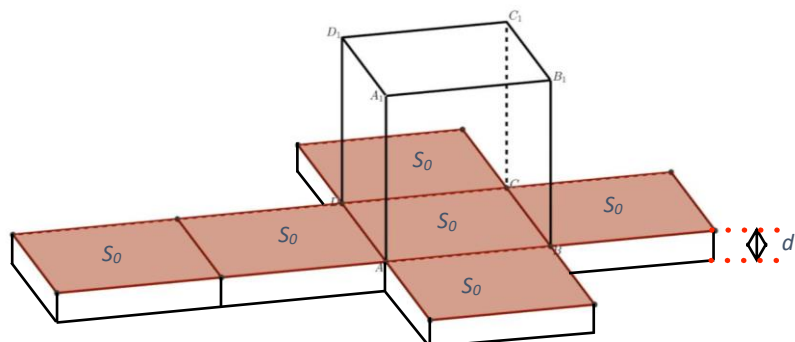
#### Вариант №1.

Объем полости в коробочке:

$$V_1 = (a - 2 \cdot d)^3 = (2 \text{ дюйма} - 2 \cdot 3 \text{ фэня})^3 = \\ = (2 \cdot 2,54 \text{ см} - 2 \cdot 3 \cdot 0,333 \text{ см})^3 = 29,28 \text{ см}^3$$

Объем картона:

Выполним развертку коробочки, чтобы вычислить объем картона, который ушел на изготовление стенок. Для создания коробочки необходимо 6 квадратов размерами  $a \times a$ . Их объем равен  $V_k = 6a^2d = 154,68 \text{ см}^3$



В таком случае отношение объемов равно  $\frac{V_1}{V_k} = 5,28$ .

**Вариант №2.**

Объем полости считаем также  $V_1 = 29,28 \text{ см}^3$

Объем картона посчитаем как внешний объем коробочки за вычетом объема полости.

$$V_k = a^3 - V_1 = 131,10 - 29,28 = 101,81$$

В таком случае отношение объемов равно  $\frac{V_1}{V_k} = 3,48$ .

**Критерии оценивания:**

Получено значение толщины картона в дюймах.....	2 балла
Найден внешний объём коробочки.....	2 балла
Найденный объем коробочки выражен в СИ .....	1 балл
Вычислен объём полости в коробочке.....	2 балла
Вычислен объём картона в коробочке.....	2 балла
Найдено отношение объемов.....	1 балл

#### **Задача №4**

С помощью выданного вам оборудования сравните площади двух фигур и выясните какая из них больше. Для сравнения площадей вы можете использовать только листочек с фигурами. Листочек вы можете гнуть и даже рвать как угодно, но помните, что он только один. Использовать другое оборудование, в том числе линейку, категорически запрещено.

**Оборудование:** лист с напечатанными на нем фигурами.

*Автор: Карманов Максим Леонидович*

#### **Возможно решение**

##### **Способ №1.**

Для сравнения площадей сравним геометрические размеры фигур. Для этого аккуратно разорвем лист на две части так, чтобы на одной остался целый прямоугольник, а на другой целый треугольник.

Далее можно аккуратно согнуть кусочки листов вдоль сторон фигур, тогда можно будет прикладывать стороны друг к другу и сравнивать размеры.

Можно заметить, что одна из сторон прямоугольника равна высоте треугольника, проведенной к большему основанию. А учитывая, что площадь прямоугольника равна произведению его сторон, а площадь треугольника – половине произведения стороны на высоту, нам нужно сравнить оставшуюся сторону прямоугольника с половиной основания треугольника. Для этого сложим треугольник пополам и приложим к нужной стороне прямоугольника. Видим, что половина основания треугольника несколько больше, чем оставшаяся сторона прямоугольника. Значит площадь треугольника несколько больше площади прямоугольника.

##### **Способ №2.**

Так как на обеих фигурах присутствует «сетка» из маленьких прямоугольников. То можно посчитать их количество на каждой из фигур. Где прямоугольников больше, там и площадь больше.

##### **Способ №3.**

Заметив, что высота треугольника совпадает с одной из сторон прямоугольника, можем аккуратно разорвать треугольник по высоте на два равных прямоугольных треугольника и наложить их поверх прямоугольника. Будет видно, что кусочки треугольника занимают большую площадь.

#### **Критерии оценивания**

1	Высказана идея, способная привести к правильному результату	2 балла
2	Из решения однозначно понятно какие опыты проводил учащийся (не нужно додумывать за него)	1 балл
3	Приведено теоретическое обоснование для выбранного метода. (С помощью формул или логических умозаключений показано как ответить на вопрос о сравнении площадей)	3 балла
4	Представлены правдоподобные результаты измерений (опытов)	2 балла
5	Получен правильный результат (Баллы за результат ставятся только при наличии разумного способа и адекватных измерений).	2 балла

#### **Требования к оборудованию:**

Состав комплекта на 1 школьника:

- 1) лист бумаги с распечаткой (входит в состав условия задачи)

Печатается на отдельном листе А4 без уменьшения размера!!! Часть условия 7 класса.

