

**Муниципальный этап всероссийской олимпиады школьников по физике.  
2021-22 учебный год. 7 класс. Максимальный балл – 40.**

**Задача №1**

Федор и Тимофей участвуют в эстафете. По команде судьи Федор выбегает с места старта с постоянной скоростью 18 км/ч, за 6 с добегают до корзины, быстро берет мяч и развернувшись бежит обратно. Когда Федор взял мяч, с места старта ему навстречу выбежал Тимофей. При встрече Федор передает мяч Тимофею.

В следующем забеге мальчики поменялись ролями – первым побежал Тимофей. Тимофей в этот день не позавтракал и смог двигаться со скоростью только 9 км/ч. Скорости мальчиков остаются постоянными.

**Вопрос №1:** Найдите расстояние от места старта до корзины с мячами.

**Вопрос №2:** На каком расстоянии от старта встретятся мальчики в первом забеге?

**Вопрос №3:** Как изменится время от старта первого бегуна до встречи мальчиков во второй раз по сравнению с первым и на сколько секунд?

*Автор: Порошина Елена Владимировна*

**Возможный вариант решения**

**Вопрос №1:**

Чтобы найти расстояние от места старта до корзины с мячами, необходимо скорость движения Федора (выраженную в м/с) умножить на время, за которое Федор преодолел это расстояние

$$L = v_{\text{ф}} t_{\text{ф}}; \quad L = 5 \text{ м/с} * 6 \text{ с} = 30 \text{ м.}$$

**Вопрос №2:**

Найдем скорость движения Тимофея относительно Федора (скорость сближения мальчиков) в м/с:

$$v_{\text{т,ф}} = v_{\text{ф}} + v_{\text{т}}; \quad v_{\text{т,ф}} = 5 \text{ м/с} + 2,5 \text{ м/с} = 7,5 \text{ м/с};$$

Найдем время сближения мальчиков;

$$t = \frac{L}{v_{\text{т,ф}}}; \quad t = \frac{30 \text{ м}}{7,5 \text{ м/с}} = 4 \text{ с};$$

Найдем путь Тимофея до встречи с Федором – это и будет расстояние от старта до места встречи.

$$S_{\text{ф}} = v_{\text{ф}} t; \quad S_{\text{ф}} = 2,5 \text{ м/с} * 4 \text{ с} = 10 \text{ м.}$$

**Вопрос №3:**

1) Найдем время от старта первого бегуна – Федора, до встречи мальчиков:

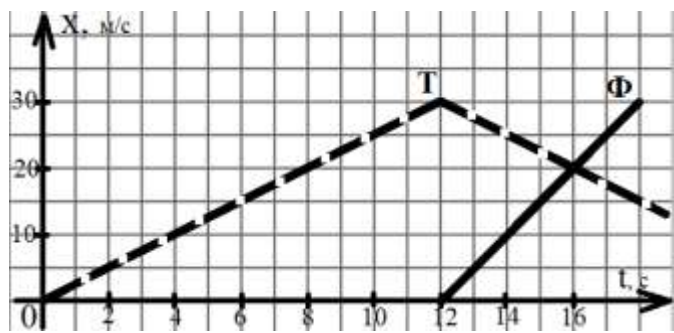
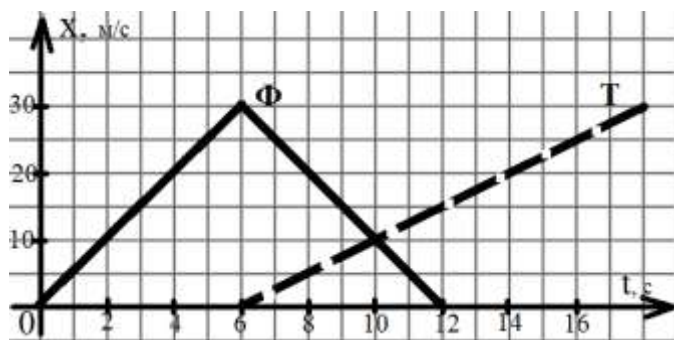
$$t_1 = t_{\text{ф}} + t; \quad t_1 = 6 \text{ с} + 4 \text{ с} = 10 \text{ с.}$$

2) После того как мальчики поменялись, найдем время от старта первого бегуна – Тимофея, до встречи мальчиков. Время сближения мальчиков  $t$  будет такое же как в первом случае.

$$t_2 = t_1 + t = \frac{L}{v_{\text{т}}} + t; \quad t_2 = \frac{30 \text{ м}}{2,5 \text{ м/с}} + 4 \text{ с} = 16 \text{ с.}$$

Время от старта первого бегуна до встречи мальчиков во второй раз больше, чем в первый на 6 секунд.

Задачу можно решить графически.

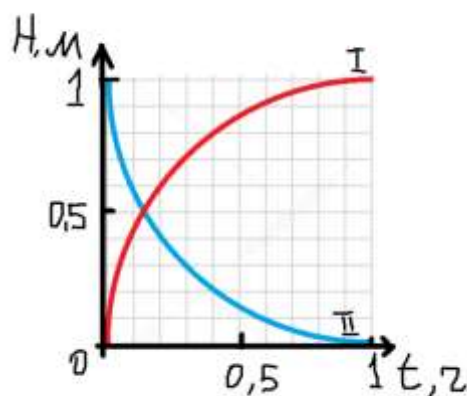


### Критерии оценивания

№	Критерий	Кол-во баллов
1	Найдено расстояние от места старта до корзины с мячами	1
2	Найдена скорость движения Тимофея относительно Федора (скорость сближения мальчиков)	2
3	Найдено время сближения мальчиков	1
4	Найдено расстояние от места старта до места встречи мальчиков в первом случае	1
5	Найдено время от старта первого бегуна – Федора, до встречи мальчиков (первый забег)	1
6	Найдено время от старта первого бегуна – Тимофея, до встречи мальчиков (второй забег)	3
7	Рассчитано, что время от старта первого бегуна до встречи мальчиков во второй раз больше, чем в первый и на сколько	1

## Задача №2

В бочку высотой один метр при ее основании вмонтировано два крана. К одному из них подведен шланг с водой, через второй кран происходит слив воды. График зависимости уровня воды в бочке от времени при ее наполнении представлен на рисунке кривой I. Кривой II на графике показана зависимость уровня воды в бочке от времени при ее сливе через вторую трубу. В данном масштабе кривые I и II представляют собой четверти окружностей.



**Вопрос №1:** За сколько времени наполняется пустая бочка? (открыт только один кран)

**Вопрос №2:** Каков будет уровень воды в бочке через 0,2 ч, если в полной бочке открыть кран на слив?

**Вопрос №3:** Пустую бочку наполняют, каков будет уровень воды через 24 минуты?

**Вопрос №4:** Оба крана открыты, на каком уровне установится уровень воды через достаточно большой промежуток времени?

*Автор: Степаненко Евгений Николаевич*

### Возможное решение

#### **Вопрос №1:**

По первому графику найдем, что полной бочке ( $H = 1\text{ м}$ ) соответствует время 1 час.

#### **Вопрос №2:**

По второму графику найдем, что через 0,2 ч уровень воды в бочке составит 0,4 метра.

#### **Вопрос №3:**

24 минуты составляет 0,4 часа. По первому графику найдем высоту - 0,8 метра.

#### **Вопрос №4:**

Скорость истечения воды из бочки, как и скорость ее наполнения определяются наклоном касательной к графику. Чем более вертикально проходит касательная, тем больше скорость, и, соответственно, наоборот – чем более горизонтально проходит касательная к графику в данный момент времени – тем ниже скорость изменения уровня воды в бочке. Если бочка полная, то воды вытекает больше, чем втекает. Если бочка пустая, то затекает воды в нее больше, чем вытекает. Поэтому, через достаточно большой промежуток времени, ввиду симметрии графика возможна только одно положение уровня воды – 0,5 метра.

### Критерии оценивания

№	Критерий	Баллы
1	Дан верный ответ на первый вопрос	1
2	Дан верный ответ на второй вопрос	1
3	Переведено время из минут в часы, дан ответ на третий вопрос	2
4	Указано, что уровень будет оставаться постоянным, когда одинаковы скорости втекания и вытекания воды	1
5	Указано, что скорость определяется наклоном касательной к графику	2
6	Дан правильный ответ на четвертый вопрос (балл ставится при наличии правильного объяснения)	2
7	Указано, что ответ не зависит от начального уровня воды (из полной бочки вода быстрее выливается, а пустая бочка быстрее наполняется)	1

### Задача №3

Европейский самолёт (из страны, в которой используется международная система единиц СИ) заправляется топливом в американском аэропорту (в Америке своя система единиц). Пилоты знают, что при полностью заполненных баках масса топлива в них равна  $m_0 = 22267$  кг. Наземные службы, заправляя самолет топливом, измеряют его в литрах. Кроме этого известно, что один литр авиационного топлива обладает массой 1,8 фунтов. Приборы на борту самолёта показывают, что баки заполнены на  $n = 30\%$ , а техники из обслуживающего персонала определили, что в баках  $V_1 = 7682$  л топлива.

**Вопрос №1:** Скольким фунтам соответствует один килограмм?

**Вопрос №2:** Сколько литров топлива, необходимо залить в самолёт для полной заправки?

**Вопрос №3:** Сколько килограмм весит один кубический метр топлива? Один литр равен одной тысячной кубического метра.

*Автор: Порошин Олег Владимирович*

### Возможное решение

#### Вопрос №1

Определим массу топлива, которое находится в баках самолёта:  $m_1 = \frac{m_0 n}{100} = 6680,1$  кг

Теперь посчитаем массу этого топлива в фунтах:  $\mu_1 = \rho_1 V_1 = 13827,6$  фунтов. Здесь  $\rho_1$  – масса одного литра топлива в фунтах.

Определим теперь отношение этих масс:  $k = \frac{\mu_1}{m_1} = 2,07 \frac{\text{фунт}}{\text{кг}}$  – это ответ на первый вопрос.

#### Вопрос №2.

##### I способ

Определим какую массу топлива необходимо залить в самолёт:

$$m_2 = m_0 - m_1 = 15586,9 \text{ кг}$$

Теперь переведём эту массу в фунты:  $\mu_2 = m_2 k = 32264,883$  фунта

Вычислим необходимый объём топлива:  $V_2 = \frac{\mu_2}{\rho_1} = 17924,935 \text{ л} \cong 17925 \text{ л}$  – это ответ на второй вопрос.

##### II способ

Необходимый объём топлива можно определить из процентных соотношений. Пусть  $V_1$  – объём, который соответствует 30%,  $V_0$  – полный объём баков,  $V_2$  – объём, который необходимо залить. Тогда  $V_0 = \frac{V_1}{0,3}$ , а  $V_2 = V_0 - V_1 = \frac{0,7}{0,3} V_1 \cong 17925 \text{ л}$

#### Вопрос №3.

Нам нужно найти отношение массы топлива в килограммах к объёму в кубических метрах:

$$\rho = \frac{m(\text{кг})}{V(\text{м}^3)} = \frac{m(\text{фунт})}{k10^{-3}V(\text{литр})} = \frac{\rho_1}{k10^{-3}} = 870 \frac{\text{кг}}{\text{м}^3} \text{ – это ответ на третий вопрос}$$

К ответу на третий вопрос можно прийти постепенно.

Сперва переведём фунты/литр в кг/литр:  $\rho_2 = \frac{\rho_1}{k} = 0,87 \frac{\text{кг}}{\text{л}}$

Теперь кг/литр переведём в кг/м<sup>3</sup>:  $\rho = \frac{\rho_2}{10^{-3}} = 870 \frac{\text{кг}}{\text{м}^3}$

### Критерии оценивания:

№	Критерий	Кол-во баллов
1	Правильно найдена масса топлива в самолёте в килограммах	1

2	Правильно найдена масса топлива в самолёте в фунтах	1
3	Правильно дан ответ на первый вопрос	1
4	Есть понятное объяснение метода вычисления количества топлива	3
5	Получен правильный ответ на второй вопрос	2
6	Есть обоснование расчётной формулы для третьего вопроса	1
7	Получен правильный ответ на третий вопрос	1

#### Задача №4

Юный экспериментатор взял мензурку, частично заполненную водой, и поставил её под кран, из которого каждую секунду падала по одной капле воды. Затем он начал фиксировать изменение объёма содержимого мензурки  $V$  от времени  $t$ . Результаты измерений он занёс в таблицу (табл. 1).

$t, c$	12	18	26	32	38	42	46	52	58	64
$V, cm^3$	42	46	52	58	62	66	68	74	78	82

#### Задания

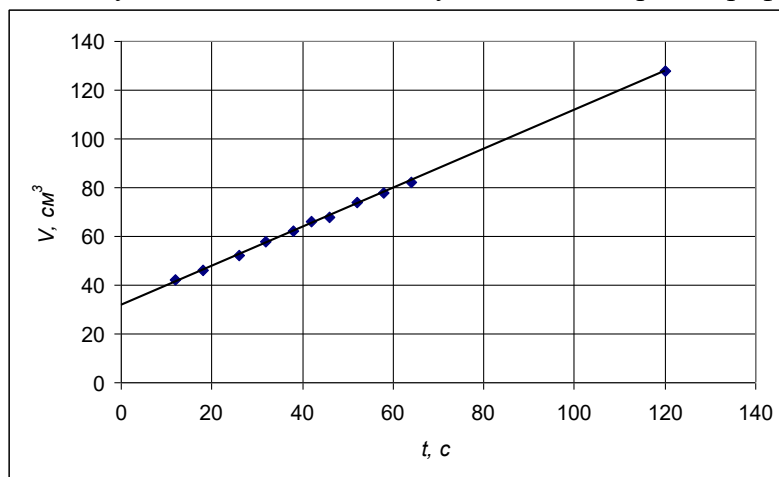
1. Постройте график зависимости  $V$  от  $t$ .  
Используя построенный график, определите:
2. объём воды, который был в мензурке изначально;
3. объём одной капли;
4. объём воды, который будет в мензурке спустя 2 минуты.

*Примечание:* считайте, что объёмы капелек воды одинаковые, а отсчёт времени ведётся с того момента, как мензурка была поставлена под кран.

*Автор: Сорокин Антон Павлович*

#### Возможно решение

Используя занесённые в таблицу данные, построим график зависимости  $V$  от  $t$ .



По графику можно заметить, что зависимость  $V$  от  $t$  линейная.

1. Продлив график до пересечения с вертикальной осью, найдём объём воды, который был в мензурке изначально,  $V \approx 32 \text{ см}^3$ .

2. По условию сказано, что каждую секунду из крана падала по одной капле воды. По графику определяем объём одной капли, как отношение изменения объёма к изменению времени,  $V_1 \approx 0,8 \text{ см}^3$ .

3. Чтобы найти объём воды, который будет в мензурке спустя две минуты, можно или продлить график, или записать уравнение прямой по двум точкам. Объём воды, который будет в мензурке спустя 2 минуты,  $V_0 \approx 128 \text{ см}^3$ .

#### Критерии оценивания

№	Критерий	Кол-во баллов
1	Построен график (подписаны оси – 1, оформлен масштаб – 1, нанесены точки – 1, проведена прямая – 1)	4
2	Указан тип зависимости (линейная)	1
3	Найден объём воды, который был в мензурке изначально	1

4	Найден объём одной капли	2
5	Найдем объём воды, который будет в мензурке спустя 2 минуты	2