

**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 добегает 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:

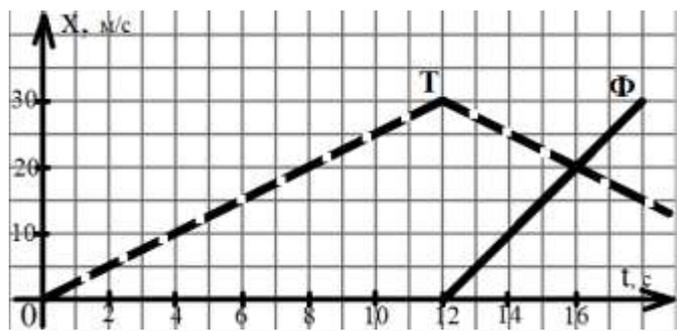
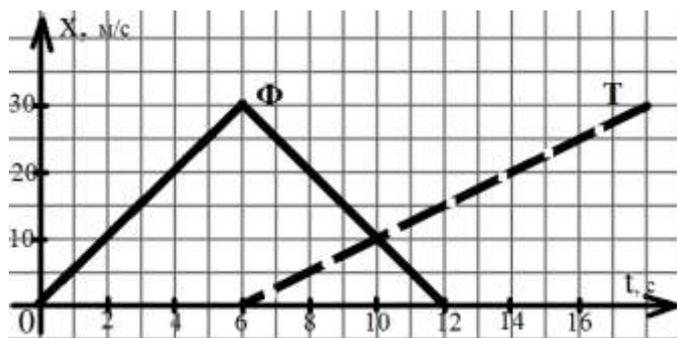
$$t_1 = t_{\text{ф}} + t; \quad t_1 = 6 \text{ с} + 4 \text{ с} = 10 \text{ с.}$$

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.

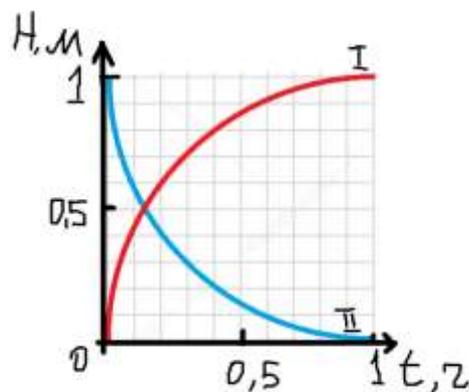


Критерии оценивания

| № | 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 ρ_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/м³: $\rho = \frac{\rho_2}{10^{-3}} = 870 \frac{\text{кг}}{\text{м}^3}$

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

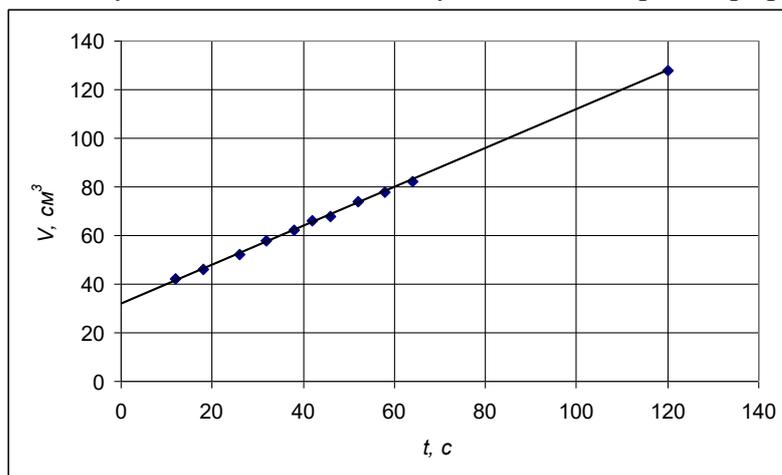
1. Постройте график зависимости V от t .
Используя построенный график, определите:
2. объём воды, который был в мензурке изначально;
3. объём одной капли;
4. объём воды, который будет в мензурке спустя 2 минуты.

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 |