

Муниципальный этап
Всероссийской олимпиады школьников
по физике
2018/19 учебный год
7 класс

Возможные решения и критерии оценивания

1. «Рассеянный Ваня»

Ваня зашел в торгово-развлекательный центр «Мега» и решил быстро подняться на 5 этаж. Для этого он запрыгнул на эскалатор. Но оказалось, что он движется вниз. Несмотря на это Ваня продолжил свое движение вверх и, дойдя до второго этажа, быстро перешел на другой эскалатор, который движется в правильном направлении. Чтобы наверстать упущенное время, Ваня вплоть до 5 этажа, переходя с эскалатора на эскалатор, шагал с прежней скоростью. В итоге, он поднялся на 5 этаж за 2 минуты, что вдвое больше времени, затраченного на подъем на 1 этаж. Если бы Ваня поднялся на 5 этаж стоя на эскалаторе, то спустя какое время он оказался бы на 5 этаже? Сколько бы времени затратил Ваня на подъем на 5 этаж на эскалаторах, если бы движение всех эскалаторов было попутным и Ваня двигался по ним с той же собственной скоростью? Временем перехода с эскалатора на эскалатор на этажах пренебречь.

Решение: Пусть длина лестничного пролета между этажами L . При встречно двигающемся эскалаторе Ваня поднялся на 2 этаж за время $t_{12} = \frac{L}{v-u}$, где v – собственная скорость Вани, u – скорость эскалатора. Из условия следует, что $v > u$.

Время перехода Вани со 2 этажа на 5 равно $t_{25} = \frac{3L}{v+u}$.

По условию $t_{12} = t_{25}$. Отсюда

$$v = 2u \quad (1)$$

Тогда время подъема с первого на 5 этаж в первом случае равно

$$t_I = \frac{L}{v-u} + \frac{3L}{v+u}.$$

С учетом (1), $t_I = \frac{4L}{v}$. Правая часть этого выражения совпадает с выражением для времени, которое затратил бы Ваня, если бы он поднялся на 5 этаж, двигаясь с собственной скоростью пешком.

Таким образом, без эскалатора Ваня поднялся бы за те же 2 мин.

Так как скорость эскалатора вдвое меньше скорости Вани, то, стоя на эскалаторе, он поднялся бы на 5 этаж за время 4 мин.

Это время также можно получить из формулы $t_{II} = \frac{4L}{u}$, заменив u на $\frac{v}{2}$.

Если бы Ваня запрыгнул на первый эскалатор правильно и движение всех эскалаторов было попутным, то, двигаясь с собственной скоростью, Ваня поднялся бы на 5 этаж за время

$$t_{III} = \frac{4L}{v+u} = \frac{8L}{3v} = \frac{2t_I}{3} = \frac{4}{3} \text{ мин} = 80 \text{ с.}$$

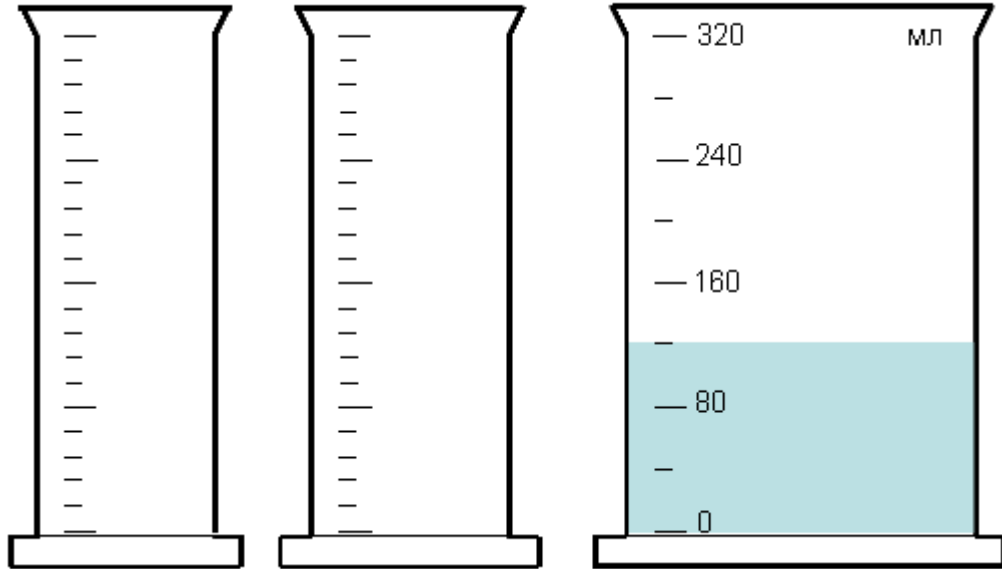
Ответ: $t_{II} = 4 \text{ мин.}$, $t_{III} = 80 \text{ с.}$

Рекомендуемые критерии оценивания

1. Правильно применен закон сложения скоростей – 2 балла;
2. Найдена связь между собственной скоростью Вани и скоростью эскалатора – 2 балла;
3. Получено выражение для t_{II} – 2 балла;
4. Получено выражение для t_{III} – 2 балла;
5. Получен верный ответ – 2 балла.

2. «Мензурки»

Если содержимое правой мензурки налить в левую до верхнего деления, то средняя заполнится на 8 делений. А если то же самое налить до верхнего деления в среднюю мензурку, левая заполнится на 5 делений. Каковы цены делений левой и средней мензурок?



Решение: Пусть C_1 цена деления левой мензурки а C_2 – правой. Тогда в первом случае $20 C_1 + 8 C_2 = 120$ мл. (1)

Во втором случае $20 C_2 + 5 C_1 = 120$ мл. (2)

Приравнивая левые части, получим $15 C_1 = 12 C_2$, или $5 C_1 = 4 C_2$; $C_1 = 4 C_2 / 5$;
 $C_2 = 5 C_1 / 4$; (3)

Отсюда $30 C_1 = 120$ мл.; $C_1 = 4$ мл/дел., $C_2 = 5$ мл/дел..

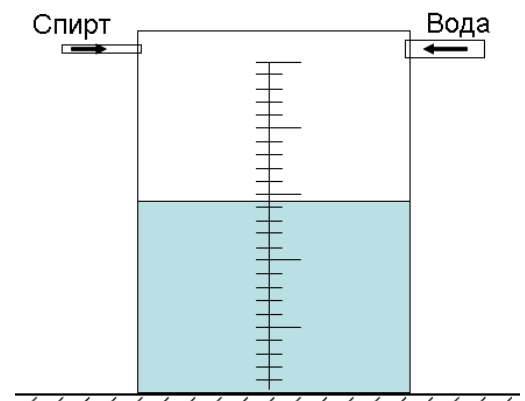
Ответ: $C_1 = 4$ мл/дел., $C_2 = 5$ мл/дел..

Рекомендуемые критерии оценивания:

- 1) Правильно измерен объем жидкости в правом сосуде – 1 балл;
- 2) Составлено уравнение (1) – 2 балла;
- 3) Составлено уравнение (2) – 2 балла;
- 3) Получено соотношение (3) – 1 балл;
- 4) Найдены цены деления мензурок – по 2 балла.

3. «Вода и спирт в мерном сосуде»

В мерный сосуд по трубам одновременно поступают две жидкости: по трубе справа – вода со скоростью 54 л в час, а по трубе слева – спирт со скоростью 0,24 кг в минуту. Какова цена деления шкалы мерного сосуда, если изначально пустой сосуд наполнился до верхнего деления за время 4 мин и 10 с? Плотность спирта $0,8$ г/см³. Считать поступление жидкостей в сосуд равномерным.



Решение: Переведем однородные величины в одинаковые единицы измерения. Итак, сосуд наполняется за 250 с. Поступление воды со скоростью $v_{V_6} = 54$ л /час эквивалентно 15 мл/с. Найдем объем поступившего спирта в минуту:

$$V = \frac{m}{\rho} = \frac{240 \text{ г}}{0,8 \frac{\text{г}}{\text{см}^3}} = 300 \text{ см}^3.$$

Тогда скорость поступления спирта будет равна 5 см^3 в секунду или $v_{V_6} = 5$ мл/с. Общий объем поступившей жидкости за 1 с равен 20 мл, а скорость поступления – $v_V = 20$ мл/с. Зная время наполнения сосуда, выразим его объем:

$$V = 20 \frac{\text{мл}}{\text{с}} \cdot 250 \text{ с} = 5000 \text{ мл} = 5 \text{ л}.$$

Учитывая, что на шкале 25 делений, найдем цену деления шкалы:

$$C = 5 \text{ л} / 25 \text{ дел} = 0,2 \text{ л} / \text{дел} = 200 \text{ мл} / \text{дел}.$$

Ответ: $C = 200$ мл/дел.

Рекомендуемые критерии оценивания

- 1) Выражены однородные величины в одинаковых единицах измерения – 2 балла.
- 2) Найден объем поступившего в сосуд спирта в единицу времени – 2 балла.
- 3) Найдена общая скорость поступления жидкостей в сосуд – 2 балла.
- 4) Найден объем сосуда – 2 балла.
- 5) Получен верный ответ – 2 балла.

4. «Тяжелый бетон»

Для приготовления 1 м^3 тяжелого бетона требуется 200 кг цемента, 1200 кг щебня, $0,5 \text{ м}^3$ песка и 230 л воды. Найдите плотность бетона. Объемная плотность песка $1200 \text{ кг} / \text{м}^3$.

Решение: Из формулы для определения плотности $\rho = \frac{m}{V}$ найдем массу песка:

$$m_n = \rho_n V = 1200 \cdot 0,5 = 600 \text{ кг},$$

где ρ_n - плотность песка.

Найдем массу 230 л воды:

$$m_6 = \rho_6 V = 1000 \cdot 0,23 = 230 \text{ кг},$$

где ρ_6 - плотность воды.

Общая масса компонентов 1 м^3 тяжелого бетона будет равна:

$$m_6 = m_{ц} + m_{щ} + m_n + m_6 = 200 + 1200 + 600 + 230 = 2230 \text{ кг}.$$

Следовательно, плотность тяжелого бетона будет равна $\rho_6 = 2230 \text{ кг} / \text{м}^3$.

Ответ: $\rho_6 = 2230 \text{ кг} / \text{м}^3$.

Рекомендуемые критерии оценивания

1. Записана формула для плотности по определению – 2 балла.
2. Найдена масса песка – 2 балла.
3. Правильно выражен объем 230 л воды в м^3 – 2 балла.
4. Найдена масса компонентов 1 м^3 тяжелого бетона – 2 балла.
5. Получен верный ответ – 2 балла.