

Олимпиада «Курчатов»
2016–17 учебный год
Заключительный этап

8 класс

Задача 1

Условие

Автомобиль ехал всё время в одном направлении. Первую треть пути автомобиль прошёл с постоянной скоростью 60 км/ч, вторую треть пути он проехал за 20 минут, а последний участок пути проехал с постоянной скоростью 100 км/ч. Скорость автомобиля на втором участке пути равнялась средней скорости за всё время движения. Найдите

- 1) скорость автомобиля на втором участке;
- 2) полный путь, пройденный автомобилем;
- 3) время, затраченное на дорогу.

Возможное решение

Средняя скорость на всём пути равна скорости на втором участке, следовательно, равна и средней скорости на первом и третьем участках. Пусть s — треть пути. Время, затраченное на прохождение первого участка, равно $t_1 = s/v_1$. Время, затраченное на прохождение третьего участка, равно $t_3 = s/v_3$. Средняя скорость на первом и третьем участках:

$$v_2 = \frac{2s}{t_1 + t_3} = \frac{2}{\frac{1}{v_1} + \frac{1}{v_3}} = \frac{2 \cdot 60 \cdot 100}{100 + 60} \frac{\text{км}}{\text{ч}} = 75 \frac{\text{км}}{\text{ч}}.$$

Найдём длину второго участка пути

$$s = 75 \frac{\text{км}}{\text{ч}} \cdot 20 \text{ мин} = 25 \text{ км}.$$

Полная длина пути

$$3s = 75 \text{ км}.$$

Общее время движения

$$t = \frac{75 \text{ км}}{75 \frac{\text{км}}{\text{ч}}} = 1 \text{ ч}.$$

Критерии оценивания

Правильное решение оценивается в 5 баллов независимо от выбранного участником метода.

Связь пути, скорости и времени.....	1 балл
Найдена скорость на втором участке	2 балла
Найдена весь путь	1 балл
Найдено всё время движения	1 балл

Задача 2

Условие

В пищевой промышленности используется величина, называемая насыпной плотностью продукта, которая показывает, какую массу будет иметь продукт, для хранения которого понадобится 1 кубический метр объёма. Например, насыпная плотность овса 432 кг/м^3 , значит, для хранения 432 кг овса понадобится контейнер объёмом 1 м^3 .

Насыпная плотность груш составляет 480 кг/м^3 , а обычная плотность — 900 кг/м^3 . Какая часть объёма, используемого для хранения груш, приходится на воздух?

Средняя масса одной груши — 120 г . Сколько груш может храниться в прямоугольном ящике, если его размеры $60 \text{ см} \times 40 \text{ см} \times 50 \text{ см}$?

Возможное решение

Из 1 кубического метра объёма, используемого для хранения груш, на сами плоды приходится объём

$$\frac{480 \text{ кг}}{900 \text{ кг/м}^3} \approx 0,53 \text{ м}^3,$$

значит, $0,47 \text{ м}^3$ приходится на воздух, то есть на воздух приходится 47% объёма.

Объём ящика $0,12 \text{ м}^3$, масса груш, которые могут там храниться

$$0,12 \text{ м}^3 \cdot 480 \frac{\text{кг}}{\text{м}^3} = 57,6 \text{ кг},$$

что соответствует 480 грушам.

Критерии оценивания

Правильное решение оценивается в 5 баллов независимо от выбранного участником метода.

Правильно найдена часть объёма, приходящегося на воздух.....2 балл

Найден объём ящика 1 балл

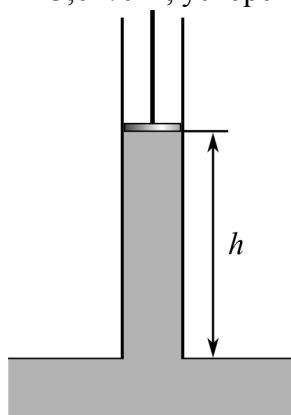
Правильно найдено число груш в ящике 1 балл

Число груш в ящике округлено до целого 1 балл

Задача 3

Условие

С какой силой нужно тянуть вверх поршень насоса для того, чтобы поднять ртуть на высоту $h = 50 \text{ см}$? Площадь поперечного сечения трубки насоса 4 см^2 , атмосферное давление 760 мм ртутного столба, плотность ртути $\rho = 13,6 \text{ г/см}^3$, ускорение свободного падения 10 Н/кг .



Возможное решение

Давление ртути под поршнем будет на ρgh меньше атмосферного, значит, сила атмосферного давления, действующая на поршень и направленная вниз, больше силы давления ртути на поршень на

$$\Delta F = \rho ghS = 13,6 \frac{\text{г}}{\text{см}^3} \cdot 10 \frac{\text{Н}}{\text{кг}} \cdot 50 \text{ см} \cdot 4 \text{ см}^2 \approx 27 \text{ Н}.$$

Именно с такой силой нужно тянуть поршень насоса.

Критерии оценивания

Правильное решение оценивается в 5 баллов независимо от выбранного участником метода.

Записано выражение для гидростатической разницы давлений.....	1 балл
Указано, что сила есть давление, умноженное на площадь.....	1 балл
Указано, что сила, с которой нужно тянуть поршень, равняется разности силы атмосферного давления и силы давления ртути на поршень.....	1 балл
Получен правильный ответ	2 балла

Задача 4

Условие

С помощью электромотора груз массой 50 кг поднимают вверх. При этом груз движется с постоянной скоростью 3,5 см/с. На мотор подаётся постоянное напряжение 70 В, через мотор течёт ток силой 500 мА. Найдите КПД электромотора. Ускорение свободного падения 10 Н/кг.

Возможное решение

Полезная работа мотора — это увеличение потенциальной энергии груза. За 1 секунду потенциальная энергия груза увеличивается на

$$\Delta E = 50 \text{ кг} \cdot 10 \frac{\text{Н}}{\text{кг}} \cdot 3,5 \text{ см} = 17,5 \text{ Дж/с}.$$

Значит, полезная мощность

$$P_{\text{п}} = 17,5 \text{ Вт}.$$

Затрачиваемую мощность найдём из выражения для мощности электрического тока:

$$P_{\text{з}} = 70 \text{ В} \cdot 500 \text{ мА} = 35 \text{ Вт}.$$

КПД электромотора:

$$\eta = \frac{17,5 \text{ Вт}}{35 \text{ Вт}} = 50\%.$$

Критерии оценивания

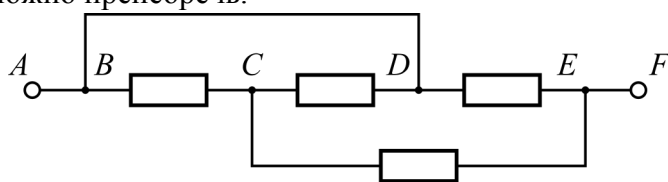
Правильное решение оценивается в 5 баллов независимо от выбранного участником метода.

В работе указано, что полезная работа мотора идёт на увеличение потенциальной энергии груза.....	1 балл
Найдена полезная мощность мотора	1 балл
Использован закон Джоуля-Ленца.....	1 балл
Найдена полезная мощность мотора	1 балл
Найдён КПД мотора	1 балл

Задача 5

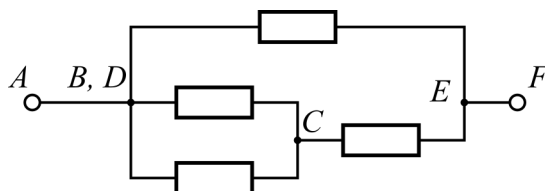
Условие

Найдите сопротивление между точками A и F участка цепи, схема которого показана на рисунке. Все резисторы имеют одинаковое сопротивление $R = 120$ кОм, сопротивлением соединительных проводов можно пренебречь.



Возможное решение

Точки B и D соединены проводом с пренебрежимо малым внутренним сопротивлением, поэтому эти точки можно объединить в одну. Получим эквивалентную схему, показанную на рисунке.



Между точками B и C два резистора соединены параллельно, их можно заменить одним с сопротивлением $R/2$. На участке BCE теперь имеется два резистора, соединённых последовательно, их можно заменить на один с сопротивлением

$$\frac{R}{2} + R = \frac{3}{2}R.$$

В итоге получилась схема из двух параллельных резисторов, сопротивление которой

$$R_{AF} = \frac{1}{\frac{1}{R} + \frac{2}{3R}} = \frac{3}{5}R = 72 \text{ кОм}.$$

Критерии оценивания

Правильное решение оценивается в 5 баллов независимо от выбранного участником метода.

Указано, что точки B и D можно соединить в одну	1 балл
Изображена правильная эквивалентная схема	1 балл
Применены формулы для последовательного и параллельного соединения	1 балл
Получен верный ответ.....	2 балла