

Решения задач 9 класса

Задача 1. На железной дороге

Из Сочи в Адлер вышли два поезда с интервалом времени $t = 30$ минут. Поезда движутся с одинаковыми постоянными скоростями $V = 40$ км/ч. Поезд, идущий из Адлера в Сочи повстречал эти поезда через время $\tau = 15$ минут один после другого. С какой скоростью U двигался поезд из Адлера в Сочи, если считать ее постоянной?

Решение:

Расстояние между поездами

$$S = Vt \quad (1)$$

С другой стороны это расстояние

$$S = V \tau + U \tau \quad (2)$$

Приравнивая уравнения (1) и (2) получаем:

$$U = V \cdot (t - \tau) / \tau = 40 \text{ км/ч.} \quad (3)$$

Ответ: Поезд из Адлера в Сочи ехал со скоростью $U = 40$ км/ч.

Критерии оценивания (10 баллов)

Записано выражение (1).....	2
Записано выражение (2).....	5
Записано выражение (3).....	2
Получен правильный ответ	1

Задача 2. Аквариум с плавающей игрушкой

В аквариум, дно которого имеет форму прямоугольника со сторонами $a = 30$ см и $b = 20$ см, дети положили игрушку, которая плавала в аквариуме. Масса игрушки $m = 180$ г. На какую высоту Δh при этом поднялся уровень воды в аквариуме? Плотность воды $\rho = 10^3$ кг/м³.

Решение (Первый способ):

Игрушка массой m , плавающая на поверхности воды по закону Архимеда вытеснит (займет) в ней объем ΔV , который занимала бы сама эта жидкость массой m . Таким образом, это погружение эквивалентно (в смысле изменения уровня воды в аквариуме) доливанию в аквариум воды массой m .

Тогда

$$\Delta h = \Delta V / S \quad (1)$$

$$\Delta V = m / \rho \quad (2)$$

$$\Delta h = m / (\rho \cdot S) = m / (\rho \cdot a \cdot b) \quad (3)$$

Подставляя данные получаем:

$$\Delta h = 0,180 / (10^3 \cdot 0,3 \cdot 0,2) = 3 \cdot 10^{-3} \text{ (м)} = 3 \text{ (мм)}.$$

Ответ: Уровень воды в аквариуме поднимется на 3 мм.

Критерии оценивания (10 баллов)

Объяснено, что погружение игрушки эквивалентно доливанию в аквариум воды массой m	5
Записано выражение(1)	1
Записано выражение(2).....	1
Записано выражение(3).....	1
Получен правильный ответ	2

Решение (Второй способ):

Когда игрушка находится в аквариуме, давление на дно аквариума увеличивается на величину

$$\Delta P = mg / S \quad (1)$$

С другой стороны это давление

$$\Delta P = \rho g \Delta h \quad (2)$$

Приравнивая выражения (1) и (2) получаем:

$$\Delta h = m / \rho S = m / (\rho \cdot a \cdot b) \quad (3)$$

Подставляя данные получаем:

$$\Delta h = 0,180 / (10^3 \cdot 0,3 \cdot 0,2) = 3 \cdot 10^{-3} \text{ (м)} = 3 \text{ (мм)}.$$

Ответ: Уровень воды в аквариуме поднимется на 3 мм.

Критерии оценивания (10 баллов)

Записано выражение(1)	3
Записано выражение(2).....	3
Записано выражение(3).....	2
Получен правильный ответ	2

Задача 3.

В термосе находится 5 см³ льда при температуре 0 °С. В термос аккуратно капают кипяток со скоростью 5 капель в минуту. Через какое время (в минутах) лед полностью расплавится. Масса капли 0,2 г. Теплотерями пренебречь. Считать удельную теплоту плавления льда равной $3,3 \cdot 10^5$ Дж/кг, плотность льда – 900 кг/м³, удельную теплоёмкость воды – 4200 Дж/(кг·°С).

Решение:

Чтобы расплавить лед необходимо подвести к нему количество теплоты

$$Q = \lambda m_{\text{л}}, m_{\text{л}} = \rho_{\text{л}} \cdot V_{\text{л}} . \quad (1)$$

За это время в термос попадет кипяток и отдаст

$$Q = cm_{\text{к}}(t - t_0), m_{\text{к}} = m_0 v \cdot \Delta t . \quad (2)$$

Приравняв выражения получим

$$\Delta t = \frac{\lambda \cdot \rho_{\text{л}} \cdot V_{\text{л}}}{c \cdot m_0 \cdot v \cdot (t - t_0)} . \quad (3)$$

Ответ: 3,5 мин.

Критерии оценивания (10 баллов)

Получено выражение (1).....	3
Получено выражение (2).....	3
Получено выражение (3).....	3
Получен правильный ответ (5).....	1

Задача 4. Делаем нагреватель

Нужно сделать нагреватель из проволоки длиной $L = 1\text{ м}$, который давал бы максимальное количество тепла в единицу времени. Измерение сопротивление проволоки дало значение $R = 440\text{ Ом}$. Максимальный ток, который выдерживает проволока без расплавления $I_0 = 5\text{ А}$. Напряжение в сети $U = 220\text{ В}$. На сколько кусков n нужно разрезать проволоку, как их нужно соединить и какое наибольшее количество тепла в единицу времени P можно получить при помощи собранного нагревателя?

Решение:

По закону Джоуля-Ленца количество тепло при заданном напряжении будет тем больше, чем меньше сопротивление. Минимальное сопротивление куска проволоки, который может быть включен в сеть с напряжением U , равно:

$$r = U/I_0. \quad (1)$$

Длина куска проволоки:

$$l = Lr/R = LU/(I_0R) \quad (2)$$

Куски проволоки нужно соединять параллельно. К каждому куску будет приложено наивысшее возможное напряжение U и по каждому будет протекать наибольший возможный ток I_0 . На каждом из участков будет выделяться максимальная тепловая мощность:

$$P_0 = I_0 U,$$

а на всех участках

$$P = n P_0, \quad (3)$$

где $n = L / l$ число кусков проволоки.

С учетом выражения (2)

$$n = I_0 R/U \quad (4)$$

Подставляя данные получаем $n = 10$; $P = 11\text{ кВт}$

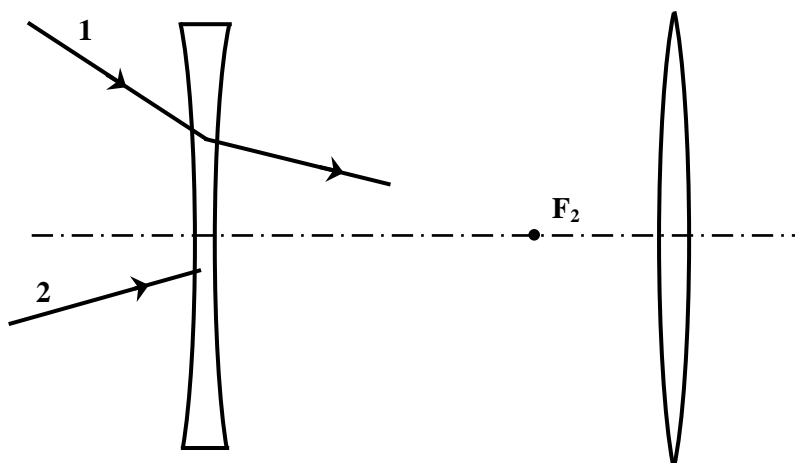
Ответ: Число кусков проволоки равно 10. Куски проволоки должны быть соединены параллельно. Максимальная тепловая мощность равна 11кВт

Критерии оценивания (10 баллов)

Получено выражение(1)	1
Получено выражение(2)	2
Записано, что куски проволоки нужно соединять параллельно	1
Получено выражение(3)	2
Получено выражение(4)	2
Получен правильный ответ для n	1
Получен правильный ответ для P	1

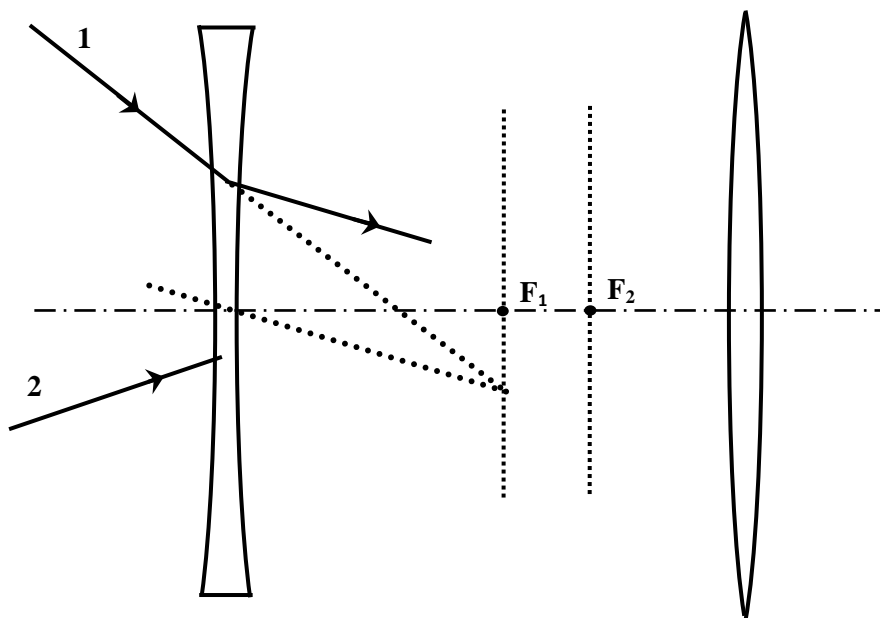
Задача 5. Система линз

Оптическая система состоит из собирающей и рассеивающей линз. На рассеивающую линзу падает луч 1, ход которого после прохождения рассеивающей линзы известен (см. рис). Найдите построением направление распространения луча 2 через всю оптическую систему и кратко объясните ход построения. F_2 – фокус собирающей линзы.

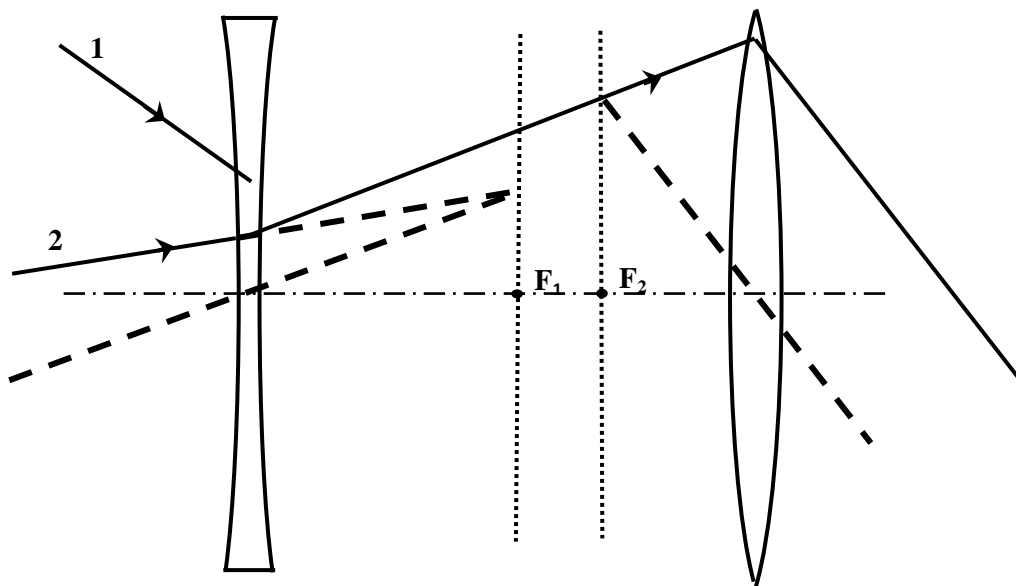


Решение:

Вначале (с помощью луча 1) построением находим положение фокальной плоскости и фокуса F_2 для рассеивающей линзы:



Далее построением находим ход луча 2 через рассеивающую и собирающую линзы:



Учащийся кратко объясняет ход построения.

Критерии оценивания (10 баллов)

Использованы понятия фокальных плоскостей и они изображены в построениях	1
Использованы дополнительные лучи, проходящие через оптические центры линз	1
Найдено построением положение фокальной плоскости и фокуса первой линзы	2
Построен ход луча в рассеивающей линзе	2
Построен ход луча в собирающей линзе	2
Сделаны правильные краткие пояснения	2