



Профиль: Инженерное дело, специализация «Физика»

Вариант: 1

Класс: 8

1 Задача (6 баллов)

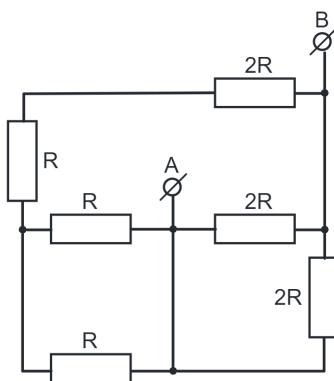
После выполнения упражнения тренер снял блины с однородной штанги весом 20 кг и положил штангу на пол. Определите, какую минимальную силу тренеру нужно приложить к концу штанги, чтобы приподнять ее. Ускорение свободного падения $g = 10 \text{ м/с}^2$.

2 Задача (10 баллов)

Деревянную кубическую шкатулку со стороной 10 см полностью залили ртутью и закрыли. Давление, которое шкатулка стала оказывать на стол, равняется 1500 Па. Определите среднюю плотность шкатулки с ртутью. Ускорение свободного падения $g = 10 \text{ м/с}^2$.

3 Задача (10 баллов)

Определите, какой ток протекает через участок цепи А-В, если напряжение на концах этого участка 140 В. Сопротивление $R = 18 \text{ Ом}$.



4 Задача (12 баллов)

Двигатель электрической модельки паровоза потребляет ток в 0,2 Ампер при питающем напряжении в 10 В. КПД такого паровозика 90%, а скорость, с которой он равномерно едет равняется 20 см/с. Определите, с какой постоянной скоростью будет ехать настоящий паровоз, если КПД его двигателя равен 15%, а сила трения, которая на него действует в 1000 раз больше силы трения, действующей на игрушечную модель. Известно, что при заданной скорости настоящего паровоза, за пол часа в его печи сгорает 30 кг угля. Удельная теплота сгорания древесного угля $q = 36 \text{ МДж/кг}$.

5 Задача (12 баллов)

Чтобы соблюсти технологию закалки подшипников, партию раскаленных шариков последовательно опускают в три сосуда с одинаковым количеством закалочного масла, нагретого до одной и той же температуры. По технологии шарики опускают в первый сосуд и ждут теплового равновесия. Затем во второй и снова ждут теплового равновесия. После чего шарики опускают в третий сосуд и достижение шариками окончательной температуры считается завершением технологического процесса. Определите, на сколько градусов повысилась температура масла в последнем сосуде, если в первом сосуде она изменилась на 100 К, а во втором на 25 К. Теплообменом с окружающей средой пренебречь.



Критерии оценивания олимпиадной работы

Профиль: Инженерное дело (академический тур)

Предмет: Физика

Класс: 8

Задание 1 (максимальная оценка 6 б.)

Критерий (указать балл по каждому критерию)	Макс. балл
Записано условие отрыва конца штанги от пола	4
Приведены необходимые математические преобразования и получен верный численный ответ	2

Задание 2 (максимальная оценка 10 б.)

Критерий (указать балл по каждому критерию)	Макс. балл
Верно записана формула давления твердого тела	2
Верно записана формула средней плотности	3
Приведены необходимые математические преобразования и получен верный численный ответ	5

Задание 3 (максимальная оценка 10 б.)

Критерий (указать балл по каждому критерию)	Макс. балл
Верно записан закон Ома	1
Верно записаны формулы расчета сопротивлений на параллельных и последовательных участках цепи	1
Верно найдено полное сопротивление цепи	6
Приведены необходимые математические преобразования и получен верный численный ответ	2

Задание 4 (максимальная оценка 12 б.)

Критерий (указать балл по каждому критерию)	Макс. балл
Верно записана формула КПД электродвигателя	3
Верно записана формула КПД теплового двигателя	3
Замечено, что сила трения равняется силе тяги	2
Приведены необходимые математические преобразования и получен верный численный ответ	4

Задание 5 (максимальная оценка 12 б.)

Критерий (указать балл по каждому критерию)	Макс. балл
Верно записаны уравнения теплового баланса в трех случаях	4
Приведены необходимые математические преобразования и получен верный численный ответ	8

Олимпиада “инженерное дело”**8 класс. Вариант 1.****1 Задача (6 баллов)**

После выполнения упражнения тренер снял блины с однородной штанги весом 20 кг и положил штангу на пол. Определите, какую минимальную силу тренеру нужно приложить к концу штанги, чтобы приподнять ее. Ускорение свободного падения $g = 10 \text{ м/с}^2$.

Решение:

Запишем уравнение моментов, взяв за точку опоры край штанги, противоположный тому, за который поднимает тренер:

$$\frac{mgL}{2} - FL = 0$$
$$F = 2mg = 400 \text{ Н}$$

Ответ: 400 Н.

Критерии:

Записано условие отрыва конца штанги от пола	4 балла
Приведены необходимые математические преобразования и получен верный численный ответ	2 балла
ИТОГО	6 баллов

2 Задача (10 баллов)

Деревянную кубическую шкатулку со стороной 10 см полностью залили ртутью и закрыли. Давление, которое шкатулка стала оказывать на стол, равняется 1500 Па. Определите среднюю плотность шкатулки с ртутью. Ускорение свободного падения $g = 10 \text{ м/с}^2$.

Решение:

Запишем формулу давления:

$P = \frac{F}{S} = \frac{(m+M)g}{a^2}$, где m - масса дерева, а M - масса ртути. Тогда:

$$m + M = \frac{Pa^2}{g}$$

Запишем формулу плотности:

$$\rho = \frac{m + M}{V} = \frac{Pa^2}{ga^3} = \frac{P}{ga} = 1500 \text{ кг/м}^3.$$

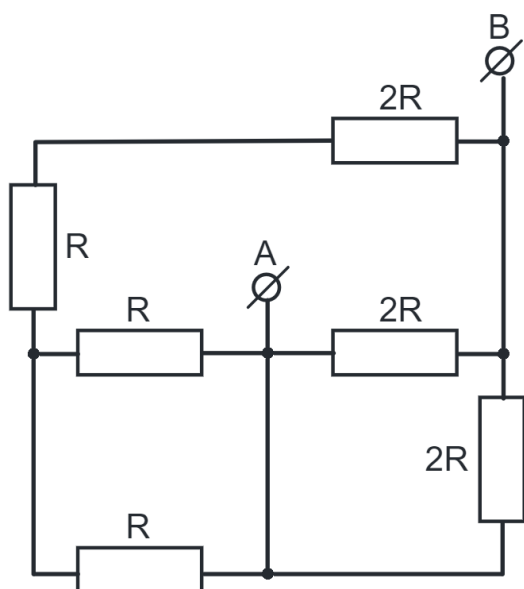
Ответ: 1500 кг/м³.

Критерии:

Верно записана формула давления твердого тела	2 балла
Верно записана формула средней плотности	2 балла
Приведены необходимые математические преобразования и получен верный численный ответ	4 балла
ИТОГО	10 баллов

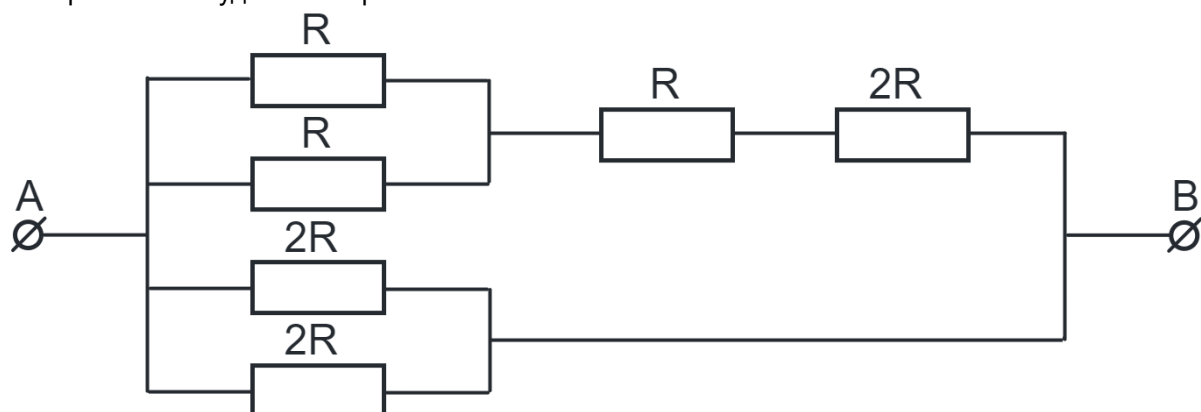
3 Задача (10 баллов)

Определите, какой ток протекает через участок цепи А-В, если напряжение на концах этого участка 140 В. Сопротивление $R = 18 \text{ Ом}$.

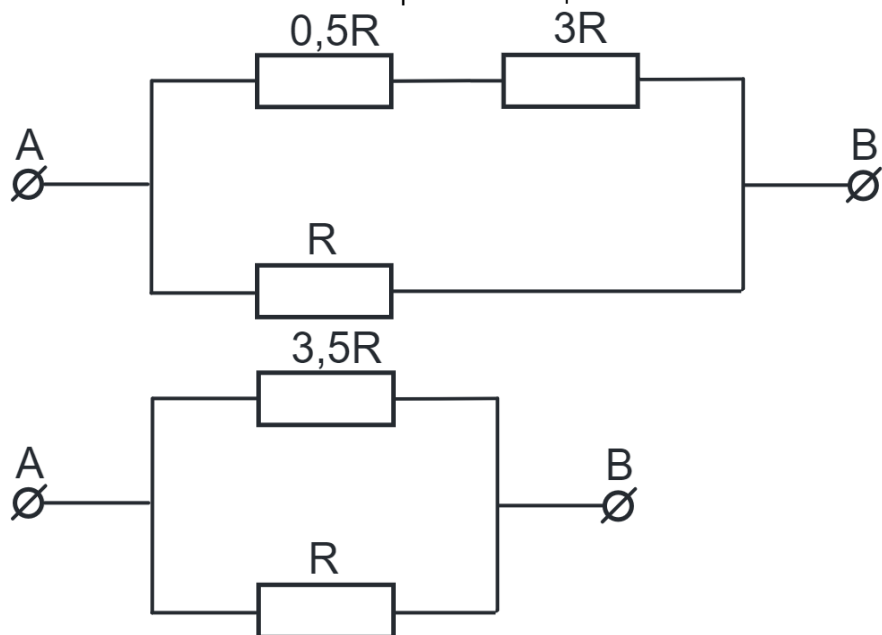


Решение:

Начертим более удобный вариант схемы:



Рассчитаем эквивалентное сопротивление цепи:



$$R_{\text{общ}} = \frac{R \cdot 3,5R}{4,5R} = 14 \text{ Ом.}$$

Запишем закон Ома и найдем силу тока всего участка A-B:

$$I = \frac{U}{R} = \frac{140}{14} = 10 \text{ A.}$$

Ответ: 10 А.

Критерии:

Верно записан закон Ома	1 балл
Верно записаны формулы расчета сопротивлений на параллельных и последовательных участках цепи	1 балл
Верно найдено полное сопротивление цепи	6 баллов
Приведены необходимые математические преобразования и получен верный численный ответ	2 балла
ИТОГО	10 баллов

4 Задача (12 баллов)

Двигатель электрической модельки паровоза потребляет ток в 0,2 Ампер при питающем напряжении в 10 В. КПД такого паровозика 90%, а скорость, с которой он равномерно едет равняется 20 см/с. Определите, с какой постоянной скоростью будет ехать настоящий паровоз, если КПД его двигателя равен 15%, а сила трения, которая на него действует в 1000 раз больше силы трения, действующей на игрушечную модель. Известно, что при заданной скорости настоящего паровоза, за пол часа в его печи сгорает 30 кг угля. Удельная теплота сгорания древесного угля $q = 36 \text{ МДж/кг}$.

Решение:

Запишем формулу КПД для модельки паровоза:

$$\eta_1 = \frac{A_{\text{силы}}}{A_{\text{тока}}} = \frac{F_1 L_1}{U I t} = \frac{F_1 v_1}{U I}$$

Выразим его силу трения. Она равна силе тяги, так как паровоз движется равномерно:

$$F_1 = \frac{U I \eta_1}{v_1}$$

Запишем формулу КПД для настоящего паровоза:

$$\eta_2 = \frac{A_{\text{силы}}}{Q} = \frac{F_2 L_2}{q m} = \frac{F_2 v_2 t}{q m}$$

Выразим его силу трения:

$$F_2 = k F_1$$

Найдем скорость паровоза:

$$v_2 = \frac{q m \eta_2}{k F_1 t} = \frac{q m \eta_2 v_1}{k U I \eta_1 t} = 10 \text{ м/с.}$$

Ответ: 10 м/с.

Критерии:

Верно записана формула КПД электродвигателя	3 балла
Верно записана формула КПД теплового двигателя	3 балла
Замечено, что сила трения равняется силе тяги	2 балла
Приведены необходимые математические преобразования и получен верный численный	4 балла

ОТВЕТ	
ИТОГО	12 баллов

5 Задача (12 баллов)

Чтобы соблюсти технологию закалки подшипников, партию раскаленных шариков последовательно опускают в три сосуда с одинаковым количеством закалочного масла, нагретого до одной и той же температуры. По технологии шарики опускают в первый сосуд и дожидаются теплового равновесия. Затем во второй и снова дожидаются теплового равновесия. После чего шарики опускают в третий сосуд и достижение шариками окончательной температуры считается завершением технологического процесса. Определите, на сколько градусов повысилась температура масла в последнем сосуде, если в первом сосуде она изменилась на 100 К, а во втором на 25 К. Теплообменом с окружающей средой пренебречь.

Решение:

Запишем уравнения теплового баланса в трех случаях:

- 1) $C_M(\tau_1 - t_M) = C_M(t_{ш} - \tau_1)$
- 2) $C_M(\tau_2 - t_M) = C_M(\tau_1 - \tau_2)$
- 3) $C_M(\tau_3 - t_M) = C_M(\tau_2 - \tau_3)$

Выразим изменения температур:

- 1) $\Delta t_1 = \tau_1 - t_M$
- 2) $\Delta t_2 = \tau_2 - t_M$
- 3) $\Delta t_3 = \tau_3 - t_M$

Тогда:

$$\begin{aligned}\Delta t_1 - \Delta t_2 &= \tau_1 - \tau_2 \\ \Delta t_2 - \Delta t_3 &= \tau_2 - \tau_3\end{aligned}$$

Затем:

$$\begin{aligned}\frac{\Delta t_2}{\Delta t_3} &= \frac{\Delta t_1 - \Delta t_2}{\Delta t_2 - \Delta t_3} \\ \Delta t_2^2 - \Delta t_2 \Delta t_3 &= \Delta t_1 \Delta t_3 - \Delta t_2 \Delta t_3 \\ \Delta t_2^2 &= \Delta t_1 \Delta t_3 \\ \Delta t_3 &= \frac{\Delta t_2^2}{\Delta t_1} = \frac{625}{100} = 6.25 \text{ К.}\end{aligned}$$

Ответ: 6,25 К.

Критерии:

Верно записаны уравнения теплового баланса в трех случаях	4 балла
Приведены необходимые математические преобразования и получен верный численный ответ	8 баллов
ИТОГО	12 баллов