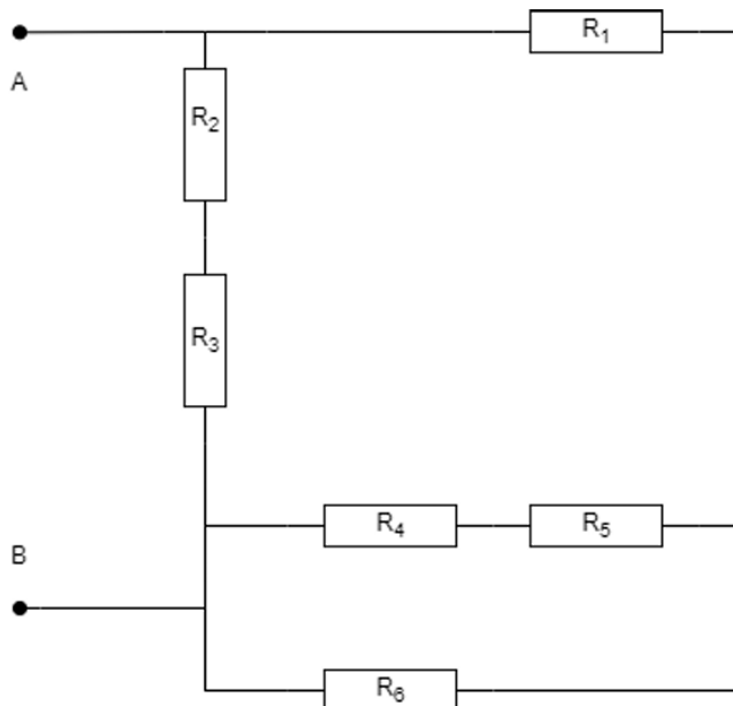


МОСКОВСКАЯ ПРЕДПРОФЕССИОНАЛЬНАЯ
ОЛИМПИАДА ШКОЛЬНИКОВ
ФИЗИКА. ОТБОРОЧНЫЙ ЭТАП
2024-2025 ГОД

10 класс

Задание 1. Вариант 1. (10 баллов)



На схеме изображена цепь, состоящая из шести резисторов. Дано сопротивление каждого резистора: $R_1 = 2 \text{ Ом}$, $R_2 = 5 \text{ Ом}$, $R_3 = 2 \text{ Ом}$, $R_4 = 40 \text{ Ом}$, $R_5 = 10 \text{ Ом}$, $R_6 = 10 \text{ Ом}$. Рассчитайте силу тока, протекающего на участке АВ, если напряжение на этом участке равно 9 В. Ответ дайте в амперах, округлите до двух знаков после запятой.

Ответ: 2,16

Решение:

1. Определим эквивалентное сопротивление последовательно соединенных R_4 и R_5
Оно рассчитывается по формуле:

$$R_{45} = R_4 + R_5 = 50 \text{ Ом}$$

2. Составим уравнение для узлового напряжения ϕ

Теперь перейдем к расчету напряжения на узле между резисторами R_1 , R_6 , и последовательным соединением резисторов R_4 и R_5 .

Запишем первый закон Кирхгофа. Для этого используем закон Ома:

$$\frac{U_0 - \phi}{R_1} = \frac{\phi}{R_4 + R_5} + \frac{\phi}{R_6}$$

Подставляем значения:

$$\frac{9 - \phi}{2} = \frac{\phi}{50} + \frac{\phi}{10}$$

**МОСКОВСКАЯ ПРЕДПРОФЕССИОНАЛЬНАЯ
ОЛИМПИАДА ШКОЛЬНИКОВ
ФИЗИКА. ОТБОРОЧНЫЙ ЭТАП
2024-2025 ГОД**

3. Решаем уравнение для нахождения ϕ

Теперь умножим обе части уравнения на 50, чтобы избавиться от дробей:

$$50 \cdot \frac{9 - \phi}{2} = 6\phi$$

Отсюда находим:

$$\phi = \frac{225}{31} \approx 7.26 \text{ В}$$

4. Рассчитаем общий ток через цепь

Теперь мы можем найти общий ток через участок АВ. Для этого применим закон Ома к последовательному соединению резисторов R_2 и R_3 , а также к резистору R_1

Ток через R_1

$$I_1 = \frac{U_0 - \phi}{R_1}$$

Ток через R_2 и R_3

$$I_2 = \frac{U_0}{R_2 + R_3}$$

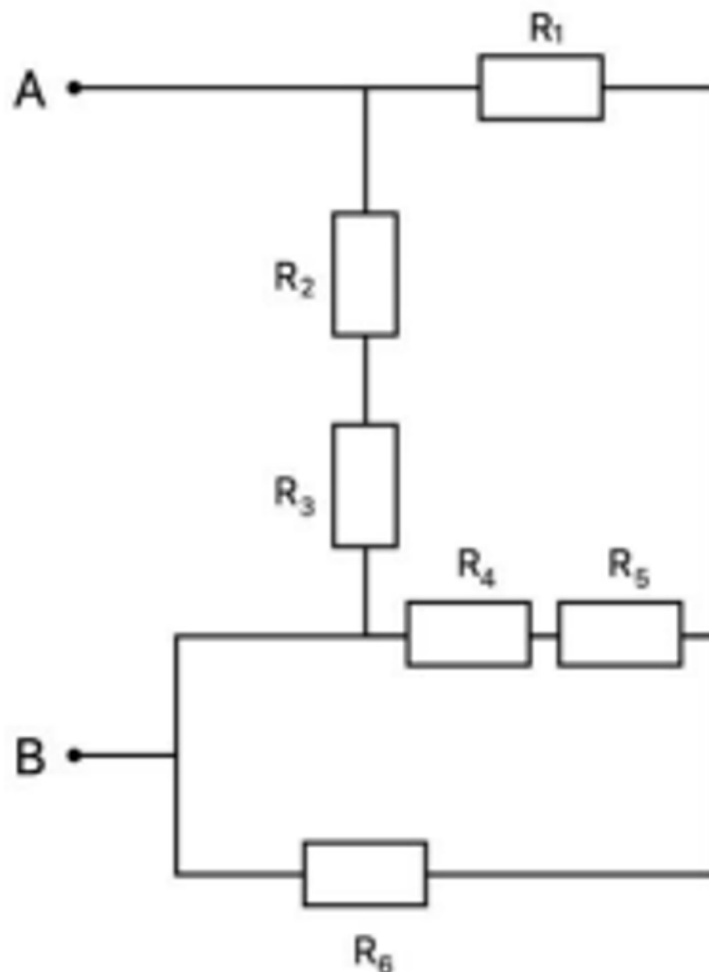
5. Найдем общий ток I_0

Теперь сложим токи I_1 и I_2 , чтобы найти общий ток через цепь:

$$I_0 = I_1 + I_2 = 0.87 + 1.29 = 2.16 \text{ А}$$

МОСКОВСКАЯ ПРЕДПРОФЕССИОНАЛЬНАЯ
ОЛИМПИАДА ШКОЛЬНИКОВ
ФИЗИКА. ОТБОРОЧНЫЙ ЭТАП
2024-2025 ГОД

Задание 1. Вариант 2. (10 баллов)



На схеме изображена цепь, состоящая из шести резисторов. Дано сопротивление каждого резистора: $R_1 = 300$ Ом, $R_2 = 40$ Ом, $R_3 = 50$ Ом, $R_4 = 100$ Ом, $R_5 = 200$ Ом, $R_6 = 300$ Ом. Рассчитайте напряжение на участке АВ, если сила тока, протекающего в цепи между точками А и В, равна 2 А. Ответ дайте в вольтах, округлите до двух знаков после запятой.

Ответ: 132,35

Решение:

Пусть ϕ – потенциал узла, соединенного с резисторами R_1 , R_5 , R_6 . Приравняем ток, втекающий в узел по резистору R_1 , сумме токов, вытекающих из него по резисторам R_4 , R_5 , R_6

$$\frac{U_0 - \phi}{R_1} = \frac{\phi}{R_4 + R_5} + \frac{\phi}{R_6}$$

Подставляем значения сопротивлений:

$$\frac{U_0 - \phi}{100} = \frac{\phi}{300} + \frac{\phi}{300}$$

**МОСКОВСКАЯ ПРЕДПРОФЕССИОНАЛЬНАЯ
ОЛИМПИАДА ШКОЛЬНИКОВ
ФИЗИКА. ОТБОРОЧНЫЙ ЭТАП
2024-2025 ГОД**

Отсюда:

$$\phi = \frac{150}{250}U_0 = \frac{3}{5}U_0$$

Найдём общий ток в цепи как сумму токов в ветвях с R_1 и R_2

$$I_0 = \frac{U_0 - \phi}{R_1} + \frac{U_0}{R_2 + R_3}$$

Подставляем значения сопротивлений:

$$2 = \frac{U_0 - \phi}{100} + \frac{U_0}{90}$$

Подставляем это выражение во второе уравнение:

$$2 = \frac{U_0 - \frac{3}{5}U_0}{100} + \frac{U_0}{90}$$

$$U_0 = \frac{2250}{17} = 132.353B$$

Задание 2. Вариант 1. (10 баллов)

Через цилиндрический медный проводник массой 5 кг и радиусом 2 мм проходит электрический ток, равный 1 А. Определите напряжение на концах этого проводника. Результат выразить в милливольтгах и округлить до целого.

Число π принять равным 3,14, удельное сопротивление меди равно $0.017 \text{ Ом} \cdot \text{мм}^2/\text{м}$, плотность меди равна $8894 \text{ кг}/\text{м}^3$.

Ответ: 61

Шаги решения:

1. Найдём объём проводника.

Объём проводника V можно найти через отношение массы к плотности:

$$V = \frac{m}{\rho_{Cu}}$$

$$V = \frac{5}{8894} \text{ м}^3 = 5.622 \cdot 10^{-4} \text{ м}^3$$

$$V = \frac{5}{8894}$$

2. Найдём длину проводника.

Объём проводника можно выразить через площадь поперечного сечения и длину:

$$V = S \cdot l,$$

где $S = \pi r^2$ - площадь поперечного сечения, а l — длина проводника.

Площадь поперечного сечения:

**МОСКОВСКАЯ ПРЕДПРОФЕССИОНАЛЬНАЯ
ОЛИМПИАДА ШКОЛЬНИКОВ
ФИЗИКА. ОТБОРОЧНЫЙ ЭТАП
2024-2025 ГОД**

$$S = \pi r^2 = 3.14 \cdot (2 \cdot 10^{-3})^2 = 1.256 \cdot 10^{-5} \text{ м}^2$$

Теперь находим длину проводника l :

$$l = \frac{V}{S} = \frac{5.622 \cdot 10^{-4}}{1.256 \cdot 10^{-5}} = 44.76 \text{ м}$$

3. Найдем сопротивление проводника.

Сопротивление проводника вычисляется по формуле

$$R = \rho \cdot \frac{l}{S}$$

Удельное сопротивление меди $\rho = 0.017 \Omega \cdot \text{мм}^2 / \text{м}$ преобразуем в $\Omega \cdot \text{м}$

$$\rho = 0.017 \cdot 10^{-6} \Omega \cdot \text{м}$$

Подставляем значения:

$$R = 0.017 \cdot 10^{-6} \cdot \frac{44.76}{1.256 \cdot 10^{-5}} \approx 0.0606 \Omega$$

4. Найдем напряжение по закону Ома

Напряжение U по закону Ома:

$$U = I \cdot R$$

Подставляем значения:

$$U = 1 \cdot 0.0606 = 0.0606 \text{ В}$$

Округляем в 61 мВ.

Задание 2. Вариант 2. (10 баллов)

Через цилиндрический медный проводник массой 9 кг и радиусом 3 мм проходит электрической ток, равный 6 А. Определите напряжение на концах этого проводника. Результат выразить в вольтах и округлить до 2 знаков после запятой.

Число π принять равным 3.14, удельное сопротивление меди равно $0.017 \text{ Ом} \cdot \text{мм}^2 / \text{м}$, плотность меди равна $8894 \text{ кг} / \text{м}^3$.

Ответ: 0,13

Шаги решения:

1. Найдём объём проводника.

Объём проводника V можно найти через отношение массы к плотности:

$$V = \frac{m}{\rho_{\text{Cu}}}$$

**МОСКОВСКАЯ ПРЕДПРОФЕССИОНАЛЬНАЯ
ОЛИМПИАДА ШКОЛЬНИКОВ
ФИЗИКА. ОТБОРОЧНЫЙ ЭТАП
2024-2025 ГОД**

$$V = \frac{9}{8894} \text{ м}^3 = 1.012 \cdot 10^{-3} \text{ м}^3$$

2. Найдём длину проводника.

Объём проводника также можно выразить через площадь поперечного сечения и длину:

$$V = S \cdot l,$$

где $S = \pi r^2$ - площадь поперечного сечения, а l — длина проводника.

Площадь поперечного сечения:

$$S = \pi r^2 = 3.14 \cdot (3 \cdot 10^{-3})^2 = 2.826 \cdot 10^{-5} \text{ м}^2$$

Теперь находим длину проводника l :

$$l = \frac{V}{S} = \frac{1.012 \cdot 10^{-3}}{2.826 \cdot 10^{-5}} = 35.81 \text{ м}$$

3. Найдём сопротивление проводника.

Сопротивление проводника вычисляется по формуле

$$R = \rho \cdot \frac{l}{S}$$

Удельное сопротивление меди $\rho = 0.017 \Omega \cdot \text{мм}^2 / \text{м}$ преобразуем в $\Omega \cdot \text{м}$

$$\rho = 0.017 \cdot 10^{-6} \Omega \cdot \text{м}$$

Подставляем значения:

$$R = 0.017 \cdot 10^{-6} \cdot \frac{35.81}{2.826 \cdot 10^{-5}} \approx 0.0215 \Omega$$

4. Найдём напряжение по закону Ома

Напряжение U по закону Ома:

$$U = I \cdot R$$

Подставляем значения:

$$U = 6 \cdot 0.0215 = 0.129 \text{ В}$$

Округляем в 0.13 В.

Задание 3. Вариант 1. (10 баллов)

Лучник выпускает стрелу с начальной скоростью 26 м/с под углом 45° к горизонту. В момент, когда стрела достигает максимальной высоты, начинает дуть горизонтальный ветер в направлении её полета (чего лучник не ожидал), который сообщает стреле постоянное ускорение $a = 1.15 \text{ м/с}^2$. Определите, на какое расстояние дальше по горизонтали приземлится стрела под воздействием ветра, чем в безветренный день. Ответ запишите в метрах, округлите до целого. Ускорение свободного падения $g = 9.8 \text{ м/с}^2$.

(Задача основана на том, что ветер придаёт стреле постоянное ускорение).

**МОСКОВСКАЯ ПРЕДПРОФЕССИОНАЛЬНАЯ
ОЛИМПИАДА ШКОЛЬНИКОВ
ФИЗИКА. ОТБОРОЧНЫЙ ЭТАП
2024-2025 ГОД**

Ответ: 2

Шаги решения:

1. Определим время полета стрелы без ветра.

Время полета стрелы состоит из двух частей: время подъема до максимальной высоты и время спуска. Поскольку полет симметричен, общее время полета равно удвоенному времени подъема.

Время подъема t_1 определяется по формуле:

$$t_1 = \frac{v_0 \sin \theta}{g}$$

Подставим значения:

$$t_1 = \frac{26 \sin 45}{9.8} \approx \frac{26 \cdot 0.707}{9.8} = \frac{18.382}{9.8} \approx 1.875 \text{ с}$$

Общее время полета t :

$$t = 2 \cdot t_1 = 2 \cdot 1.875 = 3.75 \text{ с}$$

2. Найдем дополнительное смещение по горизонтали из-за ветра

Сначала найдем время спуска t_2 , которое равно времени подъема:

$$t_2 = t_1 = 1.875 \text{ с}$$

Теперь вычислим дополнительное горизонтальное смещение, вызванное ветром, по формуле:

$$\Delta R = \frac{1}{2} a t_2^2$$

Подставим значения:

$$\Delta R = \frac{1}{2} \cdot 1.15 \cdot 1.875^2 \approx 2.02 \text{ м}$$

Округляем в 2 м.

Задание 3. Вариант 2. (10 баллов)

Мальчик бросает камешек с начальной скоростью 15 м/с под углом 45° к горизонту. В момент, когда камешек достигает максимальной высоты, начинает дуть горизонтальный ветер в противоположную сторону, который сообщает камешку постоянное ускорение $a = 5.15 \text{ м/с}^2$. Определите, насколько ближе к мальчику приземлится камень под воздействием ветра, чем в безветренный день. Ответ запишите в метрах, округлите до целого. Ускорение свободного падения $g = 9.8 \text{ м/с}^2$.

(Задача основана на том, что ветер придаёт камню постоянное ускорение).

**МОСКОВСКАЯ ПРЕДПРОФЕССИОНАЛЬНАЯ
ОЛИМПИАДА ШКОЛЬНИКОВ
ФИЗИКА. ОТБОРОЧНЫЙ ЭТАП
2024-2025 ГОД**

Ответ: 3

Шаги решения:

1. Определим время полета камня без ветра.

Общее время t полета состоит из времени подъема до максимальной высоты и времени спуска. Поскольку полет симметричен, общее время полета равно удвоенному времени подъема. Время подъема до максимальной высоты:

Время подъема t_1 до максимальной высоты:

$$t_1 = \frac{v_0 \sin \theta}{g}$$

Подставим значения:

$$t_1 = \frac{15 \sin 45}{9.8} \approx \frac{15 \cdot 0.707}{9.8} = \frac{10.605}{9.8} \approx 1.082 \text{ с}$$

Общее время полета t :

$$t = 2 \cdot t_1 = 2 \cdot 1.082 = 2.164 \text{ с}$$

2. Найдем уменьшение горизонтального расстояния из-за ветра

Сначала вычислим время спуска t_2 , которое равно времени подъема:

$$t_2 = t_1 = 1.082 \text{ с}$$

Теперь вычислим уменьшение горизонтального смещения из-за ветра:

$$\Delta R = \frac{1}{2} a t_2^2$$

Подставим значения:

$$\Delta R = \frac{1}{2} \cdot 5.15 \cdot 1.082^2 \approx 3.02 \text{ м}$$

Округляем в 3 м.

Задание 4. Вариант 1. (10 баллов)

В электрической цепи установлен предохранитель из меди. Он подключен к источнику постоянного тока. Известно, что при силе тока, равной или превышающей $I_{min} = 2500 \text{ А}$, предохранитель плавится за $t = 0.2 \text{ с}$. Масса предохранителя составляет 500 г. Начальная температура предохранителя равна 20°C . Определите напряжение источника, при котором произойдет расплавление предохранителя, если ток до полного расплавления считать постоянным. Ответ записать в вольтах, округлить до целого.

Удельная теплоемкость меди $c = 390 \text{ Дж}/(\text{кг}\cdot\text{K})$, температура плавления меди температура плавления T равна 1356 K , удельная теплота плавления меди $200 \text{ кДж}/\text{кг}$. Тепловыми потерями и сопротивлением источника пренебречь.

**МОСКОВСКАЯ ПРЕДПРОФЕССИОНАЛЬНАЯ
ОЛИМПИАДА ШКОЛЬНИКОВ
ФИЗИКА. ОТБОРОЧНЫЙ ЭТАП
2024-2025 ГОД**

Ответ: 615

Шаги решения:

1. Определим количество тепла, необходимое для нагрева и плавления предохранителя
Тепло, необходимое для расплавления предохранителя, состоит из двух частей:

(a) Теплота для нагревания меди до температуры плавления:

$$Q_1 = m \cdot c \cdot (T - T_0)$$

(b) Теплота плавления меди:

$$Q_2 = m \cdot \lambda$$

Общее количество теплоты:

$$Q = Q_1 + Q_2$$

Подставляем значения:

(a) Теплота для нагревания меди до температуры плавления:

$$Q_1 = 0.5 \cdot 390 \cdot (1356 - 293) = 0.5 \cdot 390 \cdot 1063 = 207285 \text{ Дж}$$

(b) Теплота плавления меди:

$$Q_2 = 0.5 \cdot 200000 = 100000 \text{ Дж}$$

(c) Общее количество теплоты:

$$Q = 207285 + 100000 = 307285 \text{ Дж}$$

2. Рассчитаем мощность, необходимую для расплавления

Мощность, необходимая для расплавления предохранителя:

$$P = \frac{Q}{t}$$

Подставляем значения:

$$P = \frac{307285}{0.2} = 1536425 \text{ Вт}$$

3. Рассчитаем напряжение источника

$$U = \frac{P}{I} = \frac{1536425}{2500} \approx 614.57 \text{ В}$$

Ответ:

Напряжение источника, при котором произойдет расплавление предохранителя, равно 615 В.

**МОСКОВСКАЯ ПРЕДПРОФЕССИОНАЛЬНАЯ
ОЛИМПИАДА ШКОЛЬНИКОВ
ФИЗИКА. ОТБОРОЧНЫЙ ЭТАП
2024-2025 ГОД**

Задание 4. Вариант 2. (10 баллов)

К электрической цепи подключен источник постоянного тока с ЭДС равным 220 В. Также в начале цепи стоит плавкий предохранитель из олова. При силе тока, меньшей предельно допустимого значения, температура предохранителя не изменяется. При силе тока, равной или большей предельно допустимого значения, которая сохраняется на протяжении $t = 0.1$ с, предохранитель расплавляется. Начальная температура предохранителя равняется 25°C . Масса предохранителя равняется 1 кг.

Необходимо найти минимальную силу тока (А), при которой произойдёт расплавление предохранителя. Ток до полного расплавления считать постоянным. Ответ выразите в килоамперах, результат округлите до целого.

Удельная теплоемкость олова равна $230 \text{ Дж}/(\text{кг}\cdot\text{K})$. Температура плавления T олова 505 K . Удельная теплота плавления олова равна $59 \text{ кДж}/\text{кг}$.

Ответ: 5

Шаги решения:

1. Определим количество тепла, необходимое для нагрева и плавления предохранителя
Тепло, необходимое для расплавления предохранителя из олова, состоит из двух частей:

- (a) Теплота для нагревания предохранителя до температуры плавления:

$$Q_1 = m \cdot c \cdot (T - T_0)$$

- (b) Теплота плавления олова:

$$Q_2 = m \cdot \lambda$$

Общее количество теплоты:

$$Q = Q_1 + Q_2$$

Подставляем значения:

- (a) Теплота для нагревания меди до температуры плавления:

$$Q_1 = 1 \cdot 230 \cdot (505 - 298) = 1 \cdot 230 \cdot 207 = 47610 \text{ Дж}$$

- (b) Теплота плавления меди:

$$Q_2 = 1 \cdot 59000 = 59000 \text{ Дж}$$

- (c) Общее количество теплоты:

- (d) Теплота плавления меди:

$$Q = 47610 + 59000 = 106610 \text{ Дж}$$

**МОСКОВСКАЯ ПРЕДПРОФЕССИОНАЛЬНАЯ
ОЛИМПИАДА ШКОЛЬНИКОВ
ФИЗИКА. ОТБОРОЧНЫЙ ЭТАП
2024-2025 ГОД**

2. Рассчитаем мощность, необходимую для расплавления

Мощность, необходимая для расплавления предохранителя:

$$P = \frac{Q}{t}$$

Подставляем значения:

$$P = \frac{106610}{0.1} = 1066100 \text{ Вт}$$

3. Рассчитаем напряжение источника

$$I = \frac{P}{U} = \frac{1066100}{220} \approx 4846.82 \text{ А} \approx 5 \text{ кА}$$

Ответ:

Минимальная сила тока, при которой произойдет короткое замыкание, равна 5 кА.

Задание 5. Вариант 1. (30 баллов, за каждый ответ 10 баллов)

Робот массой 12 кг движется по прямой дороге с переменным ускорением. В начале движения его скорость составляет 4 м/с, и он начинает ускоряться с постоянным ускорением 1.2 м/с² в течение первых 6 секунд. После этого он движется с постоянной скоростью еще 8 секунд. Затем робот начинает замедляться с постоянным ускорением 0.6 м/с² в течение следующих 7 секунд. Силой трения пренебречь.

Найти:

1. Расстояние, пройденное роботом за первый участок пути. Ответ выразить в метрах, округлить до одного знака после запятой.
2. Конечную скорость робота после второго участка пути. Ответ выразить в м/с, округлить до целого.
3. Суммарную работу, выполненную роботом на протяжении всего пути. Ответ выразить в Дж, округлить до целого.

Ответ:

1. 45.6
2. 11
3. 198

**МОСКОВСКАЯ ПРЕДПРОФЕССИОНАЛЬНАЯ
ОЛИМПИАДА ШКОЛЬНИКОВ
ФИЗИКА. ОТБОРОЧНЫЙ ЭТАП
2024-2025 ГОД**

Шаги решения:

1. Расстояние, пройденное за первый участок пути (ускорение 1.2 м/с^2 , 6 секунд)
Воспользуемся уравнением равноускоренного движения:

$$S = v_0 t + \frac{1}{2} a t^2$$

где:

- $v_0 = 4 \text{ м/с}$ - начальная скорость,
- $a = 1.2 \text{ м/с}^2$ - ускорение,
- $t = 6 \text{ с}$

Подставим значения:

$$S = 4 \cdot 6 + \frac{1}{2} \cdot 1.2 \cdot 0.6^2 = 24 + 0.6 \cdot 36 = 24 + 21.6 = 45.6 \text{ м}$$

Ответ: 45.6 м

2. Конечная скорость после второго участка пути (постоянная скорость, 8 секунд)
После первого участка конечная скорость работа:

$$v_1 = v_0 + at = 4 + 1.2 \cdot 6 = 4 + 7.2 = 11.2 \text{ м}$$

Эта скорость остается постоянной на втором участке. Округлим до целого числа.

Ответ: 11 м

3. Суммарная работа на протяжении всего пути:

По теореме об изменении кинетической энергии:

$$A = \Delta E_k = \frac{1}{2} m (v_f^2 - v_0^2)$$

где:

- $m = 12 \text{ кг}$,
- $v_0 = 4 \text{ м/с}$ - начальная скорость,
- v_f - конечная скорость после третьего участка.

Теперь найдем конечную скорость после третьего участка:

$$v_f = v - at = 11.2 - 0.6 \cdot 7 = 11.2 - 4.2 = 7 \text{ м/с}$$

и можем вычислить работу:

$$A = \frac{1}{2} \cdot 12 \cdot (7^2 - 4^2) = 6 \cdot (49 - 16) = 6 \cdot 33 = 198 \text{ Дж}$$

Ответ: 198 Дж

**МОСКОВСКАЯ ПРЕДПРОФЕССИОНАЛЬНАЯ
ОЛИМПИАДА ШКОЛЬНИКОВ
ФИЗИКА. ОТБОРОЧНЫЙ ЭТАП
2024-2025 ГОД**

Задание 5. Вариант 2. (30 баллов, за каждый ответ 10 баллов)

Робот массой 10 кг движется по прямой дороге с переменным ускорением. В начале движения его скорость составляет 3 м/с, и он начинает ускоряться с постоянным ускорением 1 м/с² в течение первых 5 секунд. После этого он движется с постоянной скоростью еще 10 секунд. Затем робот начинает замедляться с постоянным ускорением 0.5 м/с² в течение следующих 8 секунд. Силой трения пренебречь.

Найти:

1. Конечную скорость робота после первого участка пути. Ответ выразить в м/с, округлить до целого.
2. Общее расстояние, пройденное роботом за все три участка. Ответ выразить в метрах, округлить до первого знака после запятой.
3. Суммарную работу, которая была выполнена роботом на протяжении всего пути. Ответ выразить в Дж, округлить до целого.

Ответ:

1. 8
2. 155.5
3. 35

Шаги решения:

1. Конечная скорость после первого участка пути (ускорение 1 м/с², 5 секунд):

Используем формулу для конечной скорости при равномерном ускорении

$$v = v_0 + at$$

где:

- $v_0 = 3$ м/с - начальная скорость,
- $a = 1$ м/с² - ускорение,
- $t = 5$ с

Подставим значения:

$$v = 3 + 1 \cdot 5 = 3 + 5 = 8 \text{ м/с}$$

Ответ: 8 м/с

2. Общее расстояние, пройденное за все три участка:

- Первый участок (ускорение 1 м/с², 5 секунд):

**МОСКОВСКАЯ ПРЕДПРОФЕССИОНАЛЬНАЯ
ОЛИМПИАДА ШКОЛЬНИКОВ
ФИЗИКА. ОТБОРОЧНЫЙ ЭТАП
2024-2025 ГОД**

$$S_1 = v_0 t + \frac{1}{2} a t^2 = 3 \cdot 5 + \frac{1}{2} \cdot 1 \cdot 5^2 = 15 + 0.5 \cdot 25 = 15 + 12.5 = 27.5 \text{ м}$$

- Второй участок (движение с постоянной скоростью 8 м/с в течение 10 секунд):

$$S_2 = v t = 8 \cdot 10 = 80 \text{ м}$$

- Третий участок (торможение с ускорением 0.5 м/с², 8 секунд):

Скорость в конце движения:

$$v_f = v - a t = 8 - 0.5 \cdot 8 = 8 - 4 = 4 \text{ м/с}$$

Теперь находим расстояние, пройденное на третьем участке:

$$S_3 = v t - \frac{1}{2} a t^2 = 8 \cdot 8 - \frac{1}{2} \cdot 0.5 \cdot 8^2 = 64 - 0.25 \cdot 64 = 64 - 16 = 48 \text{ м}$$

Общее расстояние:

$$S = S_1 + S_2 + S_3 = 27.5 + 80 + 48 = 155.5 \text{ м}$$

Ответ: 155.5 м

3. Суммарная работа, выполненная роботом:

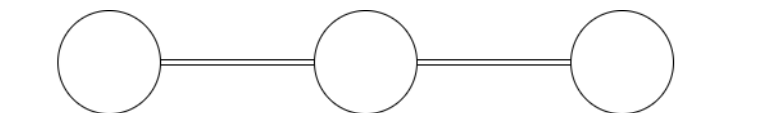
Найдем работу по теореме об изменении кинетической энергии:

$$A = \Delta E_k = \frac{1}{2} m (v_f^2 - v_0^2)$$

- $m = 10$ кг,
- $v_0 = 3$ м/с - начальная скорость,
- $v_f = 4$ - конечная скорость. третьего участка.

Ответ: 35 Дж

Задание 6. Вариант 1. (30 баллов, за каждый ответ 10 баллов)



Юный физик взял три маленьких одинаковых шарика, каждый массой 5 кг и зарядом 5 мКл и расположил на бесконечно большой гладкой горизонтальной поверхности, заранее связав их друг с другом двумя нерастяжимыми непроводящими и невесомыми нитями длиной 10 м. После этого, используя две пары ножниц, одновременно перерезал обе нити между шариками.

Постоянная Кулона $k = 9 \cdot 10^9 \text{ Н} \cdot \text{м}^2/\text{Кл}^2$

Пренебрегая силой трения и сопротивления воздуха, определите:

1. Скорость крайних шариков после разлета на большие расстояния друг от друга. Ответ выразить в м/с, округлить до целого.
2. Импульс крайних шариков после разлета на большие расстояния друг от друга. Ответ выразить в кг·м/с, округлить до целого.
3. Импульс центрального шарика. Ответ выразить в кг·м/с, округлить до целого.

МОСКОВСКАЯ ПРЕДПРОФЕССИОНАЛЬНАЯ
ОЛИМПИАДА ШКОЛЬНИКОВ
ФИЗИКА. ОТБОРОЧНЫЙ ЭТАП
2024-2025 ГОД

Ответ:

1. 106
2. 530
3. 0

Шаги решения:

1. Скорость крайних шариков после разлёта

Центральный шарик не будет двигаться, так как силы, действующие на него от двух крайних шариков, одинаковы по величине и противоположны по направлению, что приводит к их взаимной компенсации.

Энергия системы зарядов преобразуется в кинетическую энергию крайних шариков. Запишем закон сохранения энергии для всей системы:

$$\frac{kq^2}{l} + \frac{kq^2}{l} + \frac{kq^2}{2l} = mv^2$$

Сокращаем выражение:

$$\frac{5kq^2}{2l} = mv^2$$

Теперь найдём скорость шариков:

$$v = \sqrt{\frac{5kq^2}{2ml}}$$

Подставляем известные значения:

$$v = \sqrt{\frac{5 \cdot 9 \cdot 10^9 \cdot (0.005)^2}{2 \cdot 5 \cdot 10}} = \sqrt{\frac{5 \cdot 9 \cdot 10^9 \cdot 25 \cdot 10^{-6}}{100}} = \sqrt{11.25 \cdot 10^3} \approx 106 \text{ м/с}$$

Ответ: 106 м/с.

2. Импульс крайних шариков после разлета

Импульс шариков вычисляется по формуле:

$$p = mv$$

Подставляем значения:

$$p = 5 \cdot 106 = 530 \text{ кг} \cdot \text{м/с}.$$

Ответ: Импульс крайних шариков 530 кг · м/с.

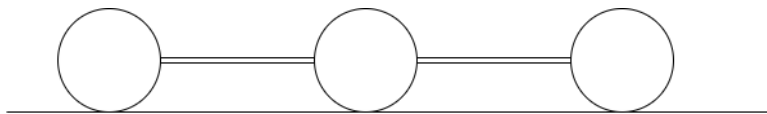
3. Импульс центрального шарика

Центральный шарик остается неподвижным, так как силы, действующие на него от двух крайних шариков, равны по величине и противоположны по направлению, что приводит к их взаимной компенсации. Следовательно, его импульс равен нулю.

Ответ: Импульс центрального шарика: 0 кг · м/с.

**МОСКОВСКАЯ ПРЕДПРОФЕССИОНАЛЬНАЯ
ОЛИМПИАДА ШКОЛЬНИКОВ
ФИЗИКА. ОТБОРОЧНЫЙ ЭТАП
2024-2025 ГОД**

Задание 6. Вариант 2. (30 баллов, за каждый ответ 10 баллов)



Юный физик взял три маленьких одинаковых шарика, каждый массой 2.2 кг и зарядом 3 мКл и расположил на бесконечно большой гладкой горизонтальной поверхности, заранее связав их друг с другом двумя нерастяжимыми непроводящими и невесомыми нитями длиной 3 м. После этого, используя две пары ножниц, одновременно перерезал обе нити между шариками.

Постоянная Кулона $k = 9 \cdot 10^9 \text{ Н} \cdot \text{м}^2/\text{Кл}^2$

Пренебрегая силой трения и сопротивления воздуха, определите:

1. Скорость крайних шариков после разлета на большие расстояния друг от друга. Ответ выразить в м/с, округлить до целого.
2. Импульс крайних шариков после разлета на большие расстояния друг от друга. Ответ выразить в кг·м/с, округлить до целого.
3. Импульс центрального шарика. Ответ выразить в кг·м/с, округлить до целого.

Ответ:

1. 175
2. 385
3. 0

Шаги решения:

1. Скорость крайних шариков после разлёта

Центральный шарик не будет двигаться, так как силы, действующие на него от двух крайних шариков, одинаковы по величине и противоположны по направлению, что приводит к их взаимной компенсации.

Энергия системы зарядов преобразуется в кинетическую энергию крайних шариков. Запишем закон сохранения энергии для всей системы:

$$\frac{kq^2}{l} + \frac{kq^2}{l} + \frac{kq^2}{2l} = mv^2$$

Сокращаем выражение:

$$\frac{5kq^2}{2l} = mv^2$$

Теперь найдём скорость шариков:

$$v = \sqrt{\frac{5kq^2}{2ml}}$$

Подставляем известные значения:

**МОСКОВСКАЯ ПРЕДПРОФЕССИОНАЛЬНАЯ
ОЛИМПИАДА ШКОЛЬНИКОВ
ФИЗИКА. ОТБОРОЧНЫЙ ЭТАП
2024-2025 ГОД**

$$v = \sqrt{\frac{5 \cdot 9 \cdot 10^9 \cdot (0.003)^2}{2 \cdot 2 \cdot 2 \cdot 3}} = \sqrt{\frac{5 \cdot 9 \cdot 10^9 \cdot 9 \cdot 10^{-6}}{13.2}} = \sqrt{30.68 \cdot 10^3} \approx 175 \text{ м/с}$$

Ответ: 175 м/с.

2. Импульс крайних шариков после разлета

Импульс шариков вычисляется по формуле:

$$p = mv$$

Подставляем значения:

$$p = 2.2 \cdot 175 = 385 \text{ кг} \cdot \text{м/с}.$$

Ответ: Импульс крайних шариков 385 кг · м/с.

3. Импульс центрального шарика

Центральный шарик остается неподвижным, так как силы, действующие на него от двух крайних шариков, равны по величине и противоположны по направлению, что приводит к их взаимной компенсации. Следовательно, его импульс равен нулю.

Ответ: Импульс центрального шарика: 0 кг · м/с.