

Физика.9 класс

1 вариант

Решения и критерии оценивания

Задача 1. Мяч брошен под углом α к горизонту с начальной скоростью v_0 . Через время τ он приземлился на землю. Вертикальная составляющая скорости из-за сопротивления воздуха уменьшилась на k %. Считайте, что сила сопротивления пропорциональна скорости.

Определите начальную скорость v_0 , если $\alpha=60^\circ$, $k=30\%$, $\tau=3$ с. Ускорение свободного падения $g = 10 \text{ м/с}^2$, считайте, что $\sqrt{3} = 1,7$.

Решение

1. Запишем изменение импульса за единицу времени по оси y :

$$m \frac{\Delta v_y}{\Delta t} = -mg - \beta v_y \quad (1)$$

2. Найдем изменение импульса за все время t :

$$m \Sigma \Delta v_y = -mg \Sigma \Delta t - \beta \Sigma v_y \Delta t. \quad (2)$$

3. $\Sigma v_y \Delta t$ - перемещение по оси y , в нашем случае оно равно нулю (3);

4. $m \Sigma \Delta v_y = -m \left(1 - \frac{k}{100\%}\right) v_{0y} - m v_{0y}$ – изменение импульса за время τ (4);

5. Таким образом из (2), (3) и (4) выражений получаем уравнение:

$$mg\tau = m \left(2 - \frac{k}{100\%}\right) v_{0y} \quad (5)$$

6. Начальная скорость по оси y равна

$$v_{0y} = v_0 \sin \alpha \quad (6)$$

7. Находим искомую величину

$$v_0 = \frac{g\tau}{\left(2 - \frac{k}{100\%}\right) \sin \alpha} = \frac{2 \cdot 10 \cdot 3}{1,7 \cdot \sqrt{3}} = 20 \text{ м/с}$$

Критерии оценивания

1. Записано уравнение (1) или второй закон Ньютона в проекции на ось y – 2 балла;
2. Записано выражение (2) – 4 балла;
3. Указано, что изменение импульса за счет силы сопротивления равно нулю, так как выполняется условие (3)- 3 балла;
4. Записано выражения (4) для изменения импульса за всё время τ – 4 балла;
5. Записано выражения (5) в случае, если было обосновано ранее это выражение– 3 балла;
6. Записана начальная скорость тела по оси y , т.е. выражение (6) – 1 балл;
7. Найдено выражение для скорости (7) - 2 балла
8. Верно подсчитана скорость - 1 балл.

Задача 2. Предложите способ оценки отношения масс мальчиков, если они находятся на катке и у них есть только рулетка. Какой мальчик проедет дальше и во сколько раз, если отношение $\frac{m_2}{m_1} = 1,2$

Решение

1. Мальчики должны измерить расстояние, которое они проедут после того, как оттолкнутся друг от друга. В этом случае изменение кинетической энергии идет за счет работы сил трения :

$$A_1 = \mu m_1 g S_1 = \frac{m_1 v_1^2}{2} \quad (1)$$

$$A_1 = \mu m_2 g S_2 = \frac{m_2 v_2^2}{2} \quad (2)$$

2. Отношение путей мальчиков будет следующим:

$$\frac{s_1}{s_2} = \left(\frac{v_1}{v_2} \right)^2 \quad (3)$$

3. Запишем закон сохранения импульса:

$$m_1 v_1 = m_2 v_2 \quad (4)$$

4. С учетом выражений (3) и (4) получаем

$$\frac{m_2}{m_1} = \sqrt{\frac{s_1}{s_2}} \quad (5)$$

5. Видно, что проедет дальше более легкий мальчик

$$\frac{s_1}{s_2} = \left(\frac{m_2}{m_1} \right)^2 = 1,44 \quad (6)$$

Критерии оценивания

1. Найдено или записано выражение для расчета работы силы трения - 4 балла;
2. Указано, что работа силы трения идет на изменение кинетической энергии – 2 балла;
3. Найдено выражение (3) – 4 балла;
4. Записан закон сохранения импульса – 4 балла;
5. Получено выражение (5) - 4;
6. Указано, что проедет дальше более легкий мальчик - 1балл;
7. Подсчитано отношение путей - 1 балл.



Рис.1

Задача 3. Из проволоки длиной ℓ и сопротивления R_0 сделали элемент цепи в виде двух окружностей, соединенных как на рис.

1. Далее собрали схему из N таких элементов как на рис. 2.
- Определите общее сопротивление цепи, если сопротивление одной проволоки $R_0=4$ Ом, количество элементов $N_0= 2399$.

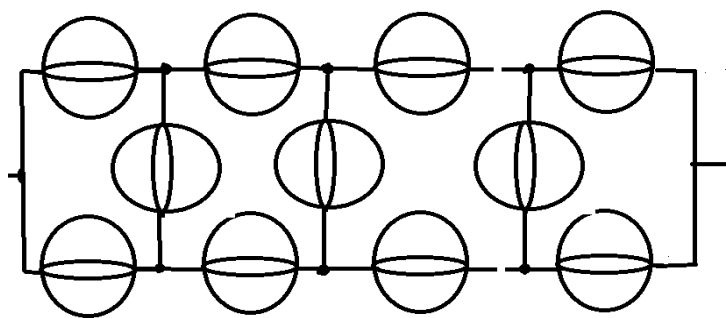


Рис.2

Решение

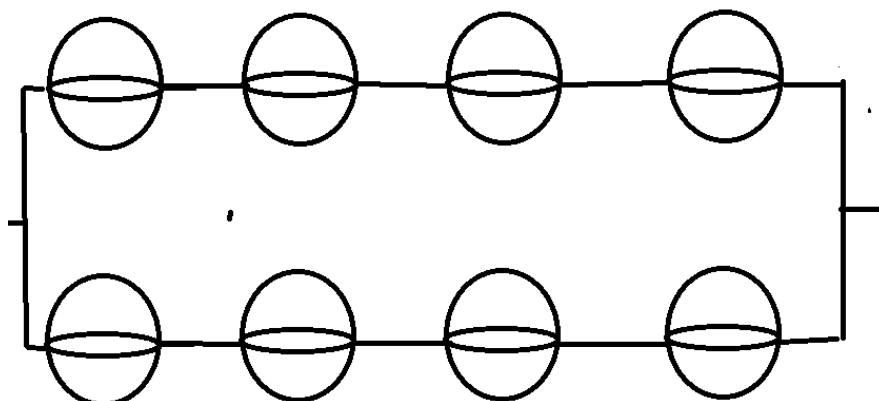
1. Обозначим N - количество элементов в верхней цепи, тогда в средней будет $(N-1)$.

$$2N + (N - 1) = N_0 \quad (1)$$

2. В верхней и нижней цепях будет по

$$N = (N_0 + 1) / 3 - \text{элементов.} \quad (2)$$

3. В силу симметрии цепи через внутренние сопротивления не протекает ток, поэтому схему можно представить в виде



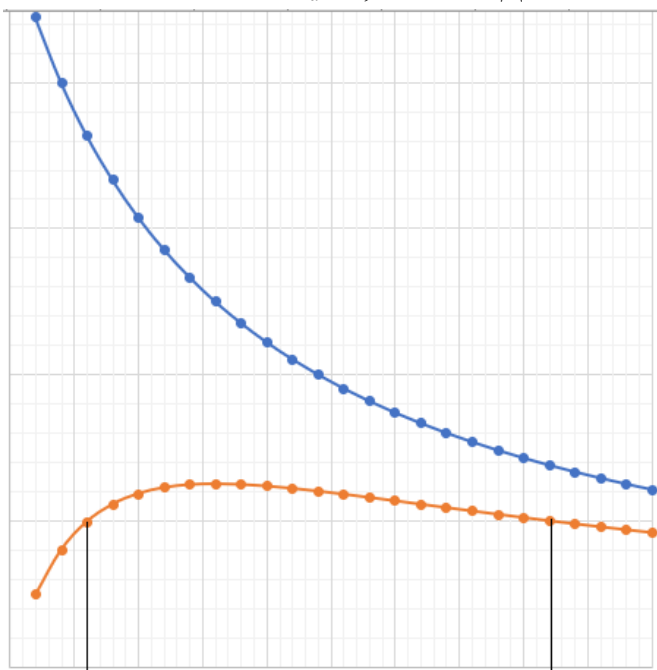
4. Обозначим через R_1 сопротивление элемента цепи в виде двух окружностей, тогда сопротивление верхней цепи:
 $R_B = N R_1. \quad (3)$
5. Сопротивление верхней цепи равно сопротивлению нижней. Тогда общее сопротивление цепи равно через сопротивление элемента цепи:
 $R = N R_1 / 2 \quad (4)$
6. Сопротивление элемента цепи через сопротивление проволоочки $R_1 = R_0 / 4 \quad (5)$
7. Общее сопротивление цепи равно через сопротивление проволоочки цепи и общее число элементов:
 $R = (N_0 + 1) R_0 / 24 \quad (6)$

Критерии оценивания

1. Указано, что в средней цепи на 1 элемент меньше, чем в верхней и нижней – 1 балл;
2. Записана формула для определения количества элементов в верхней цепи (2) – 2 балла;
3. Указано, что через внутренние сопротивления не будет бежать ток- 4 балла;
4. Представлена эквивалентная схема – 4 балла
5. Записано сопротивление для верхней цепи (3) - 2 балла;

6. Найдено общее сопротивление цепи (4) – 2 балла;
7. Найдено сопротивление одного элемента цепи через сопротивление проволоочки (5) – 2 балла;
8. Получено общее выражение для сопротивления (6) – 2 балла;
9. Подсчитано общее сопротивление цепи $R=400 \text{ Ом}$. -1 балл.

Задача 4. На рисунке представлены графики зависимостей полной и полезной мощностей от сопротивления. На графике указаны точки для двух сопротивлений у которых полезные мощности одинаковые. Помоги определить эти сопротивления. К сожалению, экспериментатор забыл указать единицы измерения по осям. Известно, что максимальная полезная мощность $P_{\max}=6,25 \text{ Вт}$ и ЭДС источника тока $\varepsilon=20 \text{ В}$.



Решение

1. Максимальная полезная мощность находится по формуле:

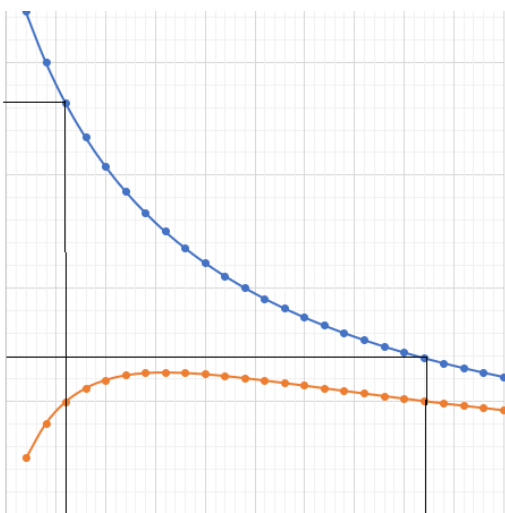
$$P_{\max} = \frac{\varepsilon^2}{4r} \quad (1)$$

2. Из (1) найдем внутреннее сопротивление цепи:

$$r = \frac{\varepsilon^2}{4P_{\max}} = 16 \text{ Ом} \quad (2)$$

3. Коэффициент полезного действия:

$$\eta = \frac{P}{P_0} = \frac{R}{R+r} \quad (3)$$



4. Сопротивление цепи из формулы (3)

$$R = \frac{\eta r}{(1-\eta)} \quad (4)$$

5. По графикам найдем коэффициенты полезного действия для двух сопротивлений, для этого выразим мощности в условных единицах (клеточках). Для первого сопротивления - полезная мощность $P_1=5$ клеточек, полная

$P_{01} = 17$ клеточек с учетом погрешностей, но ребята могут взять и точнее. Для второго сопротивления - полезная мощность $P_2 = 5$ клеточек, полная $P_{02} = 7$ клеточек с учетом погрешностей.

6. Посчитаем коэффициенты полезного действия для этих сопротивлений:

$$\eta_1 = \frac{5}{17} = 0,294; \quad \eta_2 = \frac{5}{7} = 0,714 \quad (5)$$

7. Получены значения сопротивлений:

$$R_1 = 6,7 \text{ Ом}, \quad R_2 = 39,9 \text{ Ом},$$

Критерии оценивания

1. Записано выражение для внутреннего сопротивления источника тока (2) – 2 балла;
2. Подсчитано внутреннее сопротивление – 1 балл;
3. Записано выражение для нахождения КПД через мощности - 2 балла;
4. Записано выражение для нахождения КПД через сопротивления - 2 балла;
5. Предложен способ определения КПД по графикам – 6 баллов;
6. Получено выражение для расчета сопротивления (4) – 3 балла;
7. Получены КПД для двух точек – 2 балла;
8. Найдены сопротивления – 2 балла.

Задача 5. В теплоизолированном калориметре с теплоёмкостью C находится вода при $t_1 = 0^\circ\text{C}$. В воду положили металлический диск температурой $t_3 = 80^\circ\text{C}$, в результате чего температура стала $t_2 = 20^\circ\text{C}$. Определите какой стала бы температура системы, если бы положили два таких диска.

Решение

1. Запишем уравнение теплового баланса в первом случае:

$$C_в m_в (t_2 - t_1) + C(t_2 - t_1) + C_д m_д (t_2 - t_3) = 0 \quad (1)$$

2. Запишем уравнение теплового баланса во втором случае:

$$C_в m_в (t_4 - t_1) + C(t_4 - t_1) + 2C_д m_д (t_4 - t_3) = 0 \quad (2)$$

3. Сгруппируем уравнения (1) и (2)

$$\frac{(C_в m_в + C)(t_2 - t_1)}{(C_в m_в + C)(t_4 - t_1)} = \frac{C_д m_д (t_2 - t_3)}{2C_д m_д (t_4 - t_3)}$$

Учтем, что $t_1 = 0^\circ\text{C}$

Получаем

$$\frac{t_2}{t_4} = \frac{(t_2 - t_3)}{2(t_4 - t_3)}$$

4. Выразим конечную температуру во втором случае:

$$t_4 = \frac{2t_2 t_3}{t_2 + t_3} = 32^\circ\text{C}. \quad (3)$$

Критерии оценивания

1. Записаны уравнения теплового баланса (1) и (2) – 12 баллов;
2. Получена формула (3) для расчета температуры t_4 - 6 баллов;
3. Получен правильный ответ – 2 балла.

Физика.9 класс

2 вариант

Решения и критерии оценивания

Задача 1. Мяч брошен под углом α к горизонту с начальной скоростью v_0 . Через время τ он приземлился на землю. Вертикальная составляющая скорости из-за сопротивления воздуха уменьшилась на k %. Считайте, что сила сопротивления пропорциональна скорости.

Определите время полета τ , если начальная скорость $v_0 = 20 \text{ м/с}$, $\alpha = 60^\circ$, $k = 30\%$.

Ускорение свободного падения $g = 10 \text{ м/с}^2$, считайте, что $\sqrt{3} = 1,7$.

Решение

1. Запишем изменение импульса за единицу времени по оси y :

$$m \frac{\Delta v_y}{\Delta t} = -mg - \beta v_y \quad (1)$$

2. Найдем изменение импульса за все время t :

$$m \Sigma \Delta v_y = -mg \Sigma \Delta t - \beta \Sigma v_y \Delta t. \quad (2)$$

3. $\Sigma v_y \Delta t$ - перемещение по оси y , в нашем случае оно равно нулю (3);

4. $m \Sigma \Delta v_y = -m \left(1 - \frac{k}{100\%}\right) v_{0y} - m v_{0y}$ – изменение импульса за время τ (4);

5. Таким образом из (2), (3) и (4) выражений получаем уравнение:

$$mg\tau = m \left(2 - \frac{k}{100\%}\right) v_{0y} \quad (5)$$

6. Начальная скорость по оси y равна

$$v_{0y} = v_0 \sin \alpha \quad (6)$$

7. Находим искомую величину

$$\tau = \frac{v_0 \left(2 - \frac{k}{100\%}\right) \sin \alpha}{g} = 3 \text{ с}$$

Критерии оценивания

1. Записано уравнение (1) или второй закон Ньютона в проекции на ось y – 2 балла;
2. Записано выражение (2) – 4 балла;
3. Указано, что изменение импульса за счет силы сопротивления равно нулю, так как выполняется условие (3)- 3 балла;
4. Записано выражения (4) для изменения импульса за всё время τ – 4 балла;
5. Записано выражения (5) в случае, если было обосновано ранее это выражение– 3 балла;
6. Записана начальная скорость тела по оси y , т.е. выражение (6) – 1 балл;
7. Найдено выражение для времени полета(7) - 2 балла
8. Верно подсчитано время полета - 1 балл.

Задача 2. Предложите способ оценки отношения масс мальчиков, если они находятся на катке и у них есть только рулетка. Какой мальчик проедет дальше и во сколько раз, если отношение $\frac{m_2}{m_1} = 1,1$

Решение

1. Мальчики должны измерить расстояние, которое они проедут после того, как оттолкнуться друг от друга. В этом случае изменение кинетической энергии идет за счет работы сил трения :

$$A_1 = \mu m_1 g S_1 = \frac{m_1 v_1^2}{2} \quad (1)$$

$$A_2 = \mu m_2 g S_2 = \frac{m_2 v_2^2}{2} \quad (2)$$

2. Отношение путей мальчиков будет следующим:

$$\frac{s_1}{s_2} = \left(\frac{v_1}{v_2} \right)^2 \quad (3)$$

3. Запишем закон сохранения импульса:

$$m_1 v_1 = m_2 v_2 \quad (4)$$

4. С учетом выражений (3) и (4) получаем

$$\frac{m_2}{m_1} = \sqrt{\frac{s_1}{s_2}} \quad (5)$$

5. Видно, что проедет дальше более легкий мальчик

$$\frac{s_1}{s_2} = \left(\frac{m_2}{m_1} \right)^2 = 1,21 \quad (6)$$

Критерии оценивания

8. Найдено или записано выражение для расчета работы силы трения - 4 балла;
9. Указано, что работа силы трения идет на изменение кинетической энергии – 2 балла;
10. Найдено выражение (3) – 4 балла;
11. Записан закон сохранения импульса – 4 балла;
12. Получено выражение (5) - 4;
13. Указано, что проедет дальше более легкий мальчик - 1балл;
14. Подсчитано отношение путей - 1 балл.

Задача 3. Из проволоочки длиной ℓ и сопротивления R_0 сделали элемент цепи в виде двух окружностей, соединенных как на рис. 1. Далее собрали схему из N таких элементов как на рис. 2. Определите количество элементов N_0 , если общее сопротивление цепи $R=400$ Ом, сопротивление одной проволоочки $R_0=40$ Ом.



Рис.1

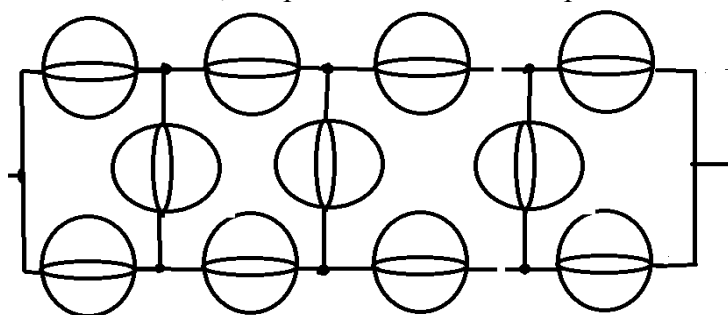


Рис.2

Решение

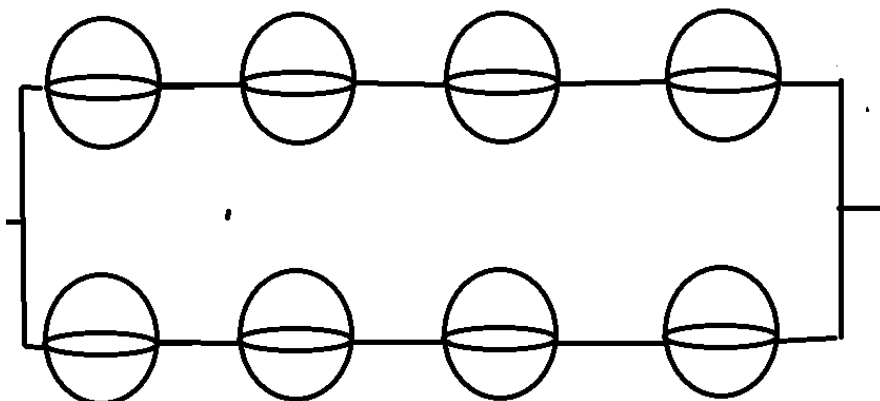
1. Обозначим N - количество элементов в верхней цепи, тогда в средней будет $(N-1)$.

$$2N + (N - 1) = N_0 \quad (1)$$

2. В верхней и нижней цепях будет по

$$N=(N_0+1)/3 - \text{элементов.} \quad (2)$$

3. В силу симметрии цепи через внутренние сопротивления не протекает ток, поэтому схему можно представить в виде



4. Обозначим через R_1 сопротивление элемента цепи в виде двух окружностей, тогда сопротивление верхней цепи:

$$R_{\text{в}} = N R_1. \quad (3)$$

5. Сопротивление верхней цепи равно сопротивлению нижней. Тогда общее сопротивление цепи равно через сопротивление элемента цепи:

$$R = N R_1 / 2 \quad (4)$$

6. Сопротивление элемента цепи через сопротивление проволоочки $R_1 = R_0 / 4$ (5)

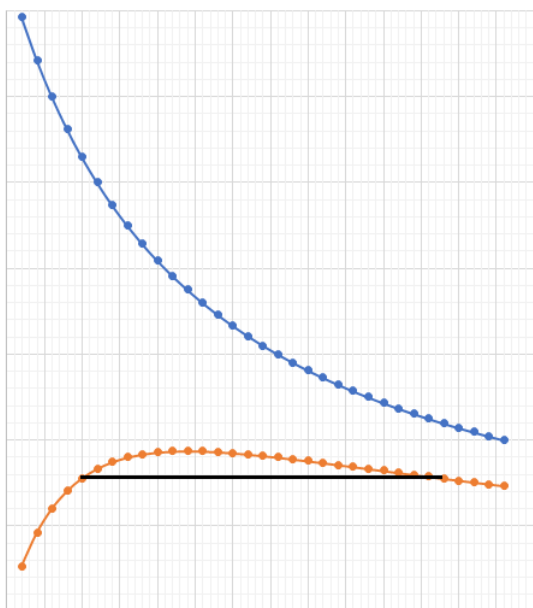
7. Общее число элементов:

$$N_0 = 24R / R_0 - 1 = 2399 \quad (6)$$

Критерии оценивания

1. Указано, что в средней цепи на 1 элемент меньше, чем в верхней и нижней – 1 балл;
2. Записана формула для определения количества элементов в верхней цепи (2) – 2 балла;
3. Указано, что через внутренние сопротивления не будет бежать ток- 4 балла;
4. Представлена эквивалентная схема – 4 балла
5. Записано сопротивление для верхней цепи (3) - 2 балла;
6. Найдено общее сопротивление цепи (4) – 2 балла;
7. Найдено сопротивление одного элемента цепи через сопротивление проволоочки (5) – 2 балла;
8. Получено общее выражение для расчета общего числа элементов цепи (6) – 2 балла;
9. Подсчитано общее число всех элементов цепи -1 балл.

Задача 4. На рисунке представлены графики зависимостей полной и полезной мощностей от сопротивления. На графике указаны точки для двух сопротивлений у которых полезные мощности одинаковые. Помогите определить эти сопротивления. К сожалению, экспериментатор забыл указать единицы измерения по осям. Известно, что максимальная полезная мощность $P_{\max}=9,375$ Вт и ЭДС источника тока $\varepsilon=30$ В.



Решение

1. Максимальная полезная мощность находится по формуле:

$$P_{\max} = \frac{\varepsilon^2}{4r} \quad (1)$$

2. Из (1) найдем внутреннее сопротивление цепи:

$$r = \frac{\varepsilon^2}{4P_{\max}} = 24 \text{ Ом} \quad (2)$$

3. Коэффициент полезного действия:

$$\eta = \frac{P}{P_0} = \frac{R}{R+r} \quad (3)$$

4. Сопротивление цепи из формулы (3)

$$R = \frac{\eta r}{(1-\eta)} \quad (4)$$

5. По графикам найдем коэффициенты полезного действия для двух сопротивлений, для этого выразим мощности в условных единицах (клеточках). Для первого сопротивления - полезная мощность $P_1=8$ клеточек, полная $P_{01}=26$ клеточек с учетом погрешностей, но ребята могут взять и точнее. Для второго сопротивления - полезная мощность $P_2=8$ клеточек, полная $P_{02}=11$ клеточек с учетом погрешностей.

6. Посчитаем коэффициенты полезного действия для этих сопротивлений:

$$\eta_1 = \frac{8}{26} = 0,308 ; \quad \eta_2 = \frac{8}{11} = 0,727 \quad (5)$$

7. Получены значения сопротивлений:

$$R_1 = 10,7 \text{ Ом}, \quad R_2 = 63,91 \text{ Ом},$$

Критерии оценивания

1. Записано выражение для внутреннего сопротивления источника тока (2) – 2 балла;

2. Подсчитано внутреннее сопротивление – 1 балл;
3. Записано выражение для нахождения КПД через мощности - 2 балла,
4. Записано выражение для нахождения КПД через сопротивления - 2 балла;
5. Предложен способ определения КПД по графикам – 6 баллов;
6. Получено выражение для расчета сопротивления (4) – 3 балла;
7. Получены КПД для двух точек – 2 балла;
8. Найдены сопротивления – 2 балла.

Задача 5. В теплоизолированном калориметре с теплоёмкостью C находится вода при $t_1=0^0\text{C}$. В воду положили металлический диск температурой $t_3=80^0\text{C}$, в результате чего температура стала $t_2=20^0\text{C}$. Определите какой стала бы температура системы, если бы положили три таких диска.

Решение

1. Запишем уравнение теплового баланса в первом случае:

$$C_{\text{в}}m_{\text{в}}(t_2 - t_1) + C(t_2 - t_1) + C_{\text{д}}m_{\text{д}}(t_2 - t_3) = 0 \quad (1)$$

2. Запишем уравнение теплового баланса во втором случае:

$$C_{\text{в}}m_{\text{в}}(t_4 - t_1) + C(t_4 - t_1) + 3C_{\text{д}}m_{\text{д}}(t_4 - t_3) = 0 \quad (2)$$

3. Сгруппируем уравнения (1) и (2)

$$\frac{(C_{\text{в}}m_{\text{в}} + C)(t_2 - t_1)}{(C_{\text{в}}m_{\text{в}} + C)(t_4 - t_1)} = \frac{C_{\text{д}}m_{\text{д}}(t_2 - t_3)}{3C_{\text{д}}m_{\text{д}}(t_4 - t_3)}$$

Учтем, что $t_1=0^0\text{C}$

Получаем

$$\frac{t_2}{t_4} = \frac{(t_2 - t_3)}{3(t_4 - t_3)}$$

4. Выразим конечную температуру во втором случае:

$$t_4 = \frac{3t_2t_3}{2t_2 + t_3} = 40^0\text{C}. \quad (3)$$

Критерии оценивания

1. Записаны уравнения теплового баланса (1) и (2) – 12 баллов;
2. Получена формула (3) для расчета температуры t_4 - 6 баллов;
3. Получен правильный ответ – 2 балла.

Физика.9 класс

3 вариант

Решения и критерии оценивания

Задача 1. На некоторой планете с плотной атмосферой мяч брошен под углом α к горизонту с начальной скоростью v_0 . Через время τ он приземлился на землю. Вертикальная составляющая скорости из-за сопротивления воздуха уменьшилась на k %. Считайте, что сила сопротивления пропорциональна скорости. Определите время полета τ , если начальная скорость $v_0 = 20 \text{ м/с}$, $\alpha = 45^\circ$, $k = 60\%$. Ускорение свободного падения на планете $g = 5 \text{ м/с}^2$, считайте, что $\sqrt{2} = 1,4$.

Решение

1. Запишем изменение импульса за единицу времени по оси y :

$$m \frac{\Delta v_y}{\Delta t} = -mg - \beta v_y \quad (1)$$

2. Найдем изменение импульса за все время t :

$$m \Sigma \Delta v_y = -mg \Sigma \Delta t - \beta \Sigma v_y \Delta t. \quad (2)$$

3. $\Sigma v_y \Delta t$ - перемещение по оси y , в нашем случае оно равно нулю (3);

$$4. \quad m \Sigma \Delta v_y = -m \left(1 - \frac{k}{100\%} \right) v_{0y} - m v_{0y} - \text{изменение импульса за время } \tau \quad (4);$$

5. Таким образом из (2), (3) и (4) выражений получаем уравнение:

$$mg\tau = m \left(2 - \frac{k}{100\%} \right) v_{0y} \quad (5)$$

6. Начальная скорость по оси y равна

$$v_{0y} = v_0 \sin \alpha \quad (6)$$

7. Находим искомую величину

$$\tau = \frac{v_0 \left(2 - \frac{k}{100\%} \right) \sin \alpha}{g} = 4 \text{ с.}$$

Критерии оценивания

1. Записано уравнение (1) или второй закон Ньютона в проекции на ось y – 2 балла;
2. Записано выражение (2) – 4 балла;
3. Указано, что изменение импульса за счет силы сопротивления равно нулю, так как выполняется условие (3)- 3 балла;
4. Записано выражения (4) для изменения импульса за всё время τ – 4 балла;
5. Записано выражения (5) в случае, если было обосновано ранее это выражение– 3 балла;
6. Записана начальная скорость тела по оси y , т.е. выражение (6) – 1 балл;
7. Найдено выражение для времени полета(7) - 2 балла
8. Верно подсчитано время полета - 1 балл.

Задача 2. Предложите способ оценки отношения масс мальчиков, если они находятся на катке и у них есть только рулетка. Какой мальчик проедет дальше и во сколько раз, если отношение $\frac{m_2}{m_1} = 1,3$

Решение

1. Мальчики должны измерить расстояние, которое они проедут после того, как оттолкнуться друг от друга. В этом случае изменение кинетической энергии идет за счет работы сил трения :

$$A_1 = \mu m_1 g S_1 = \frac{m_1 v_1^2}{2} \quad (1)$$

$$A_1 = \mu m_2 g S_2 = \frac{m_2 v_2^2}{2} \quad (2)$$

2. Отношение путей мальчиков будет следующим:

$$\frac{s_1}{s_2} = \left(\frac{v_1}{v_2} \right)^2 \quad (3)$$

3. Запишем закон сохранения импульса:

$$m_1 v_1 = m_2 v_2 \quad (4)$$

4. С учетом выражений (3) и (4) получаем

$$\frac{m_2}{m_1} = \sqrt{\frac{s_1}{s_2}} \quad (5)$$

5. Видно, что проедет дальше более легкий мальчик

$$\frac{s_1}{s_2} = \left(\frac{m_2}{m_1} \right)^2 = 1,69 \quad (6)$$

Критерии оценивания

1. Найдено или записано выражение для расчета работы силы трения - 4 балла;
2. Указано, что работа силы трения идет на изменение кинетической энергии – 2 балла;
3. Найдено выражение (3) – 4 балла;
4. Записан закон сохранения импульса – 4 балла;
5. Получено выражение (5) - 4;
6. Указано, что проедет дальше более легкий мальчик - 1балл;
7. Подсчитано отношение путей - 1 балл.

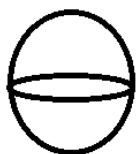


Рис.1

Задача 3. Из проволоки длиной ℓ и сопротивления R_0 сделали элемент цепи в виде двух окружностей, соединенных как на рис. Далее собрали схему из N_0 таких элементов как на рис. 2. Определите сопротивление R_0 одной проволоки, если количество элементов $N_0=899$, общее сопротивление цепи $R=900$ Ом.

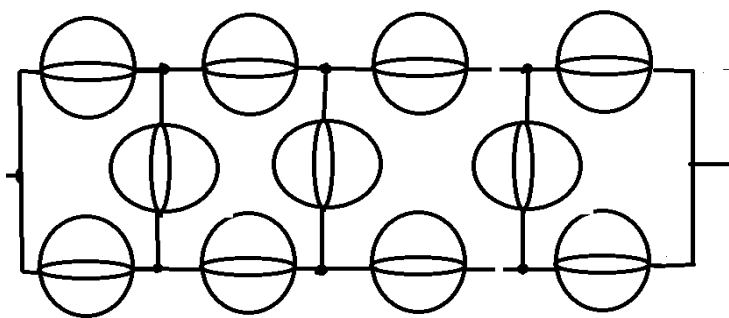


Рис.2

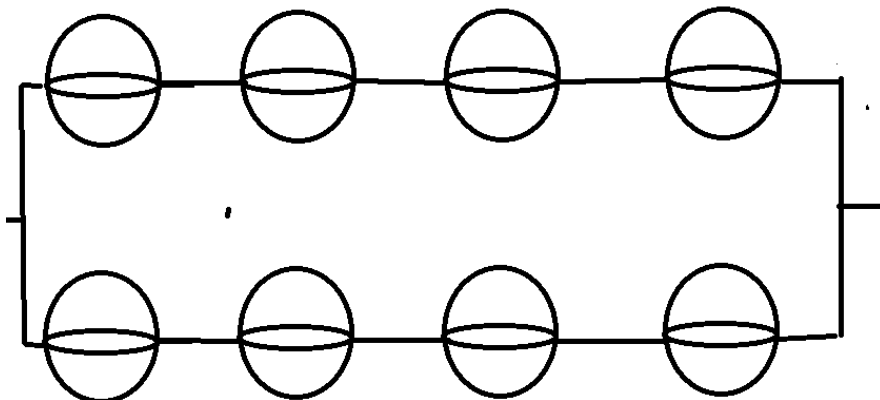
Решение

1. Обозначим N - количество элементов в верхней цепи, тогда в средней будет $(N-1)$.

$$2N + (N - 1) = N_0 \quad (1)$$

2. В верхней и нижней цепях будет по $N = (N_0 + 1)/3$ – элементов. (2)

3. В силу симметрии цепи через внутренние сопротивления не протекает ток, поэтому схему можно представить в виде



4. Обозначим через R_1 сопротивление элемента цепи в виде двух окружностей, тогда сопротивление верхней цепи:

$$R_B = N R_1. \quad (3)$$

5. Сопротивление верхней цепи равно сопротивлению нижней. Тогда общее сопротивление цепи равно через сопротивление элемента цепи:

$$R = N R_1 / 2 \quad (4)$$

6. Сопротивление элемента цепи через сопротивление проволоочки

$$R_1 = R_0 / 4 \quad (5)$$

7. Общее число элементов:

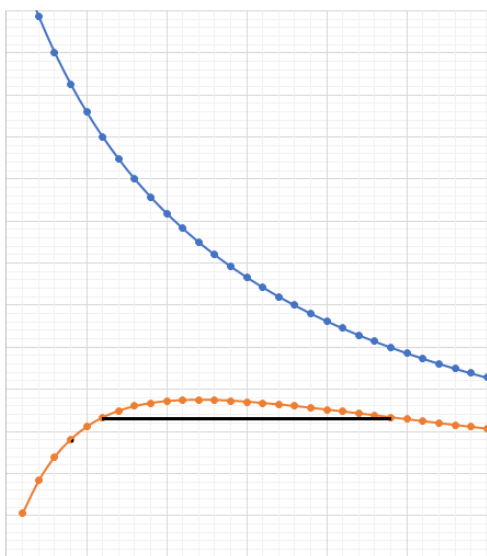
$$R_0 = 24R / (N_0 + 1) = 24 \text{ Ом} \quad (6)$$

Критерии оценивания

1. Указано, что в средней цепи на 1 элемент меньше, чем в верхней и нижней – 1 балл;
2. Записана формула для определения количества элементов в верхней цепи (2) – 2 балла;
3. Указано, что через внутренние сопротивления не будет бежать ток- 4 балла;
4. Представлена эквивалентная схема – 4 балла
5. Записано сопротивление для верхней цепи (3) - 2 балла;

6. Найдено общее сопротивление цепи (4) – 2 балла;
7. Найдено сопротивление одного элемента цепи через сопротивление проволоочки (5) – 2 балла;
8. Получено общее выражение для сопротивления R_0 (6) – 2 балла;
9. Подсчитано это сопротивление -1 балл.

Задача 4. На рисунке представлены графики зависимостей полной и полезной мощностей от сопротивления. На графике указаны точки для двух сопротивлений у которых полезные мощности одинаковые. Помогите определить эти сопротивления. К сожалению, экспериментатор забыл указать единицы измерения по осям. Известно, что максимальная полезная мощность $P_{\max}=18,75$ Вт и ЭДС источника тока $\varepsilon=30$ В.



Решение

1. Максимальная полезная мощность находится по формуле:

$$P_{\max} = \frac{\varepsilon^2}{4r} \quad (1)$$

2. Из (1) найдем внутреннее сопротивление цепи:

$$r = \frac{\varepsilon^2}{4P_{\max}} = 12 \text{ Ом} \quad (2)$$

3. Коэффициент полезного действия:

$$\eta = \frac{P}{P_0} = \frac{R}{R+r} \quad (3)$$

4. Сопротивление цепи из формулы (3)

$$R = \frac{\eta r}{(1-\eta)} \quad (4)$$

5. По графикам найдем коэффициенты полезного действия для двух сопротивлений, для этого выразим мощности в условных единицах (клеточках). Для первого сопротивления - полезная мощность $P_1=17$ клеточек, полная $P_{01}=50$ клеточек с учетом погрешностей, но ребята могут взять и точнее. Для второго сопротивления - полезная мощность $P_2=17$ клеточек, полная $P_{02}=25$ клеточек с учетом погрешностей.

6. Посчитаем коэффициенты полезного действия для этих сопротивлений:

$$\eta_1 = \frac{17}{50} = 0,34 ; \quad \eta_2 = \frac{17}{25} = 0,68 \quad (5)$$

7. Получены значения сопротивлений:

$$R_1 = 6,18 \text{ Ом}, \quad R_2 = 0,18 \text{ Ом},$$

Критерии оценивания

1. Записано выражение для внутреннего сопротивления источника тока (2) – 2 балла;
2. Подсчитано внутреннее сопротивление – 1 балл;
3. Записано выражение для нахождения КПД через мощности - 2 балла;
4. Записано выражение для нахождения КПД через сопротивления - 2 балла;
5. Предложен способ определения КПД по графикам – 6 баллов;
6. Получено выражение для расчета сопротивления (4) – 3 балла;
7. Получены КПД для двух точек – 2 балла;
8. Найдены сопротивления – 2 балла.

Задача 5. В теплоизолированном калориметре с теплоёмкостью C находится вода при $t_1=0^\circ\text{C}$. В воду положили металлический диск температурой $t_3=80^\circ\text{C}$, в результате чего температура стала $t_2=20^\circ\text{C}$. Определите сколько надо положить таких дисков, чтобы температура системы стала 40°C ,

Решение

1. Запишем уравнение теплового баланса в первом случае:

$$C_{\text{в}}m_{\text{в}}(t_2 - t_1) + C(t_2 - t_1) + C_{\text{д}}m_{\text{д}}(t_2 - t_3) = 0 \quad (1)$$

2. Запишем уравнение теплового баланса во втором случае:

$$C_{\text{в}}m_{\text{в}}(t_4 - t_1) + C(t_4 - t_1) + kC_{\text{д}}m_{\text{д}}(t_4 - t_3) = 0 \quad (2)$$

3. Сгруппируем уравнения (1) и (2)

$$\frac{(C_{\text{в}}m_{\text{в}} + C)(t_2 - t_1)}{(C_{\text{в}}m_{\text{в}} + C)(t_4 - t_1)} = \frac{C_{\text{д}}m_{\text{д}}(t_2 - t_3)}{kC_{\text{д}}m_{\text{д}}(t_4 - t_3)}$$

Учтем, что $t_1=0^\circ\text{C}$

Получаем

$$\frac{t_2}{t_4} = \frac{(t_2 - t_3)}{k(t_4 - t_3)}$$

4. Выразим количества дисков:

$$k = \frac{t_4(t_2 - t_3)}{t_2(t_4 - t_3)} = 3 \quad (3)$$

Критерии оценивания

1. Записаны уравнения теплового баланса (1) и (2) – 12 баллов;
2. Получена формула (3) для расчета количества дисков - 6 баллов;
3. Получен правильный ответ – 2 балла.