

**Муниципальный этап Всероссийской олимпиады школьников
по физике
9 класс. 2017 год.**

Задача 1. Определяем путь, пройденный телом.

Начальная скорость материальной точки 4 м/с. Вначале точка движется замедленно с модулем ускорения 1 м/с^2 . найти весь путь, который она проделала за 10 с, двигаясь с постоянным по модулю ускорением.

Решение.

Применяя формулу равноускоренного движения со знаком «-» перед ускорением, получаем, что пройденный путь равен - **10 м**. Так как путь не бывает отрицательным, это означает, что точка какое-то время t_1 двигалась равнозамедленно, прошла путь S_1 , остановилась, оставшееся время t_2 двигалась равноускоренно с прежним по модулю ускорением и прошла при этом путь S_2 .

Определяем t_1 , t_2 , S_1 , S_2 и S :

$$t_1 = V_0/a = 4 \text{ (с)} \quad (1);$$

$$t_2 = 10 \text{ с} - 4 \text{ с} = 6 \text{ с} \quad (2).$$

Учтем, что, если при равнозамедленном движении тело в конце останавливается, то для определения его пути применима укороченная формула:

$$S_1 = at_1^2/2 \quad (3).$$

Тогда, пройденный точкой путь:

$$S = S_1 + S_2 = at_1^2/2 + at_2^2/2 = a/2(t_1^2 + t_2^2) \quad (4).$$

Подставим числа и вычислим:

$$S = \frac{1}{2} (4^2 + 6^2) = 26 \text{ м}$$

Ответ: $S = 26 \text{ м}$.

КРИТЕРИИ ОЦЕНИВАНИЯ

- | | |
|-------------------------------------|-----------|
| 1. Определены времена t_1 и t_2 | - 4 балла |
| 2. Учтена укороченная формула (3) | - 1 балл |
| 3. Получена формула (4) | - 4 балла |
| 4. Получен числовой ответ | - 1 балл |

Задача 2. Определяем ускорение

Доска массы $M = 80$ кг может двигаться без трения по наклонной плоскости, образующей с горизонтом угол $\beta = 30^\circ$. С каким ускорением и в каком направлении должен бежать по доске человек массы $m = 40$ кг, чтобы доска не соскальзывала с наклонной плоскости?

Решение.

Проекция силы тяжести, действующей на доску вдоль направления плоскости, равна $Mg \sin \beta$. Следовательно при равновесии доски такая же сила должна действовать на доску в противоположном направлении со стороны человека. По третьему закону Ньютона на человека со стороны

доски также будет действовать сила реакции, равная $Mg \sin \beta$ и направленная параллельно плоскости вниз (на рис. 1 изображены лишь составляющие сил, действующих на доску и человека, которые направлены вдоль наклонной плоскости).

По второму закону Ньютона ускорение человека вдоль наклонной плоскости определяется суммой проекций сил по этому направлению:

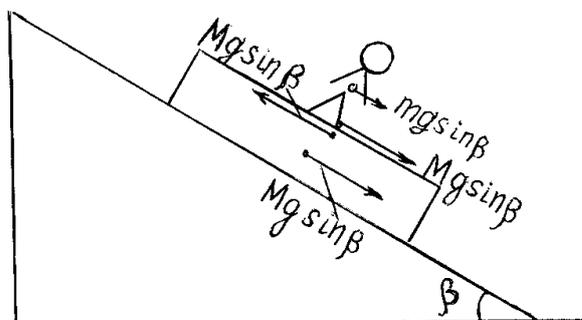


Рис. 1

$$ma = mg \sin \beta + Mg \sin \beta \quad (1).$$

Из уравнения (1) получаем, что человек должен бежать с ускорением

$$a = g \sin \beta (1 + M/m) \quad (2),$$

направленным вниз. Направление движения самого человека при этом безразлично.

Подставим числа и вычислим:

$$a = 10 \cdot 0,5 (1 + 2) = 1,5 \text{ м/с}^2.$$

Ответ: $a = 1,5 \text{ м/с}^2$.

КРИТЕРИИ ОЦЕНИВАНИЯ

1. Сделан рисунок и показаны силы, действующие на доску и человека - 2 балла
2. Обоснована и учтена сила реакции, равная $Mg \sin \beta$, действующая на человека - 4 балла
3. Записано уравнение (1) - 3 балла
4. Получен числовой ответ - 1 балл

Задача 3. Определяем температуру включенного утюга

Электрический утюг с терморегулятором, установленным в положение « шерсть», нагревается до температуры $t_1 = 140$ °С. При этом регулятор включает утюг на время $\tau = 30$ с через промежутки времени $T_1 = 5$ мин. В положении регулятора «лен» утюг включается на то же время $\tau = 30$ с через более короткие промежутки $T_2 = 3$ мин. Определить температуру t_2 при регуляторе, установленном в положение «лен». Температурной зависимостью сопротивления нагревателя пренебречь. Температура в комнате $t_0 = 20$ °С.

Решение.

Так как температура утюга в установившемся режиме практически постоянна, количество теплоты, получаемое утюгом за время τ , отдается им за время $\tau + T$. Количество теплоты, отдаваемое в окружающую среду, пропорционально разности температур тела и среды. Сравнивая два режима получаем:

$$(\tau + T_1) (t_1 - t_0) = (\tau + T_2) (t_2 - t_0) \quad (1).$$

Из уравнения (1) получаем:

$$t_2 = t_0 + (\tau + T_1) (t_1 - t_0) / (\tau + T_2) \quad (2).$$

Подставим числа и вычислим:

$$t_2 = 20 + 330 \cdot 120 / 210 = 161 \text{ °С}$$

Ответ: $t_2 = 161$ °С

КРИТЕРИИ ОЦЕНИВАНИЯ

1. Учтено, что количество теплоты, получаемое утюгом за время τ , отдается им за время $\tau + T$. - 2 балла
2. Учтено, что количество теплоты, отдаваемое утюгом в окружающую среду, пропорционально разности его температуры и температуры среды -2 балла
3. Получена формула (1) - 4 балла
4. Получен числовой ответ - 2 балла

Задача 4. Определяем время нагрева проволоки

К концам свинцовой проволоки длины $l = 1\text{ м}$ приложена разность потенциалов $U = 10\text{ В}$. Какое время τ пройдет с начала пропускания тока до момента, когда свинец начнет плавиться? Начальная температура $t_0 = 20\text{ }^\circ\text{С}$, температура плавления свинца $t = 327\text{ }^\circ\text{С}$, его удельное сопротивление $\rho = 1,7 \cdot 10^{-6}\text{ Ом}\cdot\text{м}$, теплоемкость $c = 125\text{ Дж}/(\text{кг}\cdot\text{К})$, плотность $\rho_0 = 11,3\text{ г}/\text{см}^3$. Потерей теплоты в окружающее пространство пренебречь.

Решение.

Так как количество теплоты, выделившееся в проволоке при пропускании через нее тока за время τ идет на ее нагревание получаем уравнение:

$$c m (t - t_0) = U^2 \tau / R \quad (1).$$

Из уравнения (1) получаем:

$$\tau = c m (t - t_0) R / U^2 \quad (2).$$

Сопротивление проволоки

$$R = \rho l / S \quad (3),$$

где l и S - длина и сечение проволоки. Масса проволоки

$$m = \rho_0 l S \quad (4).$$

Подставляя уравнения (3) и (4) в уравнение (2) получаем:

$$\tau = c \rho_0 l^2 \rho (t - t_0) / U^2 \quad (5).$$

Подставим числа и вычислим:

$$\tau = 125 \cdot 11,3 \cdot 10^3 \cdot 1,7 \cdot 10^{-6} \cdot 307 / 100 = 7,4 \text{ (с)}.$$

Ответ: $\tau = 7,4 \text{ (с)}$.

КРИТЕРИИ ОЦЕНИВАНИЯ

- | | |
|---------------------------|-----------|
| 1. Получено уравнение (1) | - 3 балла |
| 2. Учтено уравнение (3) | - 1 балл |
| 3. Учтено уравнение (4) | - 1 балл |
| 4. Получено уравнение (5) | - 3 балла |
| 5. Получен числовой ответ | - 2 балла |

Задача 5. Определяем минимальные размеры плоского зеркала

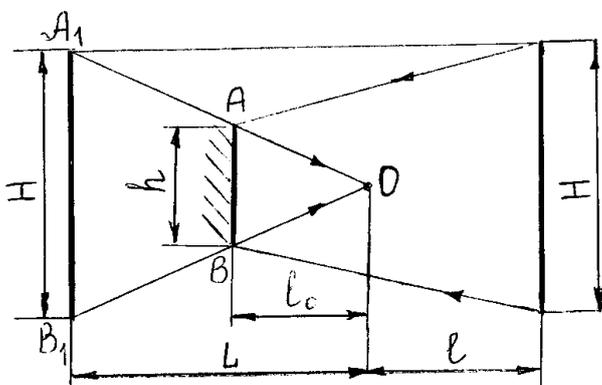
Размеры заднего окна автомобиля $V \times H = 120 \times 45 \text{ см}^2$. Водитель сидит на расстоянии $l = 2 \text{ м}$ от заднего окна. Каковы должны быть минимальные размеры плоского зеркала заднего вида (высота h и ширина b), висящего на расстоянии $l_0 = 0,5 \text{ м}$ перед водителем, чтобы водитель имел наилучший обзор дорожной обстановки за автомобилем?

Решение.

Так как изображение в плоском зеркале расположено симметрично предмету, то расстояние от глаза O до изображения (рис.2):

$$L = 2l + 2l_0 - l \quad \text{т.е.}$$

$$L = l + 2l_0 = 3 \text{ м} \quad (1)$$



При минимальной высоте зеркала, в котором видно все окно, луч, идущий от края окна, отражается от края зеркала и попадает в глаз. Из подобия треугольников OAB и OA_1B_1 получаем высоту зеркала:

Рис.2

$$h = H l_0 / L = 7,5 \text{ см} \quad (2),$$

где $H = 45 \text{ см}$ - высота зеркала.

Аналогично находится ширина зеркала b :

$$b = V l_0 / L = 20 \text{ см.} \quad (3).$$

Ответ: $h = 7,5 \text{ см}$; $b = 20 \text{ см}$.

КРИТЕРИИ ОЦЕНИВАНИЯ

- | | |
|------------------------------|-----------|
| 1. Сделан рисунок | - 4 балла |
| 2. Определена высота зеркала | - 3 балла |
| 3. Определена ширина зеркала | - 3 балла |