

# Муниципальный этап Всероссийской олимпиады школьников по физике

9 класс, 2016-2017 уч. г.

Решения, критерии оценивания

## Задача 1. Летние каникулы в деревне.

Школьник проехал первую половину пути на велосипеде со скоростью  $V_1 = 15$  км/ч. Далее половину оставшегося времени он ехал со скоростью  $V_2 = 10$  км/ч, а затем до конца пути шел пешком со скоростью  $V_3 = 5$  км/ч. Определите среднюю скорость движения школьника на всем пути.

### Решение.

$$V_{\text{ср.}} = (S_1 + S_2 + S_3) / (t_1 + t_2 + t_3), \quad (1)$$

$$S_1 = V_1 t_1, \quad (2)$$

$$S_2 = V_2 t_2, \quad (3)$$

$$S_3 = V_3 t_3, \quad (4)$$

$$t_2 = t_3 = t \quad (5)$$

$$S_1 = S_2 + S_3, \quad (6)$$

Подставим уравнения (2-4) с учетом уравнения (5) в уравнение (6).

Получаем:

$$V_1 t_1 = V_2 t + V_3 t \quad \text{или} \quad S_1 = (V_2 + V_3) t. \quad \text{Откуда получаем:}$$

$$t = S_1 / (V_2 + V_3) \quad (7)$$

Подставляя уравнения (6-7) с учетом уравнений (2) и (5) в уравнение (1) получаем:

$$V_{\text{ср.}} = 2S_1 / [S_1/V_1 + 2S_1/(V_2 + V_3)]. \quad \text{Откуда получаем:}$$

$$V_{\text{ср.}} = 2V_1(V_2 + V_3) / (2V_1 + V_2 + V_3) \quad (8)$$

Ответ  $V_{\text{ср.}} = 10$  км/ч.

### КРИТЕРИИ ОЦЕНИВАНИЯ

- |  |           |
|--|-----------|
| 1. Записаны уравнения (1) – (4)                      | - 2 балла |
| 2. Получено уравнение (7)                            | - 3 балла |
| 3. Получена формула для расчета средней скорости (8) | - 4 балла |
| 4. Получен числовой ответ                            | - 1 балл  |

## ***Задача 2. Начались занятия: опыты в школьной лаборатории.***

На гладкой горизонтальной поверхности находится доска массой  $M = 9$  кг, на которой лежит брусок массой  $m = 1$  кг. Сила трения бруска о поверхность доски  $f = 2$  Н. К доске приложена горизонтальная сила  $F$ , зависящая от времени по закону  $F = 5t$ . Определить момент времени  $t_0$ , когда доска начнет выскальзывать из-под бруска.

### **Решение.**

Уравнения движения бруска и доски по второму закону Ньютона в проекции на горизонтальную ось имеют вид:

$$ma_1 = f \quad (1)$$

$$Ma_2 = F - f \quad (2),$$

где  $a_1$  – ускорение бруска,

$a_2$  – ускорение доски.

Из уравнения (2) получаем

$$a_2 = (F - f) / M \quad (3) .$$

Подставляя уравнение (1) в уравнение (3) и учитывая, что  $F = 5t$  получаем

$$a_2 = (5t - f) / M . \quad (4)$$

В момент времени  $t_0$ , когда доска начнет выскальзывать из-под бруска,

$$a_1 = a_2 = f / m \quad (5).$$

Из уравнений (4) и (5) получаем:

$$t_0 = f (m + M) / 5m \quad (6).$$

Ответ  $t_0 = 4$  с.

### **КРИТЕРИИ ОЦЕНИВАНИЯ**

1. Записаны уравнения движения бруска и доски - 2 балла
2. Учтено, что ускорения доски и бруска, в момент времени  $t_0$ , когда доска начнет выскальзывать из-под бруска, равны - 2 балла
3. Получено уравнение для расчета времени  $t_0$  - 5 баллов
4. Получен числовой ответ - 1 балл

### ***Задача 3. Подготовка к Новому году: делаем елочную гирлянду.***

Три лампочки с одинаковыми сопротивлениями были соединены последовательно. Затем вход цепи соединили проводником с точкой, лежащей между второй и третьей лампочкой, а выход- с точкой между первой и второй лампочками. Начертить схему и определить, как и во сколько раз изменилось сопротивление цепи. Сопротивлением соединительных проводов пренебречь.

#### **Решение.**

Если сопротивление одной лампочки  $R$ , то общее сопротивление трех лампочек при последовательном соединении равно  $3R$ . После внесенных изменений в схему получилась цепь из трех параллельно соединенных лампочек. Общее сопротивление цепи при этом стало равным  $R/3$  т.е. сопротивление цепи уменьшилось в 9 раз.

#### **КРИТЕРИИ ОЦЕНИВАНИЯ**

- |   |           |
|---|-----------|
| 1. Нарисована схема цепи после внесенных изменений  | - 2 балла |
| 2. Нарисована эквивалентная схема цепи после внесенных изменений и определено, что она представляет собой цепь из трех параллельно соединенных лампочек | - 4балла  |
| 3. Записана формула общего сопротивления при последовательном и параллельном соединении лампочек  | - 2 балла |
| 4. Получен числовой ответ   | - 2балла  |

#### **Задача 4. Опыты во время зимних каникул.**

До какой температуры надо нагреть алюминиевый куб, чтобы он, будучи положен на лед, полностью в него погрузился? Температура льда  $0^{\circ}\text{C}$ , удельная теплоемкость алюминия  $c = 836 \text{ Дж}/(\text{кг} \cdot \text{К})$ , плотность льда  $\rho = 0,92 \cdot 10^3 \text{ кг}/\text{м}^3$ , плотность алюминия

$\rho_1 = 2,7 \cdot 10^3 \text{ кг}/\text{м}^3$ , удельная теплота плавления льда  $\lambda = 3,3 \cdot 10^5 \text{ Дж}/\text{кг}$ .

Масса льда велика по сравнению с массой куба.

#### **Решение.**

Куб, будучи положен на лед, полностью в него погрузится, если количество теплоты, которое он выделит при охлаждении до  $0^{\circ}\text{C}$ , будет равно количеству теплоты, которое необходимо, для того, чтобы расплавить лед в объеме этого куба. Следовательно

$$\rho_1 V c (t_1 - t_0) = \rho V \lambda \quad (1),$$

где

$t_1$ - температура, до которой нужно нагреть куб,

$t_0$ - температура плавления льда.

$\rho_1$  - плотность алюминия ,

$V$ - объем куба.

Отсюда  $t_1 - t_0 = \rho \lambda / \rho_1 c$

Ответ.  $134^{\circ}\text{C}$

#### **КРИТЕРИИ ОЦЕНИВАНИЯ**

1. Получено уравнение (1) - 6 баллов

2. Получен числовой ответ - 4 балла

### Задача 5. В ночь перед Рождеством

Два малых плоских зеркала расположены на одинаковых расстояниях друг от друга и от точечного источника света. Каков должен быть угол  $\alpha$  между зеркалами, если луч после двух отражений направляется прямо к источнику?

#### Решение.

Луч возвращается к источнику, описав правильный треугольник (рис.1), поэтому углы падения луча на зеркала  $\beta = 30^\circ$ , углы скольжения  $\gamma = 60^\circ$  и треугольник ABC – правильный, т.е. угол между зеркалами  $\alpha = \gamma = 60^\circ$ .

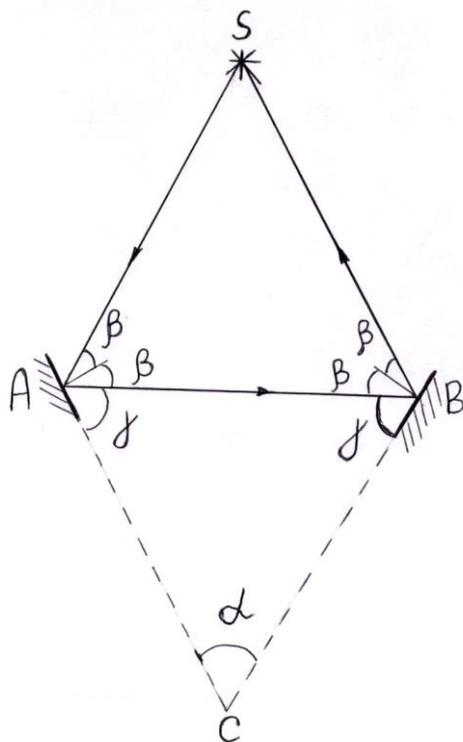


Рис.1

#### КРИТЕРИИ ОЦЕНИВАНИЯ

- |   |            |
|---|------------|
| 1. Выполнен верно рисунок                                     | - 6 баллов |
| 2. Правильно показаны углы падения и отражения луча от зеркал | - 2балла   |
| 4.Получен числовой ответ                                      | - 2 балла  |