

Государственное бюджетное  
образовательное учреждение  
дополнительного образования детей  
«ЦЕНТР ДОПОЛНИТЕЛЬНОГО  
ОБРАЗОВАНИЯ ДЛЯ ДЕТЕЙ»

2014-2015 учебный год

Муниципальный этап

9 класс, ОТВЕТЫ

350000 г. Краснодар,  
ул. Красная, 76  
тел. 259-84-01  
E-mail: cdodd@mail.ru

Председатель предметно-методической  
комиссии: Тумаев Е.Н., д.ф.-м.н., доцент

### ОТВЕТ к задаче № 1

**Решение.** Выберем ось  $x$ , направленную вниз вдоль склона горы  
Проекция начальной скорости велосипедиста на ось  $v_{1x} = v_{01}$ , проекция ускорения  $a_{1x} = a_1$ . Уравнение движения велосипедиста

$$x_1 = v_{01}t + a_1 t^2 / 2.$$

Проекция начальной скорости мотоциклиста на ось  $x$ :  $v_{2x} = -v_{02}$ , проекция ускорения  $a_{2x} = a_2$ . Уравнение движения мотоциклиста

$$x_2 = x_{02} - v_{02}t + a_2 t^2 / 2, \quad x_{02} = l.$$

Согласно условию задачи, в момент встречи  $t = t_1$  положение велосипедиста определится выражением

$$x_1 = s_1 = v_{01}t_1 + a_1 t_1^2 / 2,$$

отсюда

$$a_1 = (s_1 - v_{01}t_1) / t_1^2 / 2.$$

В момент встречи

$$x_1 = x_2 = s_1,$$

отсюда

$$s_1 = x_{02} - v_{02}t_1 = a_2 t_1^2 / 2.$$

$$a_2 = (s_1 - l + v_{02}t_1) / t_1^2 / 2,$$

$$a_1 = \frac{130 - 8 \cdot 10}{50} \text{ м/с}^2 = 1 \text{ м/с}^2,$$

$$a_2 = \frac{130 - 240 + 16 \cdot 10}{50} \text{ м/с}^2 = 1 \text{ м/с}^2.$$

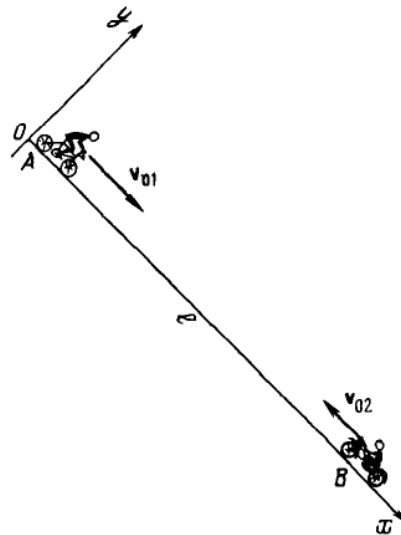


Рис. 1

Разбалловка:

- 1) чертеж – 2 балла,
- 2) уравнение движения велосипедиста – 2 балла,
- 3) уравнение движения мотоциклиста – 2 балла,
- 4) запись уравнения для момента встречи и его решение с приведенным численным ответом – 4 балла.

### ОТВЕТ к задаче № 2

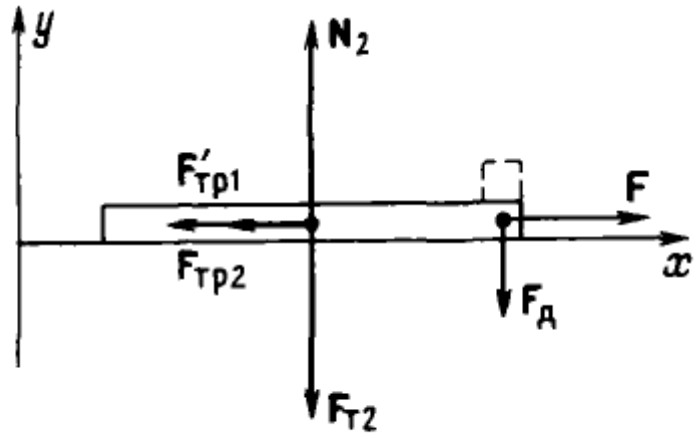
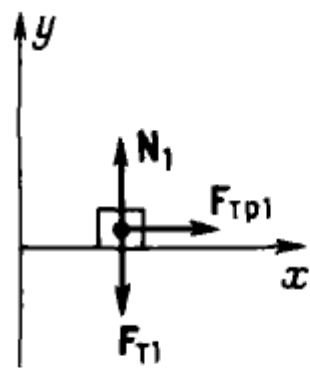
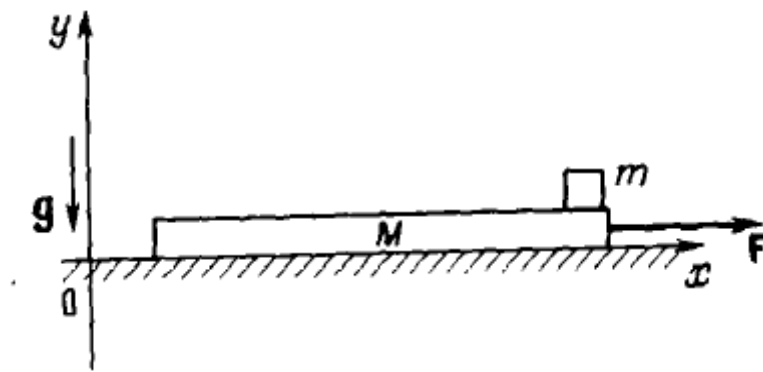
**Решение.** Будем рассматривать движение и бруска и доски относительно поверхности стола. Заметим, что система отсчета, связанная с доской, является неинерциальной. Направим ось  $x$ , как показано. На брусок действуют три силы: сила тяжести  $F_{\tau 1} = mg$ , сила нормальной реакции  $N_1$ , сила трения  $F_{\text{тр}1} = k_1 N_1$ . Сила трения совпадает с направлением оси  $x$ , так как брусок стремится сохранять состояние покоя, и только одна сила вызывает движение бруска вправо — сила трени

На доску действуют шесть сил: сила тяжести  $F_{\tau 2} = Mg$ , сила нормальной реакции  $N_2$ , сила давления бруска  $F_d = -N_1$ , сила трения  $F'_{\text{тр}1} = -F_{\text{тр}1}$  (по третьему закону Ньютона), сила трения  $F_{\text{тр}2} = k_2 N_2$ , сила  $F$ .

Запишем основной закон динамики для каждого из тел:

$$ma_1 = mg + N_1 + F_{\text{тр}1},$$

$$Ma_2 = Mg + N_2 + F_g + F'_{\text{тр}1} + F_{\text{тр}2} + F.$$



на ось  $x$      $ma_1 = F_{\text{тр}1}$ ,  
на ось  $y$      $0 = N_1 - mg$ ,  
 $F_{\text{тр}1} = k_1 N_1 = k_1 mg$ ,     $ma_1 = k_1 mg$ ,

на ось  $x$      $Ma_2 = F - F_{\text{тр}1} - F_{\text{тр}2}$ ,  
на ось  $y$      $0 = N_2 - P - Mg$ ,  
 $P = N_1 = mg$ ;

откуда

$$N_2 = P + Mg = (m + M)g,$$

$$Ma_2 = F - k_1 mg - k_2(m + M)g.$$

Очевидно, что тело не будет скользить по доске, когда  $a_1 = a_2$ .

$$a_1 = k_1 g,$$

$$a_2 = \frac{F}{M} - k_1 \frac{m}{M} g - k_2 \frac{m + M}{M} g,$$

откуда

$$F_{\max} = (k_1 + k_2)(M + m)g.$$

Формула действительно определяет максимальную силу, так как если сила  $F < F_{\max}$ , то тем более брусок будет неподвижен относительно доски. Ускорение, с которым он будет двигаться вместе с доской, в этом случае будет меньше, а следовательно, на него должна действовать меньшая сила (сила трения покоя,  $F_{\text{тр.покоя max}} = F_{\text{тр.скольжения}}$ ). Если  $F > F_{\max}$ , то  $a_1 \neq a_2$ ,

Ускорение бруска относительно стола  $a_1$  связано с его ускорением относительно доски  $a'$  и ускорением доски относительно стола  $a_2$  соотношением:  $a_1 = a' + a_2$ . В проекции на ось  $x$  имеем  $a'_1 = a_1 - a_2$ . Брусок за время  $t$  проходит путь  $l$ , равный длине доски:

$$l = a'_1 t^2 / 2.$$

Следовательно, промежуток времени, за который брусок соскользнет с доски:

$$t = \sqrt{2l/a'_1} = \sqrt{\frac{2l}{F/M - (k_1 + k_2)(M + m)g/M}}.$$

Вычисления

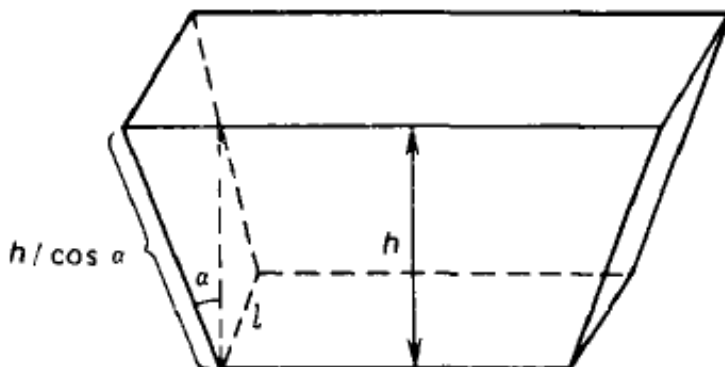
$$F = (0,1 + 0,2) \cdot 5 \cdot 9,8 \text{ Н} = 14,7 \text{ Н},$$

$$[t] = \sqrt{\frac{\text{м}}{\text{Н/кг} - (\text{кг/кг})(\text{м/с}^2)}} = \text{с},$$
$$t = 0,2 \text{ с}.$$

Разбалловка:

- 1) запись второго закона Ньютона для обоих тел – 2 балла,
- 2) приведенные рисунки с изображенными силами – 2 балла,
- 3) вывод формул для ускорений первого и второго тел – 3 балла.
- 4) нахождение  $F_{\max}$  - 1 балл,
- 5) вывод формулы для времени – 1 балл,
- 6) нахождение численных ответов – 1 балл.

ОТВЕТ к задаче № 3



**Решение.** Давление изменяется с высотой по линейному закону  $P = P_{\text{атм}} + \rho gh$ , поэтому для определения силы давления на стенку возьмем среднее давление

$$P_{\text{ср}} = P_{\text{атм}} + \rho gh/2.$$

Сила давления на стенку сосуда

$$F = P_{\text{ср}}S = (P_{\text{атм}} + \rho gh/2)lh/\cos \alpha,$$

откуда

$$[F] = [\text{Н}/\text{м}^2 + (\text{кг}/\text{м})^3(\text{м}/\text{с}^2)\text{м}]\text{м}^2 = \text{Н},$$
$$F = 6 \cdot 10^6 \text{ Н}.$$

Если перевернуть сосуд, то сила давления на стенку по величине не изменится, если высота воды останется прежней, т. е. сила  $F$  также будет равна

$$F = (P_{\text{атм}} + \rho gh/2)lh/\cos \alpha.$$

Обратим внимание на то, что направление силы давления всегда перпендикулярно стенке и в первом случае жидкость будет “давить” на стенки, а во втором их “поддерживать”.

**Разбалловка:**

- 1) запись формулы среднего давления – 3 балла,
- 2) запись формулы для силы давления – 3 балла,
- 3) нахождение численного ответа – 2 балла,
- 4) оценено как изменится сила давления при переворачивании сосуда – 2 балла.

#### ОТВЕТ к задаче № 4

**Решение.** Максимальная сила тока, которую можно измерить данным амперметром, равна

$$I_A = nI_1 = 10^{-4} \text{ А}.$$

Требуется измерить силу тока  $I = 10^{-3} \text{ А}$ , т. е. в 10 раз большую:

$$I/I_A = 10.$$

Шунт к амперметру подключается параллель

$$R_{\text{ш}} = R_A/(I/I_A - 1) = (90/9) \text{ Ом} = 10 \text{ Ом}.$$

**Разбалловка:**

- 1) нахождение максимальной силы тока, которую можно померить – 3 балла,
- 2) нахождение сопротивления шунта и обоснование каким образом шунт нужно подключить к амперметру – 7 баллов.

## ОТВЕТ к задаче № 5

**Решение.** У близорукого человека изображение удаленных предметов находится перед сетчаткой глаза, поэтому используются очки с рассеивающими линзами. В очках человек видит только те предметы, изображения которых, даваемые очками, лежат в пределах области аккомодации глаза. Очки дают мнимое прямое изображение. Формула линзы в этом случае имеет вид:

$$D = -\frac{1}{F} = \frac{1}{d_1} - \frac{1}{f_1}, \quad -\frac{1}{F} = \frac{1}{d_2} - \frac{1}{f_2},$$

откуда

$$d_1 = \frac{F f_1}{F - f_1}, \quad d_2 = \frac{F f_2}{F - f_2},$$
$$d_1 = \frac{0,5 \cdot 0,2}{0,5 - 0,2} \text{ м} = \frac{1}{3} \text{ м}; \quad d_2 = \frac{0,5 \cdot 0,5}{0,5 - 0,5} \text{ м} \rightarrow \infty.$$

Следовательно, человек может нормально видеть от 0,33 м до бесконечного расстояния.

**Разбалловка:**

- 1) указание на то, что для близорукого человека нужно использовать рассеивающие линзы – 2 балла,
- 2) запись формулы линзы – 2 балла,
- 3) вывод из формулы линзы расстояний, на котором человек может нормально видеть – 6 баллов.