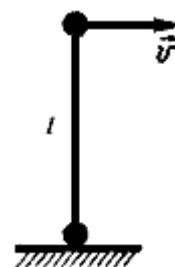


## 10 класс

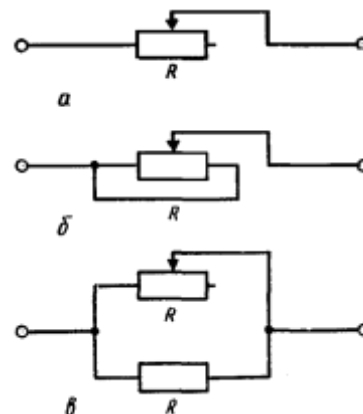
**Задача 10.1.** Два маленьких кирпича брошены навстречу друг другу горизонтально с одинаковой скоростью одинаковым способом разными мальчиками одного роста, один из которых стоит выше другого на 9,81 м, друг в друга. К счастью, оба кирпича промахнулись. Первый кирпич был в воздухе на 1,00 секунду больше второго и пролетел по горизонтали больше второго на 6,00 м. Какое расстояние вдоль горизонтали и за какое время пролетел каждый кирпич?

**Задача 10.2.** На гладкий горизонтальный стол поставили вертикально гантель, состоящую из невесомого стержня с двумя одинаковыми маленькими шариками на концах (см. рис.). Верхнему шарика ударом сообщают скорость  $\vec{v}$  в горизонтальном направлении. При какой минимальной длине стержня  $l$  нижний шарик сразу оторвётся от стола?



**Задача 10.3.** В калориметре находился лёд массой  $m_1 = 1$  кг при температуре  $t_1 = -5$  °С. В него добавляют воду массой  $m_2 = 200$  г, имеющую температуру  $t_2 = 20$  °С. Какой будет температура содержимого калориметра после установления в нем теплового равновесия? В каком агрегатном состоянии будет находиться вода? Считать, что удельная теплоёмкость воды  $c_2 = 4,2$  кДж/(кг·°С), удельная теплота плавления льда  $\lambda = 0,33$  МДж/кг, удельная теплоёмкость льда  $c_1 = 2,1$  кДж/(кг·°С).

**Задача 10.4.** Для каждой из трёх схем включения реостата  $R$  (см. рис.) нарисовать графики зависимости общего сопротивления цепи  $R_0$  от сопротивления  $r$  левой (по рисунку) части реостата (до ползунка).



**Задача 10.5.** Пловец, нырнувший с открытыми глазами, рассматривает из-под воды светящийся предмет, находящийся над его головой на расстоянии  $h = 75$  см от поверхности воды. Каково будет кажущееся расстояние  $h'$  от поверхности воды до предмета? Показатель преломления воды  $n = 4/3$ . Расчётную формулу доказать.

## КРИТЕРИИ ОЦЕНИВАНИЯ

10 класс

## Задача 10.1

## Возможное решение

(В работах учащихся могут быть предложены и другие правильные способы решения)

Дано:

$$h = 9,81 \text{ м}$$

$$\Delta t = t_1 - t_2 = 1,00 \text{ с}$$

$$S_1 - S_2 = 6,00 \text{ м}$$

$$g = 9,81 \text{ м/с}^2$$

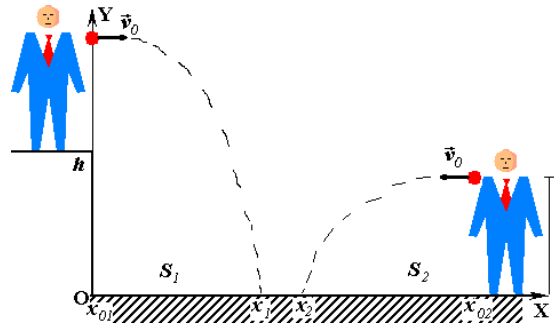
Найти:  $S_1$ ?,  $t_1$ ?

Рис. 1

Это криволинейное движение в вертикальной плоскости с постоянным ускорением. Основные исходные уравнения

$$x = x_0 + v_{0x}t + \frac{a_x t^2}{2}, \quad y = y_0 + v_{0y}t + \frac{a_y t^2}{2}. \quad (1)$$

По условию задачи для обеих кирпичей, если  $r$  – высота бросания относительно подошв мальчиков,  $S$  – горизонтальные расстояния, получаем систему уравнений

$$S_1 = |x_1 - x_{01}| = v_0 t_1, \quad 0 = h + r - \frac{g t_1^2}{2}, \quad (2)$$

$$S_2 = |x_2 - x_{02}| = |-v_0 t_2|, \quad 0 = r - \frac{g t_2^2}{2},$$

которая распадается на две: для вертикального и горизонтального движений. Вычитая из 2-го уравнения системы 4-е, имеем

$$\frac{2h}{g} = t_1^2 - t_2^2 = (t_1 - t_2)(t_1 + t_2), \quad (t_1 + t_2) = \frac{2h}{g(t_1 - t_2)} = \frac{2h}{g\Delta t} \quad (3)$$

Тогда  $(t_1 + t_2) = \frac{2h}{g\Delta t}, \quad t_1 - t_2 = \Delta t. \quad (4)$

Решается (4), например, сложением или вычитанием уравнений. В итоге

$$t_1 = \frac{h}{g\Delta t} + \frac{\Delta t}{2}, \quad t_2 = \frac{h}{g\Delta t} - \frac{\Delta t}{2} \quad (6)$$

Численный ответ:  $t_1 = 1,50 \text{ с}; t_2 = 0,50 \text{ с}.$

Для горизонтального движения:  $S_1 - S_2 = (x_1 - x_{01}) - |x_2 - x_{02}| = v_0 \Delta t. \quad (7)$

Тогда начальная скорость  $v_0 = \frac{S_1 - S_2}{\Delta t} = \frac{6}{1} = 6,00 \frac{\text{м}}{\text{с}}. \quad (8)$

И искомые расстояния:  $S_1 = v_0 t_1 = \frac{S_1 - S_2}{\Delta t} \left( \frac{h}{g\Delta t} + \frac{\Delta t}{2} \right) = 6 \cdot 1,50 = 9,00 \text{ м}. \quad (9)$

$$S_2 = v_0 t_2 = \frac{S_1 - S_2}{\Delta t} \left( \frac{h}{g\Delta t} - \frac{\Delta t}{2} \right) = 6 \cdot 0,50 = 3,00 \text{ м}. \quad (10)$$

Ответ:  $t_1 = 1,50 \text{ с}; t_2 = 0,50 \text{ с}; S_1 = 9,00 \text{ м}; S_2 = 3,00 \text{ м}.$

Примерные критерии оценивания	Баллы
Правильный рисунок и запись исходных уравнений. Учёт величины $r$	2
Получена система 4-х уравнений (2)	2
Правильно решена система уравнений	2
Найдены в общем виде и вычислены времена полёта	2
Найдены в общем виде и вычислены расстояния	2

### Задача 10.2

#### Возможное решение

(В работах учащихся могут быть предложены и другие правильные способы решения)

Дано: $v$ $l$ $g$	После того как верхнему шарiku сообщили горизонтальную скорость $\vec{v}$ , шарики начнут вращаться вокруг центра масс системы (середина стержня), который, в свою очередь будет двигаться горизонтально со постоянной скоростью $\vec{v}/2$ . Если нижний шарик сразу же отрывается от стола, то на всю систему действует единственная внешняя сила – сила тяжести. Она сообщает всей системе, а, значит, и нижнему шарiku ускорение $\vec{g}$ . Чтобы нижний шарик оторвался от стола, необходимо, чтобы его центростремительное ускорение $a_{ц} \geq g$ . (1)
Найти:	
ускорение	$a_{ц} = \frac{v_{ш}^2}{r} = \frac{v^2/4}{l/2} = \frac{v^2}{2l}.$ (2)
Шарик оторвётся от стола, если	$\frac{v^2}{2l} \geq g.$ (3)
Следовательно, длина стержня	$l \leq \frac{v^2}{2g}.$ (4)

Примерные критерии оценивания	Баллы
Вывод о вращении шариков вокруг центра масс и движении самого центра масс со скоростью $v/2$	2
Вывод о соотношении (1)	2
Определение величины скорости в системе ЦМ	2
Выражение для центростремительного ускорения (2)	2
Определение длины стержня (4). Допустим знак <	2

## Задача 10.3

## Возможное решение

(В работах учащихся могут быть предложены и другие правильные способы решения)

Возможное решение		
<p>Дано:</p> $m_1 = 1 \text{ кг}$ $t_1 = -5 \text{ }^\circ\text{C}$ $c_1 = 2,1 \text{ кДж}/(\text{кг}\cdot^\circ\text{C})$ $m_2 = 200 \text{ г}$ $t_2 = 20 \text{ }^\circ\text{C}$ $c_2 = 4,2 \text{ кДж}/(\text{кг}\cdot^\circ\text{C})$ $\lambda = 0,33 \text{ МДж}/\text{кг}$ $t = 0 \text{ }^\circ\text{C}$	<p>СИ</p> $= 2,1 \cdot 10^3 \text{ Дж}/(\text{кг}\cdot\text{K})$ $= 0,2 \text{ кг}$ $= 4,2 \cdot 10^3 \text{ Дж}/(\text{кг}\cdot\text{K})$ $= 0,33 \cdot 10^6 \text{ Дж}/\text{кг}$	<p>Так как неизвестна конечная температура, то сразу составление уравнения теплового баланса невозможно и задачу необходимо решать поэтапно.</p> <p>Перевод температуры в шкалу Кельвина не представляется необходимым.</p> <p>Вода при остывании до <math>0 \text{ }^\circ\text{C}</math> может отдать количество теплоты</p>
Найти: $t$ -?		
$ Q_2  =  c_2 m_2 (t - t_2)  = 4,2 \cdot 10^3 \cdot 0,2 \cdot 20 = 16,8 \cdot 10^3 \text{ Дж}. \quad (1)$		
<p>Льду для нагревания до той же температуры необходимо количество теплоты</p>		
$Q_1 = c_1 m_1 (t - t_1) = 2,1 \cdot 10^3 \cdot 1 \cdot 5 = 10,5 \cdot 10^3 \text{ Дж}. \quad (2)$		
<p>Избыточное количество теплоты может пойти на плавление льда или его части массой <math>m</math></p>		
$m = \frac{ Q_2  - Q_1}{\lambda} = \frac{16,8 \cdot 10^3 - 10,5 \cdot 10^3}{0,33 \cdot 10^6} = 19,1 \cdot 10^{-3} \text{ кг}. \quad (3)$		
<p>Таким образом расплавится не весь лёд, а небольшая его часть.</p>		
<p>Ответ: В сосуде установится температура <math>0 \text{ }^\circ\text{C}</math>. Вода будет находиться в твёрдом и жидком состояниях. Льда станет на 19 г меньше, жидкости – больше.</p>		

Примерные критерии оценивания	Баллы
Предположение, что конечная температура $0 \text{ }^\circ\text{C}$	2
Расчёт количества теплоты $Q_2$	2
Расчёт количества теплоты $Q_1$	2
Определение массы растаявшего льда. Вывод, что $m < m_1$	2
Формулировка ответа	2

## Задача 10.4

## Возможное решение

(В работах учащихся могут быть предложены и другие правильные способы решения)

Дано: Во всех случаях  $0 \leq r \leq R$  диапазон изменения аргумента.

$R$  Случай а) совершенно очевиден  $R_0 = r$ .

$r$  Найти: Для остальных случаев нарисуем эквивалентные схемы (См. рис.).

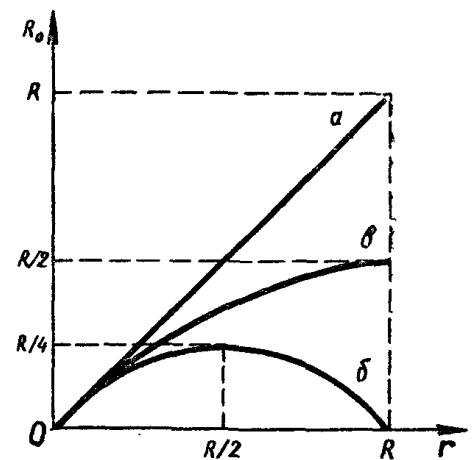
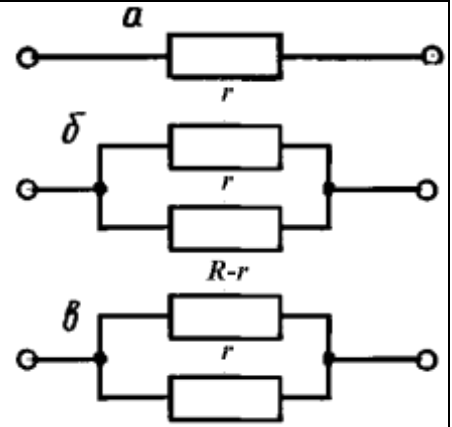
$R_0(r)$  Соединение резисторов – параллельное.

$$\frac{1}{R_0} = \frac{1}{R_1} + \frac{1}{R_2}, \quad R_0 = \frac{R_1 R_2}{R_1 + R_2}. \quad (1)$$

Тогда для случая б) 
$$R_0 = \frac{r(R-r)}{R}. \quad (2)$$

А для случая в) 
$$R_0 = \frac{rR}{R+r} \quad (3)$$

Графики представлены на рис. Должна быть указана разметка осей, нули функций, экстремум для случая б), предел для случая в).



Примерные критерии оценивания	Баллы
Указан диапазон изменения аргумента	1
График для случая а)	1
Формула и график для случая б)	5
Формула и график для случая в)	3

## Задача 10.5

## Возможное решение

(В работах учащихся могут быть предложены и другие правильные способы решения)

Дано:

$h = 75 \text{ см}$

$= 0,75 \text{ м}$

$n = 4/3$

Найти:  $h'$ 

Перевод в СИ не обязателен.

Изображение предмета  $S$  в глазу наблюдателя

формируется нормально падающим лучом, и

преломлённым под углом  $r$  продолжением луча  $SA$ , направленного под малым углом  $i$ , так как глаз имеет малые размеры. Изображение получается в точке  $S'$ .

Из треугольников  $OAS$  и  $OAS'$  следует, что

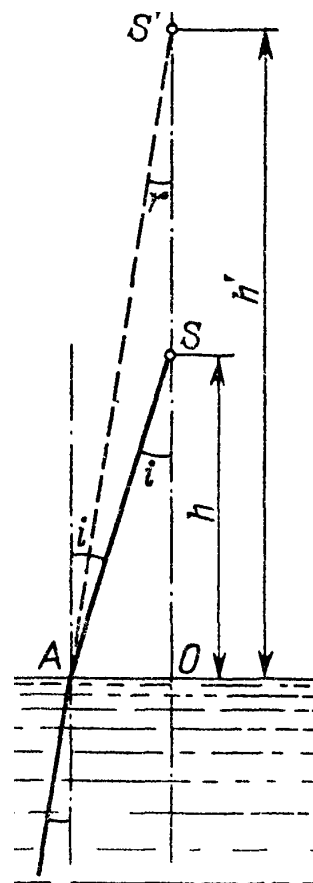
$$OA = OS \operatorname{tgi} = h \operatorname{tgi}, \quad (1) \quad OA = OS' \operatorname{tgr} = h' \operatorname{tgr}. \quad (2)$$

Отсюда 
$$\frac{h'}{h} = \frac{\operatorname{tgi}}{\operatorname{tgr}}. \quad (3)$$

Так как углы малы, то  $\operatorname{tgi} \approx \sin i$ ,  $\operatorname{tgr} \approx \sin r$ .  $(4)$

По закону преломления 
$$\frac{\sin i}{\sin r} = n. \quad (5)$$

В итоге получаем 
$$h' = nh. \quad (6)$$

Кажущееся расстояние  $h' = 1 \text{ м}$ .

Примерные критерии оценивания	Баллы
Вывод, какими лучами формируется изображение	1
Вывод о малости углов	1
Правильный рисунок	2
Получены формулы (1)	1
Записан закон преломления	1
Указано на приближение (4)	2
Получена итоговая формула	1
Выполнен расчёт и получен правильный ответ	1