Ключи ответов

Решение каждой задачи оценивается целым числом баллов от 0 до 10.

В исключительных случаях допускаются оценки, кратные 0,5 балла.

Проверка работ осуществляется Жюри олимпиады согласно стандартной методике оценивания решений:

Баллы	*Правильность (ошибочность) решения*
10	*Полное верное решение*
8-9	*Верное решение. Имеются небольшие недочеты, в целом не влияющие на решение*
6-7	*Решение в целом верное, однако, содержит существенные ошибки (не физические, а математические)*
5-6	*Найдено решение одного из двух возможных случаев*
3-4	*Есть понимание физики явления, но не найдено одно из необходимых для решения уравнений, в результате полученная система уравнений не полна и невозможно найти решение*
1-2	*Есть отдельные уравнения, относящиеся к сути задачи при отсутствии решения (или при ошибочном решении)*
0	*Решение неверное, или отсутствует*

Задача 1

В течение 10 с тело прошло 10 м и его скорость возросла в десять раз. Определите начальную скорость тела.

Решение:

В задаче две известные величины и одно дополнительное условие.

Решим систему из трех уравнений:

$$\begin{cases} v = 10v_0 \\ v = v_0 + at \\ s = \dfrac{v^2 - v_0^2}{2a} \end{cases} \Rightarrow \begin{cases} 10v_0 = v_0 + at \\ s = \dfrac{100v_0^2 - v_0^2}{2a} \end{cases} \Rightarrow \begin{cases} 9v_0 = at \\ 2as = 99v_0^2. \end{cases}$$

Перемножим два последних равенства, чтобы сократить ускорение.

$$18v_0as = 99atv_0^2; \quad v_0 = \frac{2s}{11t}; \quad v_0 = \frac{2 \cdot 10\ \text{м}}{11 \cdot 10\ \text{с}} = \frac{2}{11}\ \text{м/с};$$

Задача 2

Доска длиной ***3м*** одним концом лежит на обруче диаметром ***50 см*** и параллельна плоскости, по которой без скольжения начинает катиться обруч (рис. 20). С другого конца доску толкает человек, который движется со скоростью ***3,6 км/ч.*** Какой путь пройдет человек, пока он не коснется обруча?

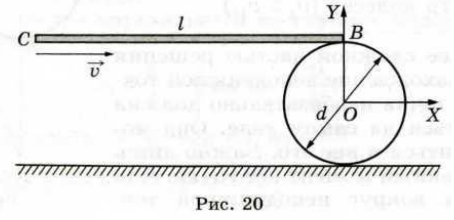


Рис. 20

Решение:

Для того чтобы найти пройденный путь, при известной скорости нужно знать время движения. Проще найти время в промежуточной системе координат. За промежуточное тело примем систему координат XOY, которая перемещается поступательно со скоростью $v_{пр} = v_0 = v/2$. (скорость центра колеса вдвое меньше скорости его верхней точки.) Абсолютная скорость человека равна скорости верхней точки обода: $v_{абс} = v_B = v$. Относительную скорость найдем как векторную разность абсолютной и промежуточной скоростей.

Построение (рис. 21). Из точки O откладываем вектор абсолютной скорости, а из его конца в противоположном направлении проводим вектор промежуточной скорости:

$$v_{отн} = v - \frac{v}{2} = \frac{v}{2}.$$

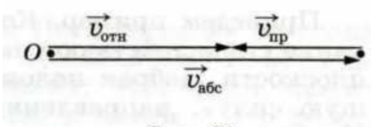


Рис. 21

Наблюдатель, который находится в центре колеса, будет видеть, как доска ползет по обручу, обгоняя его самого. От начала движения до касания с обручем относительное перемещение доски составит:

$$s_{отн} = l - \frac{d}{2} = \frac{2l - d}{2}; \quad t = \frac{s_{отн}}{v_{отн}} = \frac{\frac{2l-d}{2}}{\frac{v}{2}} = \frac{2l - d}{v}.$$

Время нашли. А теперь воспользуемся тем, что время в абсолютной и промежуточной системах одинаковое. Поэтому путь, пройденный в абсолютной системе, равен:

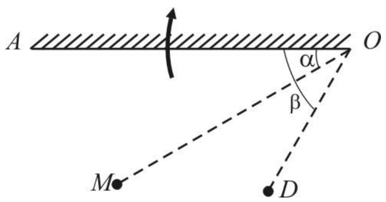
$$s = vt = v\,\frac{2l - d}{v} = 2l - d.$$

S = 6 - 0.5 = 5.5м

Ответ: 5,5 м

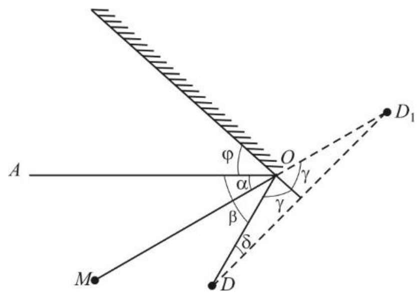
Задача 3

Зеркальная дверь AO может вращаться вокруг оси, перпендикулярной плоскости рисунка и проходящей через точку O. Мальчик M и девочка D стоят перед дверью, как показано на рисунке, причем $\angle AOM = \alpha = 30^{\circ}$, $\angle AOD = \beta = 60^{\circ}$. На какой угол φ в направлении, указанном стрелкой, нужно повернуть дверь, чтобы мальчик перестал видеть в ней изображение девочки?



Решение:

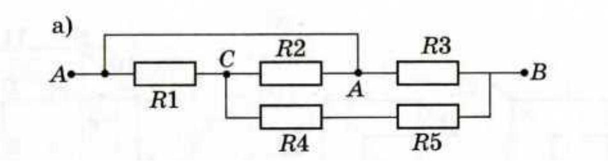
Построение изображения D_1 девочки D в повернутом зеркале представлено на рисунке. Видно, что предельный угол поворота зеркала, при котором мальчик еще видит изображение девочки, соответствует случаю, когда точки M, O и D_1 лежат на одной прямой. Используя обозначения для углов, приведенных на рисунке, имеем следующие равенства: $\varphi + \beta + \gamma = \pi$, $\beta - \alpha = 2\delta$, $2\gamma + 2\delta = \pi$. Из этих равенств находим $\varphi = \dfrac{\pi}{2} - \dfrac{\alpha + \beta}{2}$.



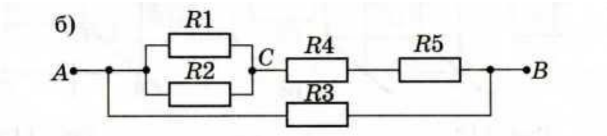
Ответ: $\varphi > 90^{\circ} - \dfrac{\alpha + \beta}{2} = 45^{\circ}$.

Задача 4

Определите сопротивление цепи между точками ***А и В*** (рис. 111, ***а)*.** Все резисторы одинаковы и имеют сопротивление 7 кОм.



Решение:



На эквивалентной схеме будут три точки (см рис б*)*. Первый и второй резисторы находятся между точками А и С, образуя параллельную группу. Четвертый и пятый резисторы находятся между точками *B* и С, образуя последовательную группу. Третий резистор расположен между точками *А и В*.

Резисторы R_1 и R_2 образуют параллельную группу с общим сопротивлением R = R/2. Верхняя ветвь из трех последовательно соединенных резисторов имеет общее сопротивление

$$\frac{R}{2} + R + R = \frac{5R}{2}.$$

Эта ветвь образует параллельно соединенную группу с резистором R_3. Их общее сопротивление равно:

$$R_{\text{общ}} = \frac{\frac{5R}{2}R}{\frac{5R}{2} + R} = \frac{5R}{7}.$$

R = 5*7/7 = 5 кОм.
Ответ: 5 кОм.

Задача 5

Как определить, сколько воды (в процентах) содержит мокрый снег, если у вас есть весы, калориметр с водой, термометр и стакан с мокрым снегом?

Решение:

Взвешиваем мокрый снег и определяем суммарную массу воды m_1 и снега m_2:

$$m_1 + m_2 = m.$$

Измеряем массу $m_в$ и температуру воды $t_в$ в калориметре.
Помещаем туда мокрый снег и после его таяния измеряем температуру воды θ.
Составляем уравнение баланса энергий и решаем его совместно с уравнением

$$m_1 + m_2 = m.$$

Система имеет вид

$$\begin{cases} c_в m_в (t_в - \theta) = \lambda m_1 + c_в m\theta \\ m_1 + m_2 = m, \end{cases}$$

где
$c_в$ — удельная теплоемкость воды;
$m_в$ — масса воды в калориметре;

t_B — начальная температура воды в калориметре;
θ — установившаяся температура;
λ — теплота плавления льда.
Начальные температуры воды в снеге и самого снега равны нулю. Из уравнений находим m_1, после чего вычисляем процентное содержание воды в снеге:

$$\frac{m_1}{m} * 100\%$$

Обратите внимание: в задаче не требуется делать расчеты. Нужно лишь указать направление действий и необходимые формулы.