

## 9 класс

1. (30 баллов) Тело бросили с начальной скоростью  $V_0$  под углом  $60^\circ$  к горизонту. На какой высоте нормальное и тангенциальное ускорения тела станут равны по величине? Ускорение свободного падения  $g$  считать известным.

**Решение:**

Полное ускорение тела, равное  $g$ , в течение всего полета постоянно и направлено вертикально вниз. Нормальное и тангенциальное ускорения являются проекциями полного ускорения на перпендикулярное и параллельное к скорости направления. Поэтому условие равенства их величин выполняется на высоте, где вектор скорости направлен под углом  $45^\circ$  к вертикали. Горизонтальная компонента скорости не меняется во время полета и равна  $V_0 \cos 60^\circ = V_0/2$ . Следовательно, на искомой высоте и вертикальная компонента скорости также равна  $V_0/2$ . Записывая закон сохранения энергии, находим искомую высоту

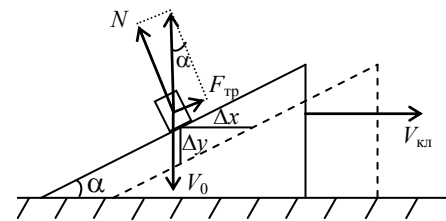
$$H = \frac{V_0^2}{4g}.$$

2. (40 баллов) На гладком горизонтальном столе находится клин с углом  $\alpha$  при основании. По шероховатой наклонной поверхности клина соскальзывает брусок, причем его скорость относительно стола ориентирована вертикально и равна  $V_0$ . Найти скорость клина и коэффициент трения между бруском и клином.

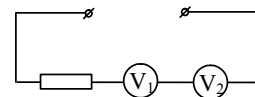
**Решение:**

Из геометрии задачи следует, что смещение бруска на  $\Delta y$  вниз сопровождается смещением клина вправо на  $\Delta x = \Delta y \operatorname{ctg} \alpha$  (см. рис.). Поскольку брусок движется вертикально вниз со скоростью  $V_0$ , клин смещается вправо со скоростью  $V_{\text{кл}} = V_0 \operatorname{ctg} \alpha$ .

Из отсутствия у бруска ускорения следует, что сумма действующих на брусок сил равна нулю. Отсюда находим, что  $N = mg \cos \alpha$  и  $F_{\text{тр}} = mg \sin \alpha$ . Поскольку при скольжении  $F_{\text{тр}} = \mu N$ , коэффициент трения равен  $\mu = \operatorname{tg} \alpha$ .



3. (30 баллов) Цепь из последовательно соединенных резистора и двух вольтметров подключена к источнику постоянного напряжения (см. рисунок). Вольтметр  $V_1$  показывает 8 В, а вольтметр  $V_2$  показывает 12 В. После того, как из цепи убрали вольтметр  $V_2$ , вольтметр  $V_1$  показал 12 В. Чему равно напряжение источника?



**Решение:**

Сопоставляя показания вольтметров в исходной цепи, заключаем, что сопротивление вольтметра  $V_2$  в 1,5 раза больше сопротивления вольтметра  $V_1$ :  $R_2 = 1,5R_1$ . После того, как из цепи убрали вольт-

метр  $V_2$ , ток в цепи, судя по показаниям вольтметра  $V_1$ , возрос в 1,5 раза. Используя закон Ома, это соотношение можно записать в виде

$$\frac{U}{R + R_1} = 1,5 \frac{U}{R + R_1 + 1,5R_1},$$

где  $U$  – напряжение источника, а  $R$  – сопротивление резистора. Из записанного уравнения находим, что  $R = 2R_1$ . Следовательно, напряжение на резисторе  $R$  в два раза больше, чем на  $V_1$ , и, например, в цепи без  $V_2$  составляет 24 В. Напряжение источника находим как сумму напряжений на резисторе и вольтметре  $V_1$ , т.е. оно равно **36 В**.

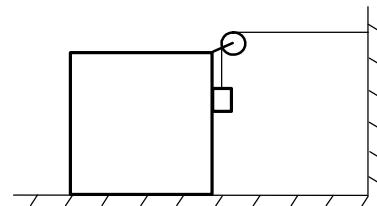
## 9 класс

1. (30 баллов) Из точки на склоне горы, составляющем  $30^\circ$  с горизонтом, бросили камень в направлении подъема горы. Под каким углом к горизонту был брошен камень, если он врезался в склон горы в наивысшей точке своей траектории?

**Решение:**

Камень, брошенный со скоростью  $V_0$  под углом  $\alpha$  к горизонту, достигает максимальной высоты  $H = V_0^2 \sin^2 \alpha / (2g)$ , пролетев при этом по горизонтали расстояние  $L = V_0^2 \sin \alpha \cos \alpha / g$ . Поскольку в высшей точке камень врезался в гору,  $H/L = \operatorname{tg}30^\circ$ . Подставляя выражения для  $H$  и  $L$ , находим  $\operatorname{tg}\alpha = 2\operatorname{tg}30^\circ$ , т.е.  $\alpha \approx 49^\circ$ .

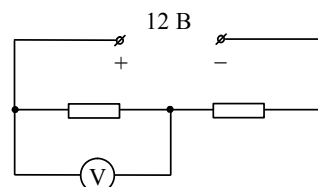
2. (40 баллов) В системе, представленной на рисунке, брусок, скрепленный со стеной идеальной нитью, скользит без трения по кубу, масса которого равна массе бруска. Нить переброшена через блок на ребре куба, ее участок от стены до блока горизонтален, трение между кубом и столом отсутствует. Определить ускорение куба.



**Решение:**

Ускорение куба равно  $g/3$ .

3. (30 баллов) В цепи из двух одинаковых резисторов и вольтметра, подключенной к источнику напряжением 12 В (см. рисунок), вольтметр показывает 4 В. Что покажет вольтметр, если один из резисторов убрать и включить вольтметр вместо него?



**Решение:**

Из распределения напряжений в цепи ясно, что сопротивление вольтметра равно сопротивлению резистора. Вольтметр покажет **6 В**.