

1. (30 баллов) В результате разрыва гранаты на плоском склоне горы, составляющем угол  $\alpha$  с горизонтом, осколки полетели в разных направлениях с одинаковой начальной скоростью  $V_0$ . На каком расстоянии от места разрыва упадет последний осколок? Ускорение свободного падения  $g$  считать известным.

**Решение:**

Дольше всех будет двигаться осколок, который полетел перпендикулярно к склону горы. Поскольку проекция ускорения свободного падения на перпендикулярную к склону ось равна  $g \cos \alpha$ , этот осколок упадет на склон через время  $2V_0/(g \cos \alpha)$ . Вдоль склона он движется с ускорением  $g \sin \alpha$  без начальной скорости и за время движения сместится вниз вдоль склона на расстояние  $2V_0^2 \sin \alpha / (g \cos^2 \alpha)$ .

2. (40 баллов) По гладкому горизонтальному столу в направлении вертикальной стенки скользит со скоростью  $V_0$  доска длины  $L$  с лежащим на ее краю кубиком (см. рисунок). Считая удар доски о стенку абсолютно упругим, определить, при каком коэффициенте трения между кубиком и доской кубик, оставаясь на доске, остановится на минимальном расстоянии от стенки. Массы доски и кубика равны, ускорение свободного падения  $g$  считать известным.



**Решение:**

После удара о стенку скорость доски, сохранив величину, изменит направление на противоположное. Поэтому импульс системы «доска+кубик» после удара будет равен нулю. Отсюда следует, что при остановке кубика останавливается и доска. Чем меньше коэффициент трения, тем дальше движется кубик по направлению к стенке и, следовательно, тем меньше расстояние от стенки, на котором он остановится. Наименьшее значение коэффициента трения находим из условия, что кубик, проскользив по всей доске, останавливается на другом ее конце. Поскольку кубик проходит относительно земли расстояние  $L/2$  с ускорением  $\mu g$ , можно написать  $V_0^2 = 2\mu g L/2$ . Отсюда получаем  $\mu = V_0^2 / (gL)$ .

3. (30 баллов) Для нагревания некоторого количества одноатомного идеального газа на  $10^\circ\text{C}$  в изобарном процессе понадобилось на 831 Дж тепла больше, чем в изохорном. Какое количество газа участвовало в процессах (15 баллов) и чему равнялось тепло, полученное газом в изобарном процессе (15 баллов)?

**Решение:**

Из первого закона термодинамики следует, что при изобарном нагревании идеального газа на  $\Delta T$  градусов подведенное тепло больше, чем при изохорном нагревании на столько же градусов, на величину совершенной газом работы  $A$ , т.е. на  $\nu R \Delta T$ , где  $\nu$  - число молей, а  $R = 8,31$  Дж/(Кмоль) – молярная газовая постоянная. Отсюда находим, что  $\nu = 10$ . Приращение внутренней энергии  $\Delta U$  одноатомного газа равно  $(3/2)\nu R \Delta T$ . Суммируя  $\Delta U$  и  $A$ , находим полученное газом тепло  $(5/2)\nu R \Delta T = 2077,5$  Дж.