

## 11 класс

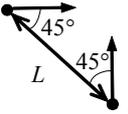
1. (30 баллов) В результате разрыва гранаты на плоском склоне горы, составляющем угол  $\alpha$  с горизонтом, осколки полетели в разных направлениях с одинаковой начальной скоростью  $V_0$ . На каком расстоянии от места разрыва упадет последний осколок? Ускорение свободного падения  $g$  считать известным.

**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  $2V_0^2 \sin \alpha / (g \cos^2 \alpha)$ .

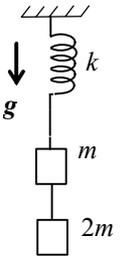
2. (40 баллов) Две частицы равной массы с одинаковыми электрическими зарядами в некоторый момент времени находятся на расстоянии  $L$  друг от друга и имеют скорости, равные по величине и ориентированные в одной плоскости под углами  $45^\circ$  к проходящей через заряды прямой (см. рисунок). Суммарная кинетическая энергия частиц в этот момент равна потенциальной энергии их электрического взаимодействия. До какого минимального расстояния сблизятся частицы?



**Решение:**

Разложим скорости частиц на две компоненты – вдоль линии, соединяющей частицы, и перпендикулярно к этой линии. Перпендикулярные компоненты скоростей во время движения остаются постоянными и равными  $V_0/\sqrt{2}$ , где  $V_0$  – начальная скорость частицы. В момент наибольшего сближения частиц компоненты их скоростей вдоль линии, соединяющей частицы, обращаются в нуль. При этом суммарная кинетическая энергия частиц будет, очевидно, равна половине начальной кинетической энергии. Из закона сохранения энергии следует, что потенциальная энергия взаимодействия частиц в момент наибольшего сближения в 1,5 раза больше начальной потенциальной энергии. Поскольку потенциальная энергия обратно пропорциональна расстоянию, минимальное расстояние между частицами составит  $2L/3$ .

3. (30 баллов) Грузы массы  $m$  и  $2m$  связаны нитью и подвешены к потолку с помощью еще одной нити и пружины жесткости  $k$  (см. рисунок). В некоторый момент нить, соединяющую грузы, перерезают. Какую скорость приобретет груз  $m$  к моменту, когда соединяющая его с пружиной нить перестанет быть натянутой?



**Решение:**

Нить перестанет быть натянутой в момент, когда пружина станет недеформированной, т.е. после подъема груза на высоту  $3mg/k$ . Из закона сохранения энергии находим скорость груза в этот момент  $V = g\sqrt{3m/k}$ .