

### 5.3. ЗАДАЧИ ДЛЯ САМОСТОЯТЕЛЬНОГО РЕШЕНИЯ

5.1. Два одинаковых шара массами  $m = 0,3$  кг подвешены на нитях длиной  $l = 1$  м так, что они касаются друг друга. Один из шаров отклонили на угол  $\alpha = 10^\circ$  и отпустили. Считая удар абсолютно упругим, определите скорость второго шара после удара. Определите время соударения шаров, если средняя сила удара  $F = 500$  Н.

5.2. При ударе шара о гладкую горизонтальную плоскость теряется  $\eta = 30\%$  его кинетической энергии. Зная, что угол падения (угол между  $\vec{v}$  и вектором нормали  $\vec{n}$  к плоскости) равен  $\alpha = 45^\circ$ , найдите угол отражения  $\beta$  (рис. 5.3).

5.3. Легкая пружина жесткостью  $k = 15$  Н/м стоит на столе. На пружине лежит пластинка массой  $m_1 = 25$  г. Малое тело массой  $m_2 = 10$  г падает на пластинку с высоты  $h = 10$  см (рис. 5.4). Взаимодействие тела и пластинки мгновенное и абсолютно неупругое. На какое расстояние  $d$  опустится пластинка?

5.4. Брусок массой  $m_1$ , лежащий на гладком горизонтальном столе, с помощью пружины жесткостью  $k$  скреплен с вертикальной стенкой. На брусок налетает и прилипает к нему тело массой  $m_2$ , летевшее горизонтально со скоростью  $v$  в направлении, показанном на рис. 5.5. Определите амплитуду колебаний тел  $m_1$  и  $m_2$  после столкновения.

5.5. Снаряд массой  $m_1$ , летящий горизонтально вдоль рельс, попадает в вагонетку с песком массой  $m_2$ , которая первоначально покоилась. Найдите наименьшую скорость снаряда, при которой он может выйти через противоположную стенку вагонетки, если средняя сила трения его о песок равна  $F$ , а длина вагонетки  $l$ . Трением колес о рельсы пренебречь, стенки вагонетки считайте тонкими, не оказывающими существенного сопротивления движению.

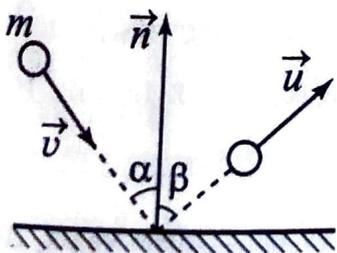


Рис. 5.3

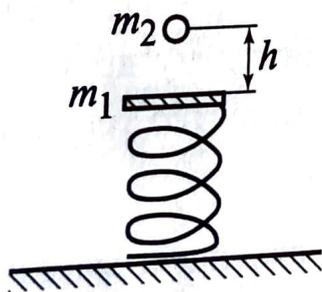


Рис. 5.4

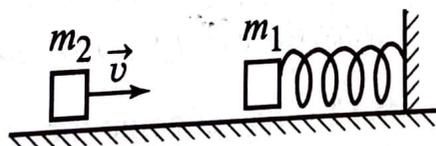


Рис. 5.5

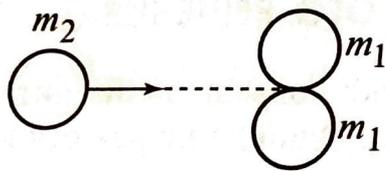


Рис. 5.6

5.6. Два одинаковых шара массой  $m_1$  каждый покоятся на гладкой горизонтальной плоскости, касаясь друг друга. Третий шар налетает на них, двигаясь по прямой, касающейся обоих шаров (рис. 5.6). Найдите массу налетающего шара  $m_2$ , если после удара он остановился. Радиусы всех шаров одинаковы, удар считать абсолютно упругим.

5.7. Два малых пластилиновых шарика, массы которых равны  $m_1 = 0,1$  кг и  $m_2 = 0,2$  кг, подвешены на нитях одинаковой длины  $l = 1$  м так, что они соприкасаются. Первый шарик отклонили от положения равновесия на угол  $\alpha = \pi/2$  и отпустили. На какую высоту поднимутся шарики после абсолютного неупругого удара?

5.8. Тело массой  $m_1$ , скользящее по гладкому горизонтальному столу, сталкивается с неподвижным телом массой  $m_2$ . Удар центральный, упругий. Какую часть своей первоначальной энергии первое тело передает второму? При каком условии вся энергия будет передана второму телу?

5.9. Груз массой  $m_1$  падает на сваю массой  $m_2$  с высоты  $H$  без начальной скорости. Предполагая, что удар между сваем и грузом абсолютно неупругий, найдите глубину погружения сваи в грунт, если средняя сила сопротивления со стороны грунта равна  $F$ .

5.10. Клин массой  $m_1$  находится на гладкой горизонтальной поверхности. На наклонной плоскости клина на высоте  $H$  лежит брусок массой  $m_2$ , который может скользить по клину без трения. Наклонная плоскость клина имеет плавный переход к горизонтальной плоскости. В начальный момент система покоилась. Определите скорости клина и бруска в тот момент, когда брусок соскользнет на горизонтальную плоскость.

5.11. Два одинаковых шара  $m_1 = m_2 = 2$  кг движутся по гладкой горизонтальной плоскости навстречу друг другу со скоростями  $v_1 = 3$  м/с и  $v_2 = 4$  м/с. Какое количество теплоты  $Q$  выделится после их абсолютно неупругого удара.

5.12. Два абсолютно упругих шара массами  $m_1$  и  $m_2$  движутся по гладкой горизонтальной плоскости навстречу друг другу со скоростями

$v_1$  и  $v_2$ . Во время столкновения шары деформируются. Найдите максимальное значение потенциальной энергии  $W$  упругой деформации.

5.13. На шероховатой горизонтальной плоскости лежат два кубика массами  $m_1$  и  $m_2$ , между которыми находится сжатая пружина. Потенциальная энергия сжатой пружины равна  $W_p$ . В некоторый момент пружина мгновенно распрямляется и сообщает кубикам некоторые скорости. На сколько увеличится расстояние между кубиками после их остановки по сравнению с первоначальным? Каковы начальные скорости кубиков? Коэффициент трения равен  $\mu$ . Удлинение пружины мало.

5.14. Решите задачу 5.4 в предположении, что столкновение тел абсолютно упругое, второе тело отскакивает, а первое после удара совершает колебания.

5.15. На пути бруска массой  $m_1$ , скользящего по гладкой горизонтальной плоскости, находится тело массой  $m_2$ , профиль которого образует горку высотой  $H$  (рис. 5.7). При какой минимальной скорости  $v$  брусок сможет преодолеть горку? Горка может скользить без трения по горизонтальной плоскости.

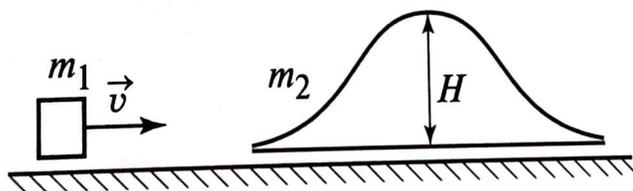


Рис. 5.7

5.16. Пластмассовый шар массой  $m_1$  лежит на подставке, выполненной в виде кольца. Снизу в шар попадает пуля, летящая сквозь кольцо, и пробивает шар. При этом шар поднимается на высоту  $h$ . На какую высоту поднимается пуля, если ее скорость перед попаданием в шар была  $v$ , а ее масса  $m_2$ ?

5.17. Пуля массой  $m_1$  попадает в деревянный брусок массой  $m_2$ , подвешенный на нити длиной  $l$  (см. рис. 5.1, а). Второй конец нити закреплен на гвозде. С какой минимальной скоростью должна лететь пуля, чтобы после абсолютно неупругого взаимодействия брусок описал окружность?

5.18. Покажите, что изменение суммарной кинетической энергии двух тел, скользящих по гладкой горизонтальной плоскости, при

абсолютно неупругом ударе зависит только от относительной скорости тел до удара и от их массы.

**5.19.** На горизонтальной плоскости покоится шар. С ним сталкивается движущийся шар с такой же массой. Чему равен угол разлета шаров после абсолютно упругого нецентрального удара?

**5.20.** Протон массой  $m$ , летящий со скоростью  $v$ , сталкивается с неподвижным невозбужденным атомом массой  $M$ . После упругого удара протон летит в противоположном направлении со скоростью  $v/2$ , а атом переходит в возбужденное состояние, т.е. в состояние с более высокой внутренней энергией. Определите скорость атома  $u$  после столкновения и энергию  $W$  возбуждения атома.

**5.21.** Шарик массой  $m_1$  движется горизонтально и ударяется о наклонную грань призмы массой  $m_2$  так, что отскакивает вертикально вверх на высоту  $h$ . Длительность взаимодействия бесконечно мала, удар — абсолютно упругий. Определите скорость призмы после удара. Какое расстояние  $S$  пройдет призма до остановки, если коэффициент трения между призмой и горизонтальным столом, на котором она находится  $\mu$ .