

3.10. Упругий удар – 3

3.10.21. Шар массой M находится на гладкой горизонтальной поверхности на некотором расстоянии от вертикальной стены. Другой шар массой m движется от стены к первому шару. Между шарами происходит центральный абсолютно упругий удар. При каком соотношении масс $\frac{M}{m}$ между шарами не произойдет второго удара?

Удар шара массой m о стену считать абсолютно упругим.

3.10.22. По гладкой горизонтальной поверхности в направлении к вертикальной стенке движутся со скоростью $v = 1$ м/с два шара одинакового радиуса, но разных масс. Шары связаны между собой невесомой нерастяжимой нитью (рис. 3.10.9). Определите путь, который пройдет шар массой M спустя время: $\tau_1 = 0,2$ с, $\tau_2 = 0,5$ с и $\tau_3 = 0,8$ с после удара о стенку. Массы шаров $M = 2$ кг и $m = 1$ кг; длина нити $l = 60$ см. Все соударения считать абсолютно упругими.

• **3.10.23.** На гладкой горизонтальной поверхности на расстоянии $l = 3$ м от вертикальной стенки лежит кубик массой M . Другой кубик массой m движется от стенки к первому кубику (рис. 3.10.10). После абсолютно упругого удара кубик m достигает стенки и, упруго отразившись от нее, догоняет кубик M . На каком расстоянии l_1 от стенки произошло второе соударение кубиков, если $\frac{M}{m} = n = 5$?

3.10.24. По гладкой горизонтальной поверхности скользят в одном направлении массивный брусок со скоростью $u = 1$ м/с и маленькая шайба со скоростью $v = 3$ м/с, которая догоняет брусок. В начальный момент времени ($t_0 = 0$) шайба находилась в точке B , на расстоянии $l = 1$ м от бруска. В какой момент времени шайба вернется в точку B ? Скорость шайбы перпендикулярна грани бруска, о которую она ударяется.

3.10.25. От неподвижного мяча удаляется вниз массивная плита с постоянной скоростью $u = 2$ м/с (рис. 3.10.11). В момент, когда расстояние от плиты до мяча $l = 0,3$ м, мяч отпускают. На какое максимальное расстояние удалится мяч от плиты после упругого удара?

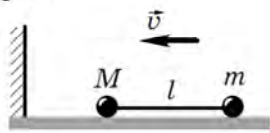


Рис. 3.10.9

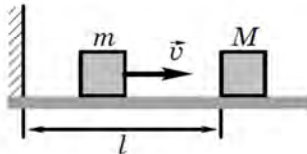


Рис. 3.10.10

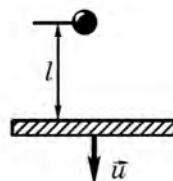


Рис. 3.10.11

3.10.26. Три шарика лежат на горизонтальной поверхности вдоль одной прямой. Первому шару сообщили скорость $v = 10$ м/с, после чего произошли последовательно два абсолютно упругих центральных удара: первого шарика со вторым и второго с третьим. Массы первого и третьего шариков равны $m_1 = 100$ г и $m_3 = 400$ г соответственно. Какова должна быть масса m_2 второго шарика, чтобы в результате ударов третий шарик получил максимально возможную скорость v_{\max} ? Найдите эту скорость.

3.10.27. Брусок массой $m = 5$ кг со скользит без трения с вершины наклонной плоскости клина массой $M = 20$ кг и углом при основании $\alpha = 30^\circ$ (рис. 3.10.12). Клин может двигаться по горизонтальной поверхности без трения. Найдите скорость бруска в конце спуска, если длина наклонной плоскости клина равна $l = 1$ м, а начальная скорость бруска равна нулю.

3.10.28. На гладкой горизонтальной поверхности находится брусок, на котором укреплен штатив (рис. 3.10.13). К штативу привязан на невесомой нерастяжимой нити шарик массой $m = 200$ г. Сначала нить с шариком удерживают под углом $\alpha = 60^\circ$ к вертикали, потом отпускают. Найдите скорость бруска в тот момент, когда нить впервые составит угол $\beta = 30^\circ$ с вертикалью. Масса бруска со штативом $M = 2$ кг, длина нити $l = 50$ см.

• **3.10.29.** На гладкой горизонтальной плоскости находится тело массой M и на нем небольшая шайба массой m (рис. 3.10.14). Шайбе сообщили в горизонтальном направлении скорость v . На какую максимальную высоту h_{\max} (по сравнению с первоначальным уровнем) она поднимется после отрыва от тела? Трением пренебречь.

3.10.30. На гладкой горизонтальной поверхности около стенки находится брусок массой $m_1 = 200$ г с углублением полуэллиптической формы радиусом $r = 50$ см. С верхнего края углубления начинает со скользить маленькая шайба массой $m_2 =$

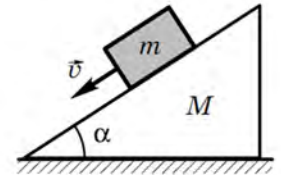


Рис. 3.10.12

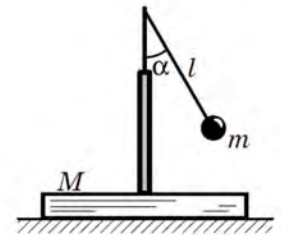


Рис. 3.10.13

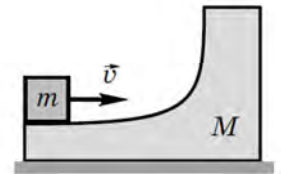


Рис. 3.10.14

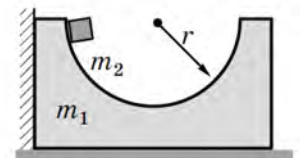


Рис. 3.10.15

= 100 г (рис. 3.10.15). Найдите максимальную скорость бруска при его последующем движении. Трением пренебречь.

• **3.10.31.** Прямоугольный брусок массой $M = 1$ кг с полусферической выемкой радиусом $R = 20$ см стоит вплотную к вертикальной стене (рис. 3.10.16). С какой максимальной высоты h над ближайшей к стене точкой A надо уронить маленький шарик массой $m = 200$ г, чтобы он не поднялся над противоположной точкой B выемки? Трения нет.

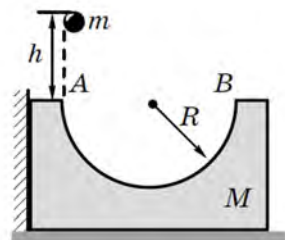


Рис. 3.10.16

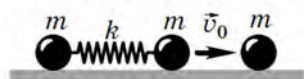


Рис. 3.10.17

• **3.10.32.** Два одинаковых шара, соединенных недеформированной пружиной, движутся по гладкой поверхности со скоростью $v_0 = 7$ м/с, направленной вдоль пружины, к такому же покоящемуся шару

(рис. 3.10.17). Происходит абсолютно упругий центральный удар. Определите максимальную и минимальную длины пружины при движении шаров после соударения. Длина недеформированной пружины равна $l_0 = 10$ см, коэффициент жесткости $k = 1000$ Н/м. Масса каждого шара $m = 50$ г.

Ответы:

3.10.21. $\frac{m}{M} \geq \frac{1}{3}$.

3.10.22. $s_1 = v_1 \tau_1 = 0,2$ м;

$s_2 = v \frac{4\tau_1 m + M\tau_2 - 3m\tau_1}{m + M} = 0,4$ м,

$s_3 = 0,6$ м.

3.10.24. $t = \frac{2l}{v - 2u} = 2$ с.

3.10.25. $L = l + \frac{u^2}{2g} = 0,5$ м.

3.10.26. $m_2 = \sqrt{m_1 m_3} = 200$ г;

$v_{\max} = 4v \frac{m_1}{(\sqrt{m_1} + \sqrt{m_3})^2} = 4,4$ м/с.

3.10.27. $v \approx 5,8$ м/с.

3.10.28. $v_{\text{cp}} = m \cos \beta \sqrt{\frac{2gl(\cos \beta - \cos \alpha)}{M(M + m \cos^2 \beta)}}$.

3.10.30. $v_{\max} = \frac{2m_2 \sqrt{2gr}}{m_1 + m_2} = 2$ м/с.