

3.9. Неупругий удар – 2

3.9.11. Тело массой $m_1 = 1$ кг свободно падает с высоты $h = 39,2$ м.

На высоте $\frac{h}{2}$ в него попадает пуля массой $m_2 = 20$ г, летевшая горизонтально со скоростью $v_0 = 100$ м/с, и застревает в нем. Найдите горизонтальное перемещение тела к моменту его падения на землю.

3.9.12. Пуля массой $m = 5$ г, летящая горизонтально со скоростью $v_0 = 500$ м/с, попадает в шар, подвешенный на легком стержне, и застревает в нем. Масса шара $M = 0,5$ кг (рис. 3.9.4). При какой максимальной длине стержня шар от удара пули может совершить полный оборот?

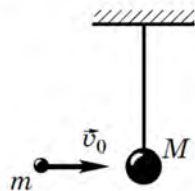


Рис. 3.9.4

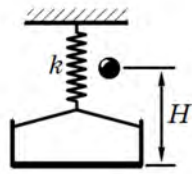


Рис. 3.9.5

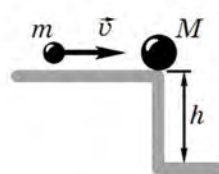


Рис. 3.9.6

• **3.9.13.** На чашку пружинных весов падает с высоты $H = 30$ см кусок пластилина массой $m = 50$ г и прилипает к чашке (рис. 3.9.5). Масса чашки $M = 200$ г, коэффициент жесткости пружины $k = 100$ Н/м. Найдите зависимость скорости системы после соударения от деформации пружины.

3.9.14. Гладкий шар массой $M = 100$ г лежит на краю стола высотой $h = 1,225$ м (рис. 3.9.6). В центр шара попадает пуля массой $m = 5$ г, летящая горизонтально со скоростью $v = 100$ м/с, и, пробив его, падает на горизонтальную поверхность на расстоянии $s = 10$ м от стола. На каком расстоянии от стола упадет шар? Временем взаимодействия пули и шара, а также сопротивлением воздуха пренебречь.

3.9.15. Грузу массой $m = 0,6$ кг, лежащему на краю длинной доски массой $M = 1$ кг, сообщили скорость $v = 3$ м/с, направленную вдоль доски (рис. 3.9.7). Найдите работу силы трения к моменту времени, когда груз перестает скользить по доске. Трение между доской и поверхностью, на которой находится доска, не учитывать. Поверхность, на которой находится доска, гладкая.

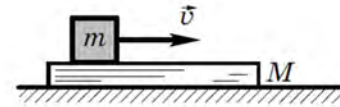


Рис. 3.9.7

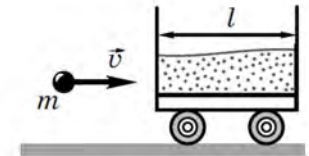


Рис. 3.9.8

3.9.16. Пуля массой $m = 10$ г попадает в стоящую тележку с песком массой $M = 5$ кг. Найдите наименьшую скорость пули, при которой она может вылететь через противоположную стену тележки (рис. 3.9.8). Средняя сила трения пули о песок $F = 100$ Н. Длина тележки $l = 0,2$ м.

3.9.17. «Пуля» пробивает закрепленную доску при минимальной скорости $v_0 = 10$ м/с. С какой скоростью должна лететь «пуля» для того, чтобы пробить незакрепленную доску? Масса доски $M = 1$ кг, масса «пули» $m = 200$ г. Силу сопротивления материала доски считать постоянной.

3.9.18. С какой по модулю и направлению скоростью должен прыгнуть человек массой $m = 70$ кг, стоящий на краю неподвижной тележки, чтобы попасть на другой ее конец к моменту остановки тележки? Масса тележки $M = 30$ кг, длина $l = 1$ м. Коэффициент трения тележки о поверхность дороги $\mu = 0,5$. Какое расстояние пройдет тележка вместе с человеком после окончания прыжка? Временем взаимодействия человека с тележкой пренебречь по сравнению со временем его полета.

• **3.9.19.** Грузы массами $m = 1$ кг и $M = 4$ кг соединили легкой пружиной. Систему положили на гладкий горизонтальный стол. Пружину немного сжали и с двух сторон поставили упоры, не дающие грузам разъезжаться (рис. 3.9.9). Если убрать один из упоров, то система начнет двигаться. Во сколько раз изменится максимальное удлинение пружины, если убрать не этот, а другой упор?

3.9.20. Два тела массами $m_1 = 0,3$ кг и $m_2 = 0,4$ кг связаны пружиной и лежат на гладкой горизонтальной поверхности (рис. 3.9.10). Какую наименьшую скорость необходимо сообщить телу массой m_1 , чтобы пружина сжалась на $x = 5$ см? Коэффициент жесткости пружины $k = 20$ Н/м.

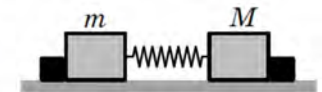


Рис. 3.9.9

3.9.21. При ударе шарика об идеально гладкую горизонтальную плоскость (рис. 3.9.11) он теряет треть часть кинетической энергии. Зная, что угол падения шарика $\alpha = 45^\circ$, найдите угол его отражения.

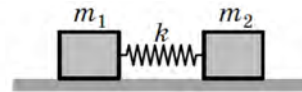


Рис. 3.9.10

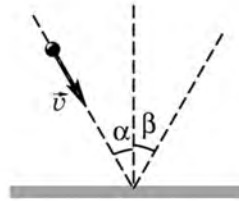


Рис. 3.9.11

3.9.22. Мяч бросают вниз с высоты $h = 7,5$ м. Какую скорость нужно сообщить мячу, чтобы после двух ударов о пол он поднялся до первоначальной высоты? Считать, что при каждом ударе о пол мяч теряет $\eta = 40\%$ механической энергии.

3.9.23. Шарик свободно падает с высоты $h = 2$ м на горизонтальную поверхность и отскакивает с потерей $\eta = 6,25\%$ кинетической энергии. Найдите время, которое проходит от начала движения шарика до его второго падения.

3.9.24. Шарик свободно падает с высоты $h = 10$ м. Во сколько раз скорость шарика до удара больше скорости после удара, если с момента падения шарика на пол до его второго удара о пол прошло время $t = 1,3$ с?

3.9.25. Пуля массой $m = 10$ г, летящая со скоростью $v_0 = 150$ м/с, пробивает спичечную коробку и вылетает из нее со скоростью $v = 0,6v_0$. Какое количество теплоты выделится при движении пули в коробке? Начальную и конечную скорости пули считать горизонтальными. Масса коробки $M = 50$ г.

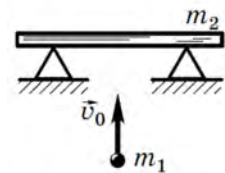


Рис. 3.9.12

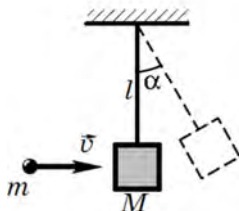


Рис. 3.9.13

3.9.26. Пуля массой $m_1 = 9$ г, летевшая вертикально вверх со скоростью $v_0 = 200$ м/с, пробил (точно в центре) лежавшую на двух опорах доску массой $m_2 = 0,27$ кг (рис. 3.9.12). При этом доска подпрыгнула на высоту $h = 0,2$ м. Какое количество теплоты выделилось при прохождении пули через доску?

3.9.27. Пуля массой $m = 10$ г, летящая горизонтально со скоростью $v = 400$ м/с, пробивает подвешенное на нити длиной $l = 0,2$ м тело (рис. 3.9.13). Масса тела $M = 2$ кг. После прохождения тела скорость пули стала в $n = 2$ раза меньше. На какой угол α отклонится тело? Какая часть кинетической энергии пули перейдет в теплоту?

3.9.28. Пуля массой $m = 20$ г, летящая го-

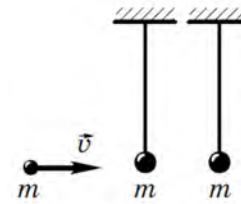


Рис. 3.9.14

ризонтально со скоростью $v = 100$ м/с, пробивает подвешенный на нити груз такой же массы m и застревает во втором таком же грузе (рис. 3.9.14). Найдите количество теплоты, выделившееся при пробивании первого груза, если во втором грузе выделилось количество теплоты $Q = 10$ Дж.

3.9.29. Два шара подвешены рядом на нитях одинаковой длины. Один из шаров отводят на угол α и отпускают. После соударения шаров первый шар останавливается, а второй отклоняет нить от вертикали на угол $\beta = 30^\circ$. На какой угол отклонится нить, на которой подвешен первый шар, после второго соударения? Считать, что при каждом ударе в теплоту переходит одинаковая доля потенциальной энергии деформации шаров.

Ответы:

3.9.11.

$$l = \frac{m_1 m_2 v_0}{(m_1 + m_2)^2} \left(\sqrt{1 + \left(1 + \frac{m_2}{m_1}\right)^2} - 1 \right) \sqrt{\frac{h}{g}} \approx 1,65 \text{ м.}$$

3.9.12. $l = \frac{m^2 v_0^2}{4(m+M)^2 g} \approx 0,62 \text{ м.}$

3.9.14. $l = \frac{m}{M} \left(v \sqrt{\frac{2h}{g}} - s \right) = 2 \text{ м.}$

3.9.15. $A = -\frac{m M v^2}{2(m+M)} = -1,69 \text{ Дж.}$

3.9.16. $v \approx \sqrt{\frac{2Fl}{m}} = 63,2 \text{ м/с.}$

3.9.17. $v = v_0 \sqrt{\frac{M+m}{M}} \approx 11 \text{ м/с.}$

3.9.18. $v =$

$$= M \sqrt{\frac{2\mu g l}{m^2 \cos^2 \alpha + 2\mu M^2 \sin^2 \alpha}} \approx 25 \text{ м/с}$$

под углом $\alpha = \arctg\left(\frac{m}{2\mu M}\right) \approx 66,8^\circ$
к горизонту;

$$s = \frac{(2M+m)m^3 v^2 \cos^2 \alpha}{2\mu g M^2 (m+M)} \approx 0,5 \text{ м.}$$

3.9.20. $v_{\min} = x \sqrt{\frac{k(m_1+m_2)}{m_1 m_2}} = 0,54 \text{ м/с.}$

3.9.21. $\beta = \arctg\left(\frac{\sqrt{3}}{2} \sin \alpha\right) = 60^\circ.$

3.9.22. $v = \sqrt{\frac{2gh\eta(2-\eta)}{(1-\eta)^2}} = 16,2 \text{ м/с.}$

3.9.23. $t = (1 + 2\sqrt{1-\eta}) \sqrt{\frac{2h}{g}} = 1,9 \text{ с.}$

3.9.24. $N = \frac{2}{t} \sqrt{\frac{2h}{g}} \approx 2,2 \text{ раза.}$

3.9.25. $Q = 337,5 \text{ Дж.}$

3.9.26.

$$Q = m_2 v_0 \sqrt{2gh} - \frac{(m_1 + m_2)m_2 gh}{m_1} = 91 \text{ Дж.}$$

3.9.27. $\cos \alpha = 1 - \frac{m^2 v^2}{8glM^2} = 0,74;$

$$\alpha \approx 41,9^\circ \approx 42^\circ; \eta = \frac{3M-m}{4M} \approx 0,75.$$

3.9.28. $Q_1 = 2(v\sqrt{mQ} - 2Q) = 49,4 \text{ Дж.}$

3.9.29. $\gamma = \beta = 30^\circ.$