

### 3.7. Закон сохранения механической энергии – 3

**3.7.21.** Какую скорость необходимо сообщить шарiku, подвешенному на нити длиной  $l = 1$  м, чтобы в момент отклонения нити на угол  $\alpha = 60^\circ$  от вертикали ускорение шарика было направленным горизонтально (рис. 3.7.12)?

• **3.7.22.** Шарик подвешен на легкой нерастяжимой нити длиной  $l = 30$  см так, что точка подвеса  $O$  находится на высоте  $h = 50$  см над столом. Шарик отклоняют на натянутой нити до горизонтального положения и отпускают. При движении шарика нить оборвалась в тот момент, когда угол отклонения от вертикали был равен  $\alpha = 60^\circ$ . Найдите высоту  $H$ , на которую подпрыгнет шарик после абсолютно упругого удара о стол.

• **3.7.23.** На бруске, находящемся на горизонтальной плоскости, вертикально установлен легкий стержень, к которому привязана нить с грузом массой  $m = 100$  г на конце (рис. 3.7.13). Нить с грузом отклоняют до горизонтального положения и отпускают. Определите массу  $M$  бруска, если он сдвинулся, когда угол между нитью и стержнем был равен  $\alpha = 45^\circ$ . Коэффициент трения бруска о плоскость  $\mu = 0,8$ .

**3.7.24.** Груз подвешен на легкой пружине. В положении равновесия груза длина пружины  $l_1 = 20$  см. Пружину медленно сжали до длины  $l_2 = 15$  см и отпустили. Найдите максимальную скорость груза. Длина недеформированной пружины  $l_0 = 10$  см.

• **3.7.25.** Груз, висающий на пружине, удлиняет ее на  $x = 3$  см (рис. 3.7.14). Какую минимальную работу надо совершить, чтобы увеличить удлинение пружины жесткостью  $k = 400$  Н/м в  $n = 3$  раза?

**3.7.26.** Один из концов резинового шнура жесткостью  $k = 10$  Н/м и длиной в недеформированном состоянии  $l_0 = 30$  см закреплен, а ко второму прикреплен груз массой  $m = 100$  г. Шнур отклоняют в вертикальной плоскости на угол  $\alpha = 60^\circ$  так, что он остается нерастянутым, и затем отпускают. Определите максимальное удлинение шнура при движении груза.

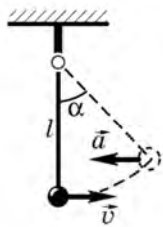


Рис. 3.7.12

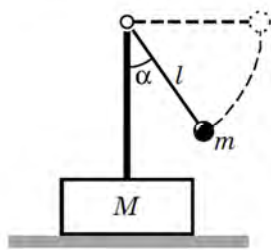


Рис. 3.7.13

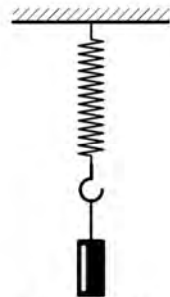


Рис. 3.7.14

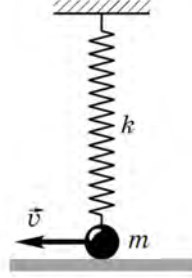


Рис. 3.7.15

**3.7.27.** На гладком горизонтальном столе расположен груз массой  $m = 1$  кг. Груз соединен с вертикальной пружиной, верхний конец которой закреплен (рис. 3.7.15). Какую минимальную скорость в горизонтальном направлении нужно сообщить грузу, чтобы он оторвался от поверхности стола? В исходном состоянии пружина не деформирована и имеет длину  $l = 30$  см. Коэффициент жесткости пружины  $k = 50$  Н/м.

• **3.7.28.** На подставке лежит тело массой  $m = 0,5$  кг, подвешенное на пружине жесткостью  $k = 40$  Н/м (рис. 3.7.16). В начальный момент пружина не растянута. Подставку начинают опускать вниз с ускорением  $a = 2$  м/с<sup>2</sup>. Через какое время подставка оторвется от тела? Каким будет максимальное растяжение пружины?

• **3.7.29.** Легкая пружина установлена вертикально на столе. С высоты  $h = 40$  см относительно поверхности стола на нее падает стальной шарик массой  $m = 0,1$  кг (рис. 3.7.17). Найдите максимальный импульс шарика. Жесткость пружины  $k = 19,6$  Н/м, ее длина в недеформированном состоянии  $l = 20$  см.

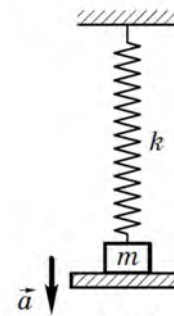


Рис. 3.7.16

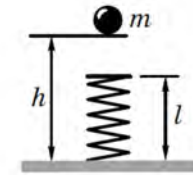


Рис. 3.7.17

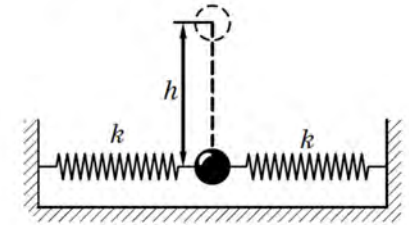


Рис. 3.7.18

**3.7.30.** Легкая пружина жесткостью  $k = 50$  Н/м и длиной в недеформированном состоянии  $l_0 = 30$  см установлена вертикально на столе. На нее падает стальной шарик массой  $m = 250$  г. Определите высоту относительно поверхности стола, на которой шарик будет иметь максимальную скорость. Чему равно максимальное сжатие пружины, если в начальный момент шарик находился на высоте  $h = 40$  см от поверхности стола?

**3.7.31.** Шарик массой  $m = 0,1$  кг закреплен на полу двумя одинаковыми пружинами жесткостью  $k = 15$  Н/м каждая, как показано на рисунке 3.7.18. В начальном состоянии пружины не деформированы и длина каждой пружины  $l = 40$  см. Шарик поднимают на высоту  $h = 30$  см и отпускают. Какой импульс передает шарик при абсолютно упругом ударе о поверхность?



• **3.7.32.** Маленький шарик массой  $m = 200$  г, находящийся на гладкой горизонтальной поверхности, прикреплен к вертикальной оси невесомой пружиной длиной  $l = 30$  см и жесткостью  $k = 100$  Н/м (рис. 3.7.19). Пружину с грузом раскручивают в горизонтальной плоскости до угловой скорости  $\omega = 10$  рад/с. Найдите

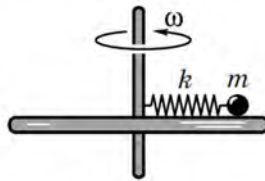


Рис. 3.7.19



Рис. 3.7.20

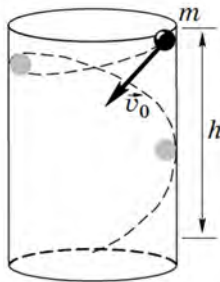


Рис. 3.7.21

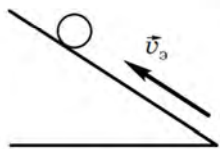


Рис. 3.7.22

те работу, необходимую для раскрутки пружины с грузом. Считать, что пружина не изгибается. В начальном положении пружина не деформирована.

• **3.7.33.** Маленькое тело массой  $m = 20$  г движется не отрываясь по внутренней гладкой поверхности вертикального цилиндра (рис. 3.7.20). Начальная скорость тела  $v_0$  составляет угол  $\alpha = 30^\circ$  с горизонтом. Чему равна сила, с которой тело давит на поверхность цилиндра в высшей точке траектории, если при подъеме на максимальную высоту тело совершило ровно  $n = 4$  оборота внутри цилиндра?

• **3.7.34.** Внутри вертикально стоящей цилиндрической трубы радиусом  $R = 10$  см находится шарик массой  $m = 20$  г. Шарик сообщили горизонтальную скорость  $v_0 = 5$  м/с, направленную по касательной к поверхности трубы (рис. 3.7.21). С какой силой шарик действует на поверхность трубы в момент, когда он опустился на расстояние  $h = 50$  см? Сколько полных оборотов за это время сделал шарик? Трения нет.

• **3.7.35.** Эскалатор, расположенный под углом к горизонту, движется вверх со скоростью  $v_s = 2$  м/с. На поручень вертикально ставят колечко радиусом  $r = 2$  см, которое начинает двигаться вместе с поручнем, а затем колечко отпускают (рис. 3.7.22). Найдите угловую скорость колечка в момент времени, когда его центр масс опустится по вертикали на высоту  $h = 0,5$  м. Масса колечка равномерно распределена по его ободу, проскальзывания нет.

Ответы:

**3.7.21.**

$$v = \sqrt{gl(\sin \alpha \cdot \operatorname{tg} \alpha - 2 \cos \alpha + 2)} \approx 5 \text{ м/с.}$$

**3.7.24.**  $v = (l_1 - l_2) \sqrt{\frac{g}{l_1 - l_0}} = 0,5 \text{ м/с.}$

**3.7.26.**  $\Delta l \approx \sqrt{\frac{mgl_0}{k}} = 17,3 \text{ см.}$

**3.7.27.**  $v = \frac{gl\sqrt{mk}}{kl - mg} \approx 4 \text{ м/с.}$

**3.7.30.**  $h = l_0 - \frac{mg}{k} = 25 \text{ см; } \Delta x = \frac{mg}{k} \left( 1 + \sqrt{\frac{1 + 2k(H - l_0)}{mg}} \right) \approx 16 \text{ см.}$

**3.7.31.**  $\Delta p = 2m \sqrt{2gh + \frac{2k(\sqrt{h^2 - l^2} - l)}{m}} = 0,6 \text{ кг} \cdot \text{м/с.}$