

Д31.4(17)

1. На шероховатой поверхности лежит груз, прикрепленный к стенке пружины. Пружина не деформирована. Если оттянуть груз на расстояние  $\Delta L$  и отпустить, то он остановится в первоначальном положении, не совершив ни одного колебания. Где остановится (завершит свой путь) груз, если его оттянуть на расстояние  $2\Delta L$ ,  $\Delta L/2$ ?
2. Автомобиль, трогаясь с места, равномерно набирает скорость, двигаясь по горизонтальному участку дороги, представляющему собой дугу окружности в  $\alpha=\pi/6$ , радиуса  $R=100$  м. С какой максимальной скоростью автомобиль может выехать на прямой участок пути? Коэффициент трения колес о землю  $\mu=0,3$ .
3. Найти отношение минимальных затрат энергии, необходимых для поднятия спутника с полюса Земли на высоту  $h$  и для запуска уже поднятого спутника на круговую орбиту (этой же высоты). Радиус Земли равен  $R$ .
4. Шарик массы  $M$ , подвешенный на нити длины  $L$ , отвели до горизонтального положения нити и отпустили с начальной скоростью  $V$ , направленной вертикально вниз. Какова предельная скорость  $V$ , при которой нить не оборвется, если допустимая нагрузка на нить  $T_0=nMg$ ?
5. По внутренней поверхности гладкой конической воронки, стоящей вертикально, скользят с постоянными по величине скоростями на высотах  $h_1$  и  $h_2$  от вершины конуса две одинаковые шайбы. Написать для таких шайб аналог третьего закона Кеплера, т.е. найти отношение квадратов их периодов обращения вокруг оси конуса.
6. На горизонтальной плоскости на расстоянии  $L=1$  м друг от друга лежат два тела массами  $m_1=1$  кг и  $m_2=2$  кг. Телу массой  $m_1$  сообщили скорость  $V_0=2,5$  м/с. После столкновения друг с другом тела стали двигаться как единое целое. Какой путь прошли тела после столкновения, если коэффициент их трения о поверхность  $k=0,1$ ?
7. Какую работу совершит сила  $F=30$  Н, подняв по наклонной плоскости груз массой  $m=2$  кг на высоту  $h=2$  м с ускорением  $a=10$  м/с<sup>2</sup>. Сила действует параллельно наклонной плоскости. Трением о плоскость пренебречь.
8. Космический корабль должен, изменив курс, двигаться с прежним по модулю импульсом  $p$  под углом  $\alpha$  к первоначальному направлению. На какое наименьшее время нужно включить двигатель с силой тяги  $F$  и как при этом нужно ориентировать его ось?

Д31.4(17)

1. На шероховатой поверхности лежит груз, прикрепленный к стенке пружины. Пружина не деформирована. Если оттянуть груз на расстояние  $\Delta L$  и отпустить, то он остановится в первоначальном положении, не совершив ни одного колебания. Где остановится (завершит свой путь) груз, если его оттянуть на расстояние  $2\Delta L$ ,  $\Delta L/2$ ?
2. Автомобиль, трогаясь с места, равномерно набирает скорость, двигаясь по горизонтальному участку дороги, представляющему собой дугу окружности в  $\alpha=\pi/6$ , радиуса  $R=100$  м. С какой максимальной скоростью автомобиль может выехать на прямой участок пути? Коэффициент трения колес о землю  $\mu=0,3$ .
3. Найти отношение минимальных затрат энергии, необходимых для поднятия спутника с полюса Земли на высоту  $h$  и для запуска уже поднятого спутника на круговую орбиту (этой же высоты). Радиус Земли равен  $R$ .
4. Шарик массы  $M$ , подвешенный на нити длины  $L$ , отвели до горизонтального положения нити и отпустили с начальной скоростью  $V$ , направленной вертикально вниз. Какова предельная скорость  $V$ , при которой нить не оборвется, если допустимая нагрузка на нить  $T_0=nMg$ ?
5. По внутренней поверхности гладкой конической воронки, стоящей вертикально, скользят с постоянными по величине скоростями на высотах  $h_1$  и  $h_2$  от вершины конуса две одинаковые шайбы. Написать для таких шайб аналог третьего закона Кеплера, т.е. найти отношение квадратов их периодов обращения вокруг оси конуса.
6. На горизонтальной плоскости на расстоянии  $L=1$  м друг от друга лежат два тела массами  $m_1=1$  кг и  $m_2=2$  кг. Телу массой  $m_1$  сообщили скорость  $V_0=2,5$  м/с. После столкновения друг с другом тела стали двигаться как единое целое. Какой путь прошли тела после столкновения, если коэффициент их трения о поверхность  $k=0,1$ ?
7. Какую работу совершит сила  $F=30$  Н, подняв по наклонной плоскости груз массой  $m=2$  кг на высоту  $h=2$  м с ускорением  $a=10$  м/с<sup>2</sup>. Сила действует параллельно наклонной плоскости. Трением о плоскость пренебречь.
8. Космический корабль должен, изменив курс, двигаться с прежним по модулю импульсом  $p$  под углом  $\alpha$  к первоначальному направлению. На какое наименьшее время нужно включить двигатель с силой тяги  $F$  и как при этом нужно ориентировать его ось?

#### Д31.4(18)

1. Человек стоит на неподвижной тележке и бросает горизонтально камень массой  $m=8$  кг со скоростью  $v=5$  м/с относительно земли. Определите, какую минимальную работу может при этом совершить человек, если масса тележки вместе с человеком  $M=160$  кг. Трением тележки о землю пренебречь.
2. Тело массы  $m$  скользит с высоты  $h$  по желобу и затем плавно переходит на внутреннюю поверхность вертикальной окружности радиуса  $R$ , касающейся земли (проходит «мертвую петлю»). Переход происходит в нижней точке окружности. Трение отсутствует. Определить угол  $\alpha$ , который образует с вертикалью радиус, проведенный в ту точку, где сила давления тела на поверхность окружности равна  $N$ . Угол отсчитывается снизу.
- 3-4. Тело массой  $M$  находится на горизонтальной поверхности. В теле сделано полусферическое углубление радиуса  $R$ . Левая половина углубления абсолютно гладкая, а правая – шероховатая с коэффициентом трения  $\mu$ . Из верхней точки в левой половине углубления опускается без начальной скорости маленький брусок массой  $m$ . Определить тангенциальное и нормальное ускорения бруска в первый момент движения по шероховатой части полусферы (в ее нижней точке). Рассмотрите два случая: а) (3) тело массой  $M$  закреплено на горизонтальной поверхности; б) (4) тело массой  $M$  может скользить без трения по горизонтальной поверхности.
5. По наклонной плоскости, составляющей угол  $\alpha$  с горизонтом, начинает соскальзывать без трения ящик с песком массой  $M$ . В тот момент, когда его скорость была равна  $U$ , в него попало тело массой  $m$ , скорость которого направлена вниз под углом  $\beta$  к горизонту. Ящик при этом остановился. С какой скоростью  $v$  двигалось тело?
6. Какую минимальную работу надо совершить, чтобы перекантовать через ребро куб массой  $M$  с длиной ребра  $a$ .
7. На полюсе некоторой планеты тело весит вдвое больше, чем на экваторе. Определите период обращения планеты вокруг собственной оси. Планету считать шаром (объем шара радиуса  $R$  равен  $V=4\pi R^3/3$ ). Плотность вещества планеты  $\rho$ .
8. На виток цилиндрической спирали, ось которой вертикальна, надевают маленькое колечко массой  $m$ . Колечко без трения начинает скользить по винтовой линии. С какой силой будет колечко давить на спираль после того, как оно пройдет  $n$  полных витков? Радиус витка  $R$ , расстояние между соседними витками  $h$  (шаг витка). Решить задачу для произвольных соотношений  $h$ ,  $R$  и  $n$ .

#### Д31.4(18)

1. Человек стоит на неподвижной тележке и бросает горизонтально камень массой  $m=8$  кг со скоростью  $v=5$  м/с относительно земли. Определите, какую минимальную работу может при этом совершить человек, если масса тележки вместе с человеком  $M=160$  кг. Трением тележки о землю пренебречь.
2. Тело массы  $m$  скользит с высоты  $h$  по желобу и затем плавно переходит на внутреннюю поверхность вертикальной окружности радиуса  $R$ , касающейся земли (проходит «мертвую петлю»). Переход происходит в нижней точке окружности. Трение отсутствует. Определить угол  $\alpha$ , который образует с вертикалью радиус, проведенный в ту точку, где сила давления тела на поверхность окружности равна  $N$ . Угол отсчитывается снизу.
- 3-4. Тело массой  $M$  находится на горизонтальной поверхности. В теле сделано полусферическое углубление радиуса  $R$ . Левая половина углубления абсолютно гладкая, а правая – шероховатая с коэффициентом трения  $\mu$ . Из верхней точки в левой половине углубления опускается без начальной скорости маленький брусок массой  $m$ . Определить тангенциальное и нормальное ускорения бруска в первый момент движения по шероховатой части полусферы (в ее нижней точке). Рассмотрите два случая: а) (3) тело массой  $M$  закреплено на горизонтальной поверхности; б) (4) тело массой  $M$  может скользить без трения по горизонтальной поверхности.
5. По наклонной плоскости, составляющей угол  $\alpha$  с горизонтом, начинает соскальзывать без трения ящик с песком массой  $M$ . В тот момент, когда его скорость была равна  $U$ , в него попало тело массой  $m$ , скорость которого направлена вниз под углом  $\beta$  к горизонту. Ящик при этом остановился. С какой скоростью  $v$  двигалось тело?
6. Какую минимальную работу надо совершить, чтобы перекантовать через ребро куб массой  $M$  с длиной ребра  $a$ .
7. На полюсе некоторой планеты тело весит вдвое больше, чем на экваторе. Определите период обращения планеты вокруг собственной оси. Планету считать шаром (объем шара радиуса  $R$  равен  $V=4\pi R^3/3$ ). Плотность вещества планеты  $\rho$ .
8. На виток цилиндрической спирали, ось которой вертикальна, надевают маленькое колечко массой  $m$ . Колечко без трения начинает скользить по винтовой линии. С какой силой будет колечко давить на спираль после того, как оно пройдет  $n$  полных витков? Радиус витка  $R$ , расстояние между соседними витками  $h$  (шаг витка). Решить задачу для произвольных соотношений  $h$ ,  $R$  и  $n$ .

#### Д31.4(19)

1. Тело роняют над тяжелой плитой на высоте  $h$  от нее. Плита движется вертикально вверх с постоянной скоростью  $u$ . Определите время между двумя последовательными ударами тела о плиту. Удары абсолютно упругие, т.е. происходят без потери энергии.
2. Пластиновый шарик массы  $M$ , двигаясь вертикально вверх, мгновенно прилипает к кубику такой же массы, висевшему в положении равновесия над шариком на пружине жесткости  $k$ . В момент максимального подъема ускорение тел равно ускорению свободного падения. Пренебрегая сопротивлением воздуха, определите скорость шарика перед соударением.
3. Вверх по гладкой наклонной полуплоскости от ее нижнего края начинает двигаться тело с начальной скоростью  $V_0=10$  м/с. На каком расстоянии от начальной точки кинетическая энергия тела уменьшается в  $n=2$  раза? Угол наклона полуплоскости равен  $\alpha$ .
4. Какую мощность развивает человек при движении саней, если он тянет их в гору равномерно со скоростью  $v=0,5$  м/с? Масса саней  $m=10$  кг, коэффициент трения между полозьями саней и поверхностью горы  $k=1/\sqrt{3}$ . Угол наклона горы  $\alpha=30^\circ$ . Веревка, за которую привязаны сани, натянута под углом  $\beta=60^\circ$  к поверхности горы.
5. Тело находится на вершине неподвижной гладкой горки высотой  $H$ . Какую начальную скорость  $V_0$  надо сообщить телу, чтобы спустившись с гладкой горки, оно смогло подняться на высоту  $h$  по шероховатой наклонной плоскости, составляющей угол  $\beta$  с горизонтом. Известно, что коэффициент трения между телом и наклонной плоскостью меняется линейно от нуля (у основания плоскости) до  $\mu$  на высоте  $h$ . Все переходы между горкой, поверхностью земли и наклонной плоскостью являются плавными.
6. Вычислить отношение масс Солнца и Земли по таким данным: Луна совершает 13 обращений вокруг Земли в течение земного года; среднее расстояние от Солнца до Земли в 390 раз больше расстояния от Луны до Земли.
7. Автомобиль массой  $M=3000$  кг движется с постоянной скоростью  $v=36$  км/час: а) по выпуклому мосту; б) по вогнутому мосту. Радиус кривизны моста 60 м. С какой силой давит автомобиль на мост в тот момент, когда линия, соединяющая центр кривизны моста с автомобилем, составляет угол  $\alpha=30^\circ$  с вертикалью?
8. Плоское круглое проволочное кольцо вращается с постоянной угловой скоростью вокруг вертикальной оси, которая лежит в плоскости кольца и касается его. Радиус кольца  $R=25$  см. На проволоку насажен небольшой шарик массы  $m=30$  г, который может скользить вдоль кольца без трения. Вращаясь вместе с кольцом, шарик находится на высоте  $h=R/2$  от нижнего края кольца. Найти угловую скорость вращения кольца.

#### Д31.4(19)

1. Тело роняют над тяжелой плитой на высоте  $h$  от нее. Плита движется вертикально вверх с постоянной скоростью  $u$ . Определите время между двумя последовательными ударами тела о плиту. Удары абсолютно упругие, т.е. происходят без потери энергии.
2. Пластиновый шарик массы  $M$ , двигаясь вертикально вверх, мгновенно прилипает к кубику такой же массы, висевшему в положении равновесия над шариком на пружине жесткости  $k$ . В момент максимального подъема ускорение тел равно ускорению свободного падения. Пренебрегая сопротивлением воздуха, определите скорость шарика перед соударением.
3. Вверх по гладкой наклонной полуплоскости от ее нижнего края начинает двигаться тело с начальной скоростью  $V_0=10$  м/с. На каком расстоянии от начальной точки кинетическая энергия тела уменьшается в  $n=2$  раза? Угол наклона полуплоскости равен  $\alpha$ .
4. Какую мощность развивает человек при движении саней, если он тянет их в гору равномерно со скоростью  $v=0,5$  м/с? Масса саней  $m=10$  кг, коэффициент трения между полозьями саней и поверхностью горы  $k=1/\sqrt{3}$ . Угол наклона горы  $\alpha=30^\circ$ . Веревка, за которую привязаны сани, натянута под углом  $\beta=60^\circ$  к поверхности горы.
5. Тело находится на вершине неподвижной гладкой горки высотой  $H$ . Какую начальную скорость  $V_0$  надо сообщить телу, чтобы спустившись с гладкой горки, оно смогло подняться на высоту  $h$  по шероховатой наклонной плоскости, составляющей угол  $\beta$  с горизонтом. Известно, что коэффициент трения между телом и наклонной плоскостью меняется линейно от нуля (у основания плоскости) до  $\mu$  на высоте  $h$ . Все переходы между горкой, поверхностью земли и наклонной плоскостью являются плавными.
6. Вычислить отношение масс Солнца и Земли по таким данным: Луна совершает 13 обращений вокруг Земли в течение земного года; среднее расстояние от Солнца до Земли в 390 раз больше расстояния от Луны до Земли.
7. Автомобиль массой  $M=3000$  кг движется с постоянной скоростью  $v=36$  км/час: а) по выпуклому мосту; б) по вогнутому мосту. Радиус кривизны моста 60 м. С какой силой давит автомобиль на мост в тот момент, когда линия, соединяющая центр кривизны моста с автомобилем, составляет угол  $\alpha=30^\circ$  с вертикалью?
8. Плоское круглое проволочное кольцо вращается с постоянной угловой скоростью вокруг вертикальной оси, которая лежит в плоскости кольца и касается его. Радиус кольца  $R=25$  см. На проволоку насажен небольшой шарик массы  $m=30$  г, который может скользить вдоль кольца без трения. Вращаясь вместе с кольцом, шарик находится на высоте  $h=R/2$  от нижнего края кольца. Найти угловую скорость вращения кольца.

Д31.4(20)

1. На широте  $\varphi$  на поверхности Земли лежит тело. Найти полную силу взаимодействия между телом и Землей. Масса тела  $m$ , радиус Земли  $R$ , угловая скорость вращения Земли вокруг своей оси  $\omega$ . При каких коэффициентах трения  $k$  это возможно?
2. По оси вращения земного шара пробурована шахта. В нее падает тело с нулевой начальной скоростью. Определить максимальную скорость тела. Сопротивление движению не учитывать. Плотность Земли считать постоянной.
3. Спутник, движущийся по круговой орбите вблизи поверхности планеты, совершает оборот за время  $T_1$ . Если же круговая орбита проходит на высоте  $h$  от поверхности той же планеты, то период обращения равен  $T_2$ . Каково ускорение свободного падения у поверхности этой планеты без атмосферы?
4. После упругого столкновения с покоящейся частицей массой  $M$  налетающая частица полетела под прямым углом к первоначальному направлению движения, а частица массы  $M$  – под углом  $\alpha$  к этому направлению. Найдите массу  $m$  налетающей частицы.
5. Определите силу тяги воздушно-реактивного двигателя самолета, летящего со скоростью  $v$ . Массовый расход топлива и поступающего в двигатель воздуха равен  $\mu_1$  и  $\mu_2$  соответственно ( $[\mu]=\text{кг/с}$ ). Скорость продуктов сгорания относительно самолета на выходе из двигателя  $u$ .
6. Маятник представляет собой прямой стержень длиной  $L=1,5$  м, на конце которого находится стальной шар массой  $M=1$  кг. В шар попадает летящий горизонтально со скоростью  $v=50$  м/с стальной шарик массой  $m=20$  г. Определить угол максимального отклонения маятника, считая удар упругим и центральным. Массой стержня пренебречь.
7. Горизонтальный гладкий стержень вращается с угловой скоростью  $\omega$  вокруг вертикальной оси, проходящей через точку  $O$  стержня. Пружина одним концом прикреплена к точке  $O$ , а другим – к шайбе, свободно надетой на стержень. Определить радиус окружности, по которой будет двигаться шайба. Длина недеформированной пружины  $L_0$ . Если шайба свободно висит на пружине, то длина пружины равна  $L$ .
8. Автомобиль движется по выпуклому мосту, имеющему форму дуги окружности радиуса  $R=40$  м. Какое максимальное ускорение в горизонтальном направлении может развивать автомобиль в высшей точке моста, если скорость его в этой точке равна  $v=50,4$  км/ч? Коэффициент трения колес автомобиля о мост равен  $k=0,27$ .

Д31.4(20)

1. На широте  $\varphi$  на поверхности Земли лежит тело. Найти полную силу взаимодействия между телом и Землей. Масса тела  $m$ , радиус Земли  $R$ , угловая скорость вращения Земли вокруг своей оси  $\omega$ . При каких коэффициентах трения  $k$  это возможно?
2. По оси вращения земного шара пробурована шахта. В нее падает тело с нулевой начальной скоростью. Определить максимальную скорость тела. Сопротивление движению не учитывать. Плотность Земли считать постоянной.
3. Спутник, движущийся по круговой орбите вблизи поверхности планеты, совершает оборот за время  $T_1$ . Если же круговая орбита проходит на высоте  $h$  от поверхности той же планеты, то период обращения равен  $T_2$ . Каково ускорение свободного падения у поверхности этой планеты без атмосферы?
4. После упругого столкновения с покоящейся частицей массой  $M$  налетающая частица полетела под прямым углом к первоначальному направлению движения, а частица массы  $M$  – под углом  $\alpha$  к этому направлению. Найдите массу  $m$  налетающей частицы.
5. Определите силу тяги воздушно-реактивного двигателя самолета, летящего со скоростью  $v$ . Массовый расход топлива и поступающего в двигатель воздуха равен  $\mu_1$  и  $\mu_2$  соответственно ( $[\mu]=\text{кг/с}$ ). Скорость продуктов сгорания относительно самолета на выходе из двигателя  $u$ .
6. Маятник представляет собой прямой стержень длиной  $L=1,5$  м, на конце которого находится стальной шар массой  $M=1$  кг. В шар попадает летящий горизонтально со скоростью  $v=50$  м/с стальной шарик массой  $m=20$  г. Определить угол максимального отклонения маятника, считая удар упругим и центральным. Массой стержня пренебречь.
7. Горизонтальный гладкий стержень вращается с угловой скоростью  $\omega$  вокруг вертикальной оси, проходящей через точку  $O$  стержня. Пружина одним концом прикреплена к точке  $O$ , а другим – к шайбе, свободно надетой на стержень. Определить радиус окружности, по которой будет двигаться шайба. Длина недеформированной пружины  $L_0$ . Если шайба свободно висит на пружине, то длина пружины равна  $L$ .
8. Автомобиль движется по выпуклому мосту, имеющему форму дуги окружности радиуса  $R=40$  м. Какое максимальное ускорение в горизонтальном направлении может развивать автомобиль в высшей точке моста, если скорость его в этой точке равна  $v=50,4$  км/ч? Коэффициент трения колес автомобиля о мост равен  $k=0,27$ .

#### Д31.4(21)

1. Тонкий обруч без проскальзывания скатывается в яму, имеющую форму полусферы. На какой глубине  $h$  сила нормального давления обруча на стенку ямы равна его силе тяжести? Радиус ямы  $R$ , радиус обруча  $r$ . Первоначально центр обруча находится на одной горизонтали с центром полусферы.
2. Стержень ничтожной массы длиной  $L$  с двумя маленькими шариками  $m_1$  и  $m_2$  ( $m_1 > m_2$ ) на концах может вращаться около оси, проходящей через середину стержня перпендикулярно к нему. Стержень приводят в горизонтальное положение и отпускают. Определить угловую скорость  $\omega$  и силу давления  $F$  на ось в момент прохождения стержнем с шариками положения равновесия.
3. Полый каток массой  $M=200$  кг покоится на шероховатом асфальте. Затем к нему прицепляют трактор, который начинает тянуть его за ось с постоянной силой  $F=400$  Н. До какой скорости разгонится каток за  $L=18$  м пройденного пути?
4. Горизонтальный гладкий стержень вращается вокруг вертикальной оси, проходящей через его конец (точку  $O$ ). Пружина одним концом прикреплена к точке  $A$  стержня, а другим – к шайбе, свободно надежной на стержень. Точка  $A$  находится между т.  $O$  и шайбой на расстоянии  $S=20$  см от точки  $O$ . Масса шайбы  $m=0,1$  кг, угловая скорость стержня  $\omega=50$  рад/с, жесткость пружины  $k=1500$  Н/м, а ее длина в недеформированном состоянии  $L=30$  см. Какую длину будет иметь пружина при вращении стержня.
5. Спутник движется вокруг Земли на расстоянии  $h$  от ее поверхности. Радиус Земли  $R$ . Считая орбиту спутника круговой, выразить скорость движения и период обращения спутника через  $h$ ,  $R$  и ускорение свободного падения  $g$  на поверхности Земли.
6. По выпуклому мосту, радиус кривизны которого  $R=90$  м, со скоростью  $v=54$  км/ч движется автомобиль массой  $m=2$  т. В точке моста, направление на которую из центра кривизны моста составляет с вертикалью угол  $\alpha$ , автомобиль давит с силой  $F=14400$  Н. Определить угол  $\alpha$ .
7. Пуля, летевшая горизонтально со скоростью  $v=40$  м/с, попадает в брусок, подвешенный на нити длиной  $L=4$  м, и застревает в нем. Определить угол  $\alpha$ , на который отклонится брусок, если масса пули  $m_1=20$  г, а бруска  $m_2=5$  кг.
8. Поршень массой  $m=1$  кг и сечением  $S=10$  см<sup>2</sup> герметично прилегает к стенкам вертикально закрепленного цилиндра, может скользить по ним без трения и силой атмосферного давления ( $P_0=100$  кПа) прижат к верхнему торцу цилиндра. Найти работу, которую надо совершить для «отрыва» поршня от торца цилиндра, растягивая пружину, прикрепленную к поршню. Жесткость пружины  $k=0,9$  кН/м.

#### Д31.4(21)

1. Тонкий обруч без проскальзывания скатывается в яму, имеющую форму полусферы. На какой глубине  $h$  сила нормального давления обруча на стенку ямы равна его силе тяжести? Радиус ямы  $R$ , радиус обруча  $r$ . Первоначально центр обруча находится на одной горизонтали с центром полусферы.
2. Стержень ничтожной массы длиной  $L$  с двумя маленькими шариками  $m_1$  и  $m_2$  ( $m_1 > m_2$ ) на концах может вращаться около оси, проходящей через середину стержня перпендикулярно к нему. Стержень приводят в горизонтальное положение и отпускают. Определить угловую скорость  $\omega$  и силу давления  $F$  на ось в момент прохождения стержнем с шариками положения равновесия.
3. Полый каток массой  $M=200$  кг покоится на шероховатом асфальте. Затем к нему прицепляют трактор, который начинает тянуть его за ось с постоянной силой  $F=400$  Н. До какой скорости разгонится каток за  $L=18$  м пройденного пути?
4. Горизонтальный гладкий стержень вращается вокруг вертикальной оси, проходящей через его конец (точку  $O$ ). Пружина одним концом прикреплена к точке  $A$  стержня, а другим – к шайбе, свободно надежной на стержень. Точка  $A$  находится между т.  $O$  и шайбой на расстоянии  $S=20$  см от точки  $O$ . Масса шайбы  $m=0,1$  кг, угловая скорость стержня  $\omega=50$  рад/с, жесткость пружины  $k=1500$  Н/м, а ее длина в недеформированном состоянии  $L=30$  см. Какую длину будет иметь пружина при вращении стержня.
5. Спутник движется вокруг Земли на расстоянии  $h$  от ее поверхности. Радиус Земли  $R$ . Считая орбиту спутника круговой, выразить скорость движения и период обращения спутника через  $h$ ,  $R$  и ускорение свободного падения  $g$  на поверхности Земли.
6. По выпуклому мосту, радиус кривизны которого  $R=90$  м, со скоростью  $v=54$  км/ч движется автомобиль массой  $m=2$  т. В точке моста, направление на которую из центра кривизны моста составляет с вертикалью угол  $\alpha$ , автомобиль давит с силой  $F=14400$  Н. Определить угол  $\alpha$ .
7. Пуля, летевшая горизонтально со скоростью  $v=40$  м/с, попадает в брусок, подвешенный на нити длиной  $L=4$  м, и застревает в нем. Определить угол  $\alpha$ , на который отклонится брусок, если масса пули  $m_1=20$  г, а бруска  $m_2=5$  кг.
8. Поршень массой  $m=1$  кг и сечением  $S=10$  см<sup>2</sup> герметично прилегает к стенкам вертикально закрепленного цилиндра, может скользить по ним без трения и силой атмосферного давления ( $P_0=100$  кПа) прижат к верхнему торцу цилиндра. Найти работу, которую надо совершить для «отрыва» поршня от торца цилиндра, растягивая пружину, прикрепленную к поршню. Жесткость пружины  $k=0,9$  кН/м.