

**Индивидуальное задание № 1**  
**МЕХАНИКА**

1.1. Точка обращается по окружности радиусом 1,2 м. Уравнение движения точки  $\varphi = At + Bt^3$ , где  $A = 0,5$  рад/с,  $B = 0,2$  рад/с<sup>3</sup>. Определить тангенциальное, нормальное и полное ускорения точки в момент времени 4 с.

1.2. Ледяная горка составляет с горизонтом угол 30°. Из некоторой точки по ней снизу вверх движется тело с начальной скоростью 10 м/с; коэффициент трения скольжения 0,1. Определите: 1) скорость тела при его возвращении в ту же точку; 2) высоту поднятия тела.

1.3. Тело массой 2 кг движется со скоростью 4 м/с и ударяется о неподвижное тело такой же массы. Считая удар центральным и абсолютно неупругим, найти количество теплоты, выделившейся при ударе.

1.4. Человек стоит на неподвижной скамейке Жуковского и ловит мяч массой 0,3 кг, летящий в горизонтальном направлении на расстоянии 60 см от вертикальной оси вращения скамейки. После этого скамейка стала поворачиваться с угловой скоростью 1 рад/с. Момент инерции человека и скамейки 6 кг·м<sup>2</sup>. Определите скорость мяча.

1.5. Тело приводится во вращение вокруг горизонтальной оси с помощью падающего груза, привязанного к шнуру, предварительно намотанному на ось. Груз массой 2 кг в течение 6 с опускается на расстояние 2 м. Радиус оси 8 мм. Пренебрегая силой трения, определите момент инерции тела.

2.1. Определить полное ускорение в момент времени 3 с точки, находящейся на ободу колеса радиусом 0,5 м, вращающегося согласно уравнению  $\varphi = At + Bt^3$ , где  $A = 2$  рад/с,  $B = 0,2$  рад/с<sup>3</sup>.

2.2. Автомобиль массой 10 кг движется при выключенном моторе с постоянной скоростью 54 км/ч под горку с уклоном 4 м на каждые 100 м пути. Какую мощность должен развивать двигатель автомобиля, чтобы автомобиль двигался с такой же скоростью в гору?

2.3. Тело массой 2 кг движется навстречу второму телу массой 1,5 кг и абсолютно неупруго соударяется с ним. Скорости тел непосредственно перед ударом были 1 м/с и 2 м/с. Какое время будут двигаться эти тела после удара, если коэффициент трения 0,05?

2.4. На краю горизонтальной платформы, имеющей форму диска радиусом 2 м и массой 200 кг, стоит человек, масса которого 60 кг. Платформа может вращаться вокруг вертикальной оси, проходящей через ее центр. Пренебрегая трением, определите угловую скорость вращения платформы, если человек будет идти вдоль ее края со скоростью 1 м/с относительно земли.

2.5. К ободу однородного сплошного диска радиусом 0,5 м приложена постоянная касательная сила 100 Н. При вращении диска на него действует момент сил трения 2 Н·м. Определить массу диска, если известно, что его угловое ускорение постоянно и равно 16 рад/с<sup>2</sup>.

3.1. Точка обращается по окружности радиусом 8 м. В некоторый момент времени нормальное ускорение точки равно 4 м/с<sup>2</sup>, вектор полного ускорения образует в этот момент с вектором нормального ускорения угол 60°. Найти скорость и тангенциальное ускорение точки.

3.2. Найти работу, которую надо совершить, чтобы увеличить скорость движения тела массой 10 кг от 2 м/с до 6 м/с на пути 10 м. На всем пути действует сила трения 2 Н.

3.3. Снаряд, летевший со скоростью 400 м/с, разорвался на два осколка. Меньший осколок, масса которого составляет 40% от массы снаряда, полетел в противоположном направлении со скоростью 150 м/с. Определить скорость большего осколка.

3.4. На краю горизонтальной платформы, имеющей форму диска радиусом 2 м и массой 200 кг, стоит человек, масса которого 60 кг. Платформа может вращаться вокруг вертикальной оси, проходящей через ее центр. Пренебрегая трением, определите угловую скорость вращения платформы, если человек будет идти вдоль ее края со скоростью 1 м/с относительно платформы.

3.5. На однородный сплошной цилиндрический вал радиусом 5 см и массой 10 кг намотана легкая нить, к концу которой прикреплен груз массой 1 кг. Определить: 1) зависимость  $S(t)$ , согласно которой движется груз; 2) силу натяжения нити; 3) зависимость  $\varphi(t)$ , согласно которой вращается вал; 4) угловую скорость вала через 1 с после начала движения; 5) тангенциальное и нормальное ускорение точек, находящихся на поверхности вала.

4.1. Точка движется по прямой согласно уравнению  $x = At + Bt^3$ , где  $A = 6$  м/с,  $B = 0,125$  м/с<sup>3</sup>. Определить среднюю скорость движения точки в интервале времени от 2 с до 6 с.

4.2. Какое наибольшее ускорение может развить автомобиль при движении вверх по наклонной дороге с углом наклона  $20^\circ$ , если коэффициент сцепления колес с покрытием дороги 0,5? Какой путь пройдет автомобиль за 10 с, если в момент начала подъема скорость его 10 м/с?

4.3. Боек автоматического молота массой 100 кг падает на заготовку детали, масса которой вместе с наковальней 2000 кг. Скорость молота в момент удара 2 м/с. Считая удар абсолютно неупругим, определите энергию, идущую на деформацию заготовки.

4.4. Горизонтально расположенный деревянный стержень массой 0,8 кг и длиной 1,8 м может вращаться вокруг перпендикулярной к нему вертикальной оси, проходящей через его середину. В конец стержня попадает и застревает в нем пуля массой 3 г, летящая перпендикулярно к оси и к стержню со скоростью 50 м/с. Определить угловую скорость, с которой начинает вращаться стержень.

4.5. Из колодца с помощью ворота поднималось ведро с водой массой 10 кг. В момент, когда ведро находилось на высоте 5 м от поверхности воды, рукоятка освободилась и ведро стало двигаться вниз. Определить линейную скорость рукоятки в момент удара ведра о поверхность воды в колодце, если радиус рукоятки 30 см, радиус вала ворота 10 см, его масса 20 кг. Трением и весом рукоятки и троса, на котором подвешено ведро, пренебречь.

5.1. Материальная точка движется прямолинейно. Уравнение движения имеет вид  $x = At + Bt^3$ , где  $A = 3$  м/с,  $B = 0,06$  м/с<sup>3</sup>. Найти скорость и ускорение точки в момент времени  $t = 0$  и  $t = 3$  с. Каково среднее значение скорости за первые 3 с?

5.2. На горизонтальной поверхности лежит тело массой 5 кг. Какой путь пройдет это тело за 1 с, если к нему приложить силу 50 Н, образующую угол  $60^\circ$  с горизонтом? Коэффициент трения между телом и поверхностью принять равным 0,2.

5.3. В неподвижный атом водорода попадает  $\alpha$ -частица, движущаяся со скоростью  $2 \cdot 10^6$  м/с. Определите скорость атома водорода и  $\alpha$ -частицы после упругого соударения, если обе частицы стали двигаться в одном направлении.

5.4. Горизонтально расположенный деревянный стержень массой 0,8 кг и длиной 1,8 м может вращаться вокруг перпендикулярной к нему вертикальной оси, проходящей через его середину. В конец стержня попадает пластмассовый шарик массой 3 г, летящий перпендикулярно к оси и к стержню со скоростью 50 м/с. Определить угловую скорость стержня после удара, если считать, что шарик упруго отскакивает обратно от стержня почти с той же скоростью 50 м/с.

5.5. Шар радиусом 10 см и массой 5 кг вращается вокруг оси симметрии согласно уравнению  $\varphi = A + Bt^2 + Ct^3$  ( $B = 2$  рад/с<sup>2</sup>,  $C = -0,5$  рад/с<sup>3</sup>). Определить момент сил для  $t = 3$  с.

6.1. Движение двух материальных точек выражаются уравнениями:  $x_1 = 20 + 2t - 4t^2$ ,  $x_2 = 2 + 2t + 0,5t^2$ . В какой момент времени скорости этих точек будут одинаковыми? Чему равны скорости и ускорения точек в этот момент?

6.2. С каким ускорением будет двигаться тело массой 2 кг в горизонтальном направлении, если к нему приложена сила 5 Н, направленная под углом  $45^\circ$  горизонту? Коэффициент трения принять равным 0,1.

6.3. Два шара одинаковой массы 0,2 кг из абсолютно неупругого материала висят на нитях длиной 1 м, касаясь друг друга. Один из шаров отводят в сторону так, что нить образует с вертикалью угол  $60^\circ$ , и отпускают. Определите наибольшую высоту поднятия их общего центра массы после соударения.

6.4. На краю платформы в виде диска, вращающегося по инерции вокруг вертикальной оси с частотой  $8 \text{ мин}^{-1}$ , стоит человек массой 70 кг. Когда человек перешел в центр платформы, она стала вращаться с частотой  $10 \text{ мин}^{-1}$ . Определите массу платформы. Момент инерции человека рассчитывать как для материальной точки.

6.5. Колесо радиусом 30 см и массой 3 кг скатывается по наклонной плоскости длиной 5 м и углом  $25^\circ$ . Определить момент инерции колеса, если его скорость в конце движения составляет 4,6 м/с.

7.1. Диск радиусом 0,2 м вращается согласно уравнению  $\varphi = 2 - t + 0,1t^3$ . Определить тангенциальное, нормальное и полное ускорения точек на окружности диска для момента времени 10 с.

7.2. Невесомый блок укреплен в вершине наклонной плоскости, составляющей с горизонтом угол  $30^\circ$ . Гири одинаковой массы 1 кг соединены нитью и перекинуты через блок. Найти ускорение, с которым движутся гири, и силу натяжения нити. Трением гири о наклонную плоскость и трением в блоке пренебречь.

7.3. Какую часть своей кинетической энергии передает частица массой  $2 \cdot 10^{-22}$  г, сталкиваясь упруго с частицей массой  $6 \cdot 10^{-22}$  г, которая до столкновения покоилась? Удар считать прямым и центральным.

7.4. На скамье Жуковского стоит человек и держит в руках стержень вертикально по оси вращения скамьи. Скамья с человеком вращается с угловой скоростью 4 рад/с. С какой угловой скоростью будет вращаться скамья с человеком, если повернуть стержень так, чтобы он занял горизонтальное положение? Суммарный момент инерции человека и скамьи  $5 \text{ кг м}^2$ , длина стержня 1,8 м, масса 6 кг. Считать, что центр масс стержня с человеком находится на оси платформы.

7.5. Маховик массой 1 кг укреплен на шкиве радиусом 5 см и массой 200 г, который приводится во вращение с помощью опускающейся гири массой 500 г, привязанной к концу намотанной на шкив веревки. Через сколько времени скорость маховика достигнет  $5 \text{ с}^{-1}$ . Считать, что масса маховика распределена по его ободу на расстоянии 40 см от оси вращения. А шкив считать сплошным диском.

8.1. Две материальные точки движутся согласно уравнениям:  $x_1 = 4t + 8t^2 - 16t^3$ ,  $x_2 = 2t - 4t^2 + t^3$ . В какой момент времени ускорения этих точек будут одинаковы? Найти скорости точек в этот момент.

8.2. Наклонная плоскость, образующая угол  $25^\circ$  с плоскостью горизонта, имеет длину 2 м. Тело, двигаясь равноускоренно, соскользнуло с этой плоскости за время 2 с. Определить коэффициент трения тела о плоскость.

8.3. Шар массой 10 кг сталкивается с шаром массой 4 кг. Скорость первого шара 4 м/с, второго 12 м/с. Найти скорость шаров после удара в двух случаях: 1) когда малый шар нагоняет большой шар, двигающийся в том же направлении; 2) когда шары двигаются навстречу друг другу. Удар считать прямым, абсолютно неупругим.

8.4. На обод маховика диаметром 60 см намотан шнур, к концу которого привязан груз массой 2 кг. Определить момент инерции маховика, если он, вращаясь равноускоренно, за время 3 с приобрел угловую скорость 9 рад/с.

8.5. Человек массой 60 кг, стоящий на краю горизонтальной платформы радиусом 1 м и массой 120 кг, которая вращается по инерции вокруг неподвижной вертикальной оси с частотой  $10 \text{ мин}^{-1}$  переходит к ее центру. Считая платформу круглым однородным диском, а человека - точечной массой, определить новую частоту вращения платформы.

9.1. Движение точки по прямой задано уравнением  $x = 2t - 0,5t^2$ . Определить среднюю скорость движения точки в интервале времени от 2 с до 6 с.

9.2. Тело скользит по наклонной плоскости, составляющей с горизонтом угол  $45^\circ$ . Зависимость пройденного телом пути от времени дается уравнением  $S = 1,73t^2$ . Найти коэффициент трения тела о плоскость.

9.3. Их двух соударяющихся абсолютно упругих шаров большой шар покоится. В результате прямого удара меньший шар, как и следовало ожидать, изменил направление своего движения на противоположное, а скорость при этом стала вдвое меньше. Определите отношение масс.

9.4. Нить с привязанными к ее концам грузами массой 50 г и 60 г перекинута через блок диаметром 4 см. Определить момент инерции блока, если под действием силы натяжения нити он получил угловое ускорение 1,5 рад/с.

9.5. С одного уровня наклонной плоскости одновременно начинают скатываться без скольжения сплошной цилиндр и шар одинаковой массы и одинаковых радиусов. Определить отношение скоростей этих тел на данном уровне.

10.1. С балкона бросили мячик вертикально вверх с начальной скоростью 5 м/с. Через 2 с мячик упал на землю. Определить высоту балкона над землей и скорость мячика в момент удара о землю.

10.2. Тело скользит по наклонной плоскости, составляющей с горизонтом угол  $45^\circ$ . Пройдя путь 36,4 см, тело приобретает скорость 2 м/с. Найти коэффициент трения тела о плоскость.

10.3. Абсолютно упругий шар массой 1,8 кг сталкивается с покоящимся упругим шаром большей массы. В результате прямого удара модуль скорости шара стал втрое меньше. Определить массу большего шара.

10.4. Определить момент силы, который необходимо приложить к блоку, вращающемуся с частотой  $12 \text{ с}^{-1}$ , чтобы он остановился в течении времени 8 с. Диаметр блока 30 см. Массу блока 6 кг считать равномерно распределенной по ободу.

10.5. Полый тонкостенный цилиндр катится вдоль горизонтального участка дороги со скоростью 1,5 м/с. Определить путь, который он пройдет в гору за счет кинетической энергии, если уклон горы равен 5 м на каждые 100 м пути.

11.1. Камень, брошенный под углом  $30^\circ$  к горизонту, дважды был на одной высоте  $h$ , спустя время 3 с и время 5 с после начала движения. Определить начальную скорость и высоту  $h$ .

11.2. На концах нити, перекинутой через блок, висят две гири разной массы. В начальный момент времени они на одинаковой высоте, через 2 с расстояние между ними по высоте равно 1,2 м. Масса большой гири 0,2 кг. Блок и нить считайте невесомыми. Определите массу меньшей гири и натяжение нити.

11.3. Мячик массой 100 г свободно падает с высоты 1 м на стальную плиту и подпрыгивает на высоту 0,5 м. Определить импульс (по величине и направлению), сообщенный плитой мячику.

11.4. Блок, имеющий форму диска массой 0,4 кг, вращается под действием силы натяжения нити, к концам которой подвешены грузы массами 0,3 кг и 0,7 кг. Определить силы натяжения нити по обе стороны блока.

11.5. С наклонной плоскости, составляющей угол  $30^\circ$  к горизонту, скатывается без скольжения шарик. Пренебрегая трением, определить время движения шарика по наклонной плоскости, если известно, что его центр масс при скатывании понизился на 30 см.

12.1. Тело, брошенное вертикально вверх, находилось на одной и той же высоте 8,6 м два раза с интервалом 3 с. Пренебрегая сопротивлением воздуха, вычислить начальную скорость брошенного тела.

12.2. Камень брошен вверх под углом  $60^\circ$  к плоскости горизонта. Кинетическая энергия камня в начальный момент 20 Дж. Определить кинетическую и потенциальную энергию камня в высшей точке его траектории. Сопротивлением воздуха пренебречь.

12.3. В баллистический маятник массой 5 кг попала пуля массой 10 г и застряла в нем. Найти скорость пули, если маятник, отклонившись после удара, поднялся на высоту 10 см.

12.4. Маховик, момент инерции которого равен  $63,6 \text{ кг м}^2$ , вращается с постоянной угловой скоростью 31,4 рад/с. Найти тормозящий момент, под действием которого маховик останавливается через 20 с.

12.5. На ступенчатый вал, радиусы которого 0,3 м и 0,1 м, намотаны в противоположных направлениях нити (см. рис.). К концам нитей привязаны грузы массой 1 кг каждый. Момент инерции вала  $0,3 \text{ кг м}^2$ . Пренебрегая силой трения, из закона сохранения механической энергии определить скорость левого груза в тот момент, когда он опустился вниз на 1 м.

13.1. Тело, брошенное под углом  $60^\circ$  к горизонту, через 4 с после начала движения имело направленную вверх вертикальную составляющую скорости 9,8 м/с. Определить расстояние между местом бросания и местом падения.

13.2. Тело массой 1 кг, брошенное с вышки в горизонтальном направлении со скоростью 20 м/с, через 3 с упало на землю. Определить кинетическую энергию, которую имело тело в момент удара о землю.

13.3. На полу стоит тележка в виде длинной доски, снабженной легкими колесами. На одном конце доски стоит человек. Масса человека 60 кг, масса доски 20 кг. С какой скоростью (относительно пола) будет двигаться тележка, если человек пойдет вдоль доски со скоростью (относительно доски) 1 м/с? Массой колес пренебречь. Трение не учитывать.

13.4. Маховое колесо, имеющее момент инерции  $2,45 \text{ кг м}^2$ , вращается, делая 20 об/с. Через минуту после того, как на колесо перестал действовать вращающий момент, оно остановилось. Найти: 1) момент сил трения; 2) число оборотов, которое сделало колесо до полной остановки после прекращения действия сил.

13.5. Тело, момент инерции которого  $I = 1,5 \cdot 10^{-2} \text{ кг м}^2$ , приводят во вращение вокруг горизонтальной оси с помощью падающего груза, привязанного к шнуру. Шнур намотан на вал радиусом  $2 \cdot 10^{-2} \text{ м}$ . Груз массой 0,4 кг опускается за 5 с на высоту 1,2 м. Определить момент сил трения.

14.1. Зависимость координаты прямолинейно движущегося тела  $x = x_0 + At^2 - Bt^3$ , где  $x_0$ ,  $A$  и  $B$  - постоянные. Определить и дать график зависимости скорости и ускорения от времени; определить перемещение тела через 3 с, если скорость становится наибольшей через 2 с после начала движения и равной 3 м/с.

14.2. Какую минимальную скорость должен иметь велосипедист в верхней точке "мертвой петли" радиусом 4 м, чтобы не оторваться от дорожки?

14.3. Ракета, масса которой вместе с зарядом 250 г, взлетает вертикально вверх и достигает высоты 150 м. Определить скорость истечения газов из ракеты, считая, что сгорание заряда происходит мгновенно. Масса заряда 50 г.

14.4. На барабан радиусом 20 см, момент инерции которого равен  $0,1 \text{ кг м}^2$ , намотан шнур, к которому привязан груз массой 0,5 кг. До начала вращения барабана высота груза над полом равна 1 м. Через сколько времени груз опустится до пола. Трением пренебречь.

14.5. Шар и цилиндр одинаковых масс и радиусов движутся с одинаковой линейной скоростью по горизонтальной плоскости, а потом вкатываются вверх по наклонной плоскости. Определить отношение высот подъема.

15.1. Ракета, запущенная вертикально вверх, в течение 10 с работы двигателя движется с ускорением  $2g$ . Затем двигатель отключили. Определите максимальную высоту подъема ракеты, скорость падения на землю. Начертите график зависимости скорости от времени для всего полета. Считать, что тормозные системы при спуске не работают и сопротивление воздуха нет.

15.2. С какой силой давит на сиденье мотоциклист в верхней точке "мертвой петли" радиусом 4 м, если скорость мотоцикла в верхней точке "петли" равна 7 м/с, а масса мотоциклиста 70 кг.

15.3. Из орудия массой 5 т вылетает снаряд массой 100 кг. Кинетическая энергия снаряда при вылете 7,5 МДж. Какую кинетическую энергию получает орудие вследствие отдачи?

15.4. На барабан радиусом 0,5 м намотан шнур, к концу которого привязан груз массой 10 кг. Найти момент инерции барабана, если известно, что груз опускается с ускорением  $2,04 \text{ м/с}^2$ .

15.5. Шарик массой 60 г, привязанный к концу нити длиной 1,2 м, вращается с частотой  $2 \text{ с}^{-1}$  опираясь на горизонтальную плоскость. Нить укорачивается, приближая шарик к оси вращения до расстояния 0,6 м. С какой частотой будет при этом вращаться шарик? Какую работу совершает внешняя сила, укорачивая нить? Трением шарика о плоскость пренебречь.

16.1. Колесо вращается так, что зависимость угла поворота радиуса колеса от времени определяется уравнением  $\varphi = 1 + 2t - 2t^3$ . Нормальное ускорение точек, лежащих на ободе колеса, к концу второй секунды движения равно  $200 \text{ м/с}^2$ . Определить зависимость от времени угловой и линейной скоростей, углового и полного линейного ускорения для точек, лежащих на ободе колеса, определить радиус колеса.

16.2. Парашютист массой 70 кг совершает затяжной прыжок и через 14 с имеет скорость 60 м/с. Считая движение парашютиста равноускоренным, найти работу по преодолению сопротивления воздуха.

16.3. На железнодорожной платформе установлено орудие. Масса платформы с орудием 15 т. Орудие стреляет вверх под углом  $60^\circ$  к горизонту в направлении пути. С какой скоростью покатится платформа вследствие отдачи, если масса снаряда 20 кг и он вылетает со скоростью 600 м/с?

16.4. По горизонтальной плоской поверхности катится диск со скоростью 8 м/с. Определить коэффициент сопротивления, если диск, будучи предоставленный самому себе, остановился, пройдя путь 18 м.

16.5. Каток состоит из сплошного цилиндра массы 2,5 кг и рамы, к которой привязана нить. К концу нити, перекинутой чрез блок, привязан груз 0,5 кг. Пренебрегая массой нити, рамы и блока, найти скорость груза после его опускания на высоту 60 см.

17.1. Автомобиль, двигаясь с постоянной по величине и направлению скоростью 15 м/с, промчался мимо милицейского поста, нарушив правила уличного движения. Спустя 4 с милиционер начал преследование на мотоцикле, двигаясь с постоянным ускорением. Проехав 380 м, милиционер настиг нарушителя. Определите, сколько времени для этого потребовалось, ускорение мотоцикла, скорость мотоцикла в тот момент, когда он поравнялся с автомобилем.

17.2. Пружина жесткостью 500 Н/м сжата силой 100 Н. Определить работу внешней силы, дополнительно сжимающей эту пружину еще на 2 см.

17.3. Для определения скорости пули, вылетающей из духового ружья, проделали следующее. Стальной шар массой 5 кг подвесили на длинный шнур и выстрелили в него по горизонтальной прямой, проходящей через центр шара. При этом пуля массой 0,005 кг упруго от него отскочила, а шнур отклонился так, что шар поднялся на высоту  $h = 1$  см. Определите скорость пули.

17.4. Определить линейную скорость шара, скатившегося без скольжения с наклонной плоскости высотой 1 м.

17.5. Блок, который можно считать однородным диском массой 0,2 кг, укреплен на горизонтальной оси. Через него перекинута нить с укрепленными на ее концах грузами массами 0,325 кг и 0,225 кг. Найти ускорение грузов и натяжение нитей.

18.1. По гладкой наклонной доске толкнули снизу вверх шарик. На расстоянии 40 см от начала доски он был два раза: через 0,5 с и через 1 с после начала движения. Определить начальную скорость шарика; его ускорение; путь, пройденный шариком по плоскости; угол наклона доски. Начертите графики зависимости скорости от времени. Трением пренебречь.

18.2. Найти работу, совершенную при подъеме груза массой 10 кг по наклонной плоскости с углом наклона  $45^\circ$  на расстояние 2 м, если время равноускоренного подъема 2 с, а коэффициент трения 0,1.

18.3. Пушка, стоящая на очень гладкой горизонтальной площадке, стреляет под углом  $30^\circ$  к горизонту. Масса снаряда 20 кг, начальная скорость 200 м/с. Какую скорость приобретает пушка при выстреле, если ее масса 500 кг?

18.4. Сплошной цилиндр массой 4 кг катится без скольжения по горизонтальной поверхности. Линейная скорость оси цилиндра 1 м/с. Определить полную кинетическую энергию цилиндра.

18.5. Маховик в виде сплошного диска, момент инерции которого  $150 \text{ кг м}^2$ , вращается с частотой 240 об/мин. Через время 1 мин, как на маховик стал действовать момент сил торможения, он остановился. Определить: 1) момент сил торможения; 2) число оборотов маховика от начала торможения до полной остановки.

19.1. Движение материальной точки по двум взаимно-перпендикулярным направлениям определяется уравнениями:  $x = (5 + 4t^2)$  м,  $y = 3t^2$  м. Определите зависимость перемещения, скорости и ускорения от времени. По какой траектории движется тело? Начертите.

19.2. Какую работу нужно совершить, чтобы пружину жесткостью 800 Н/м, сжатую на 6 см, дополнительно сжать на 8 см?

19.3. Снаряд массой 100 кг, летящий горизонтально вдоль железнодорожного пути со скоростью 500 м/с, попадает в вагон с песком массой 10 т и застревает в нем. Какую скорость получит вагон, если он двигался со скоростью 36 км/ч в направлении, противоположном движению снаряда?

19.4. Обруч и сплошной цилиндр, имеющие одинаковую массу 2 кг, катятся без скольжения с одинаковой скоростью 5 м/с. Найти кинетическую энергию этих тел.

19.5. Однородный сплошной цилиндр массы 1 кг висит в горизонтальном положении на двух намотанных на него невесомых нитях. Цилиндр отпускают без толчка. За сколько времени цилиндр опустится на расстояние 50 см? Какую скорость он имеет в конце нити? Воспользоваться законом сохранения энергии.

20.1. Уравнение траектории точки имеет вид:  $\frac{x^2}{4} + \frac{y^2}{4} = 1$ , а зависимость пути от времени определяется уравнением:  $S = (2t^2 + t + 1)$  м. Определите кинематические характеристики поступательного движения материальной точки через 1 с после начала движения.

20.2. Найти работу, которую нужно совершить, чтобы сжать пружину на 20 см, если известно, что сила пропорциональна деформации и под действием силы 29,4 Н пружина сжимается на 1 см.

20.3. Определить импульс силы, полученный стенкой при ударе о нее шарика массой 300 г, если шарик двигался со скоростью 8 м/с под углом  $60^\circ$  к плоскости стенки. Удар считать упругим.

20.4. Шар массой 1 кг, катящийся без скольжения, ударяется о стенку и откатывается от нее. Скорость шара до удара о стенку 10 см/с, после удара 8 см/с. Найти количество энергии, выделившейся при ударе.

20.5. Блок массой  $m = 1$  кг укреплен на конце стола. Гири А и В равной массы  $m_1 = m_2 = 1$  кг соединены нитью и перекинуты через блок. Коэффициент трения гири В о стол  $k = 0,1$ . Блок считать однородным диском. Трением в блоке пренебречь. Найти: 1) ускорение, с которым движутся гири; натяжение  $T_1$  и  $T_2$  нитей.

21.1. Начальная скорость брошенного под углом к горизонту камня 10 м/с, а спустя 0,5 с скорость камня стала 7 м/с. Определить высоту подъема камня через 0,5 с, определить максимальную высоту подъема.

21.2. Коэффициент трения скольжения колес поезда о рельсы равен 0,1. Определить минимальный тормозной путь поезда, если его скорость равна 10 м/с.

21.3. Человек массой 60 кг, бегущий со скоростью 8 км/ч, догоняет тележку массой 80 кг, движущуюся со скоростью 2,9 км/ч, и вскакивает на нее. С какой скоростью будет двигаться тележка? С какой скоростью будет двигаться тележка, если человек бежит ей навстречу?

21.4. Обруч и диск имеют одинаковую массу и катятся без скольжения с одинаковой линейной скоростью. Кинетическая энергия обруча равна 40 Дж. Найти кинетическую энергию диска.

21.5. Столб, имеющий высоту 3 м и массу 50 кг, падает из вертикального положения на землю. Определить модуль момента импульса столба относительно точки опоры и скорость верхнего конца столба в момент удара о землю.

22.1. Движение тела в горизонтальном и вертикальном направлениях определяется уравнениями:  $x = 250t$  и  $y = (430t - 4,9t^2)$  м. Определите уравнение траектории движения; скорость в начальный момент; полное ускорение; наибольшую высоту подъема тела и дальность его полета.

22.2. Чему равен коэффициент трения колес автомобиля о дорогу, если при скорости автомобиля 10 м/с минимальный тормозной путь равен 8 м?

22.3. В лодке массой 240 кг стоит человек массой 60 кг. Лодка плывет со скоростью 5 м/с. Человек прыгает с лодки в горизонтальном направлении со скоростью 4 м/с (относительно лодки!). Найти скорость движения лодки после прыжка человека: 1) вперед по движению лодки; 2) в сторону, противоположную движению лодки.

22.4. Диск массой 1 кг и диаметром 60 см вращается вокруг оси, проходящей через центр перпендикулярно его плоскости, делая 20 об/с. Какую работу надо совершить, чтобы остановить диск?

22.5. Тонкий стержень длины 1 м и массы 0,6 кг может вращаться без трения вокруг перпендикулярной к нему горизонтальной оси, отстоящей от центра стержня на расстояние 0,1 м. Стержень приводится в горизонтальное положение и опускается без толчка с нулевой начальной скоростью. Определить: 1) угловое ускорение стержня в начальный момент времени; 2) угловую скорость в момент прохождения стержнем положения равновесия.

23.1. Камень, брошенный под углом к горизонту, имеет в некоторой точке своей траектории нормальное ускорение  $a_n = g\sqrt{2}/2$ . Определить угол между скоростью камня и горизонтом в этой точке. Чему равно тангенциальное ускорение?



23.2. Два груза массами 4 кг и 1 кг связаны нитью, перекинутой через невесомый блок, который прикреплен к призме, и могут скользить по граням этой призмы. Найти ускорение грузов, если  $\alpha = 60^\circ$ ,  $\beta = 30^\circ$ . Трением пренебречь.

23.3. Шар массой 1 кг движется со скоростью 4 м/с и сталкивается с шаром массой 2 кг, движущимся навстречу ему со скоростью 3 м/с. Каковы скорости шаров после удара? Удар считать абсолютно упругим, прямым и центральным.

23.4. Кинетическая энергия вращающегося маховика равна 1 кДж. Под действием постоянного тормозящего момента маховик начал вращаться равномерно и, сделав 80 оборотов, остановился. Определить момент силы торможения.

23.5. Платформа, имеющая форму сплошного однородного диска, может вращаться по инерции вокруг неподвижной вертикальной оси. На краю платформы стоит человек, масса которого в 3 раза меньше массы платформы. Определить, как и во сколько раз изменится угловая скорость вращения платформы, если человек перейдет ближе к центру на расстояние, равное половине радиуса платформы.

24.1. Маховик радиусом 2 м приводится в движение. Точка, находящаяся на ободе, имеет уравнение движения  $S = 0,2t^2$ . Через некоторое время точки на ободе имеют линейную скорость 5 м/с. Для этого момента времени определите нормальное и тангенциальное ускорения точки обода, угловую скорость и ускорение обода. Сколько оборотов сделает обод сначала движения и через сколько секунд это произойдет?

24.2. Найти среднюю мощность, развиваемую мотором электропоезда, который состоит из 6 вагонов массой 4 т, если он в течении 10 с от начала движения приобрел скорость 10 м/с. Коэффициент трения принять равным 0,2.

24.3. На покоящийся шар массой 5 кг налетает со скоростью 5 м/с шар массой 3 кг. Направление движения второго шара изменилось на угол  $180^\circ$ . Определите скорости шаров после удара, считая удар абсолютно упругим.

24.4. С какой силой следует прижать тормозную колодку к колесу, делающему 30 об/с, для остановки в течении 20 с, если масса колеса распределена по ободу и равна 10 кг, диаметр колеса 20 см? Коэффициент трения между колодкой и ободом колеса 0,5.

24.5. На скамье Жуковского сидит человек и держит в вытянутых руках гири по 10 кг каждая. Расстояние от каждой гири до оси вращения скамьи 0,5 м. Скамья вращается с частотой  $1 \text{ с}^{-1}$ . Как изменится частота вращения скамьи, если он сожмет руки так, что расстояние от каждой гири до оси уменьшится до 0,2 м. Суммарный момент инерции человека и скамьи относительно оси вращения  $2,5 \text{ кг м}^2$ .

25.1. Колесо вращается с постоянным угловым ускорением  $2 \text{ с}^{-2}$ . Через 1 с после начала движения полное линейное ускорение точек на ободе колеса равно  $2 \text{ м/с}^2$ . Определить угол, составляемый вектором полного линейного ускорения с вектором линейной скорости в этот момент времени и зависимость пути от времени для точек на ободе колеса; определите радиус колеса.

25.2. Через невесомый блок перекинута тонкая нерастяжимая нить, на концах которой подвешены два груза массами 200 г и 300 г. Какой путь пройдет каждый из грузов за 1 с? Трение не учитывать.

25.3. Тело массой 3 кг, имея кинетическую энергию  $E_k = 5 \text{ Дж}$ , ударяется о неподвижное тело массой 2,5 кг. Считая удар центральным и упругим, найти кинетическую энергию первого тела и второго после удара.

25.4. С наклонной плоскости, составляющей угол  $30^\circ$  с  $0$ , скатывается шар, диск и обруч. Длина наклонной плоскости 4 м. Пренебрегая трением, определите: 1) линейные ускорения движения центров массы скатывающихся тел; 2) время скатывания каждого тела; 3) скорость каждого тела в конце наклонной плоскости. Воспользоваться законом сохранения энергии.

25.5. Обод массой 2 кг и радиусом 5 см скатывается по наклонной плоскости длиной 2 м и углом наклона  $30^\circ$ . Определить его момент инерции относительно оси вращения, если скорость в конце наклонной плоскости 2 м/с.

26.1. Колесо турбины радиусом 1 м из состояния покоя приводят во вращение, при этом за 1 мин при равноускоренном движении оно должно достигнуть угловой скорости  $24 \text{ с}^{-1}$ . Определите угловое ускорение; число оборотов, которое сделает колесо за это время; линейную скорость точек обода колеса при этой угловой скорости; угол между полным линейным ускорением и линейной скоростью через 10 с после начала движения.

26.2. Груз массой 10 кг поднимается вверх с помощью системы подвижного и неподвижного блоков. Определить ускорение груза, если к концу нити, перекинутой через неподвижный блок, приложена сила 60 Н. Массой нитей и блоков пренебречь.

26.3. Шар массой 3 кг движется со скоростью 2 м/с, сталкивается с покоящимся шаром массой 5 кг. Какая работа будет совершена при деформации шаров? Удар считать абсолютно неупругим, прямым, центральным.

26.4. В центре скамейки Жуковского стоит человек и держит в руках металлический стержень, расположенный вертикально по оси вращения скамейки. При этом скамейка вращается с угловой скоростью 4 рад/с. Момент инерции человека и скамейки  $6 \text{ кг м}^2$ . Длина стержня 1,5 м, его масса 8 кг. Определите число оборотов скамейки в секунду, если ось вращения скамейки проходит через середину стержня, и человек повернет стержень на угол  $30^\circ$  от вертикали.

26.5. Колесо, имеющее форму диска, катится по земле со скоростью 15 об/мин. Масса колеса 48 кг, радиус 0,6 м. Определить: 1) линейную скорость центра колеса относительно земли; 2) линейную скорость наивысшей точки относительно земли; 3) линейную скорость точки, которая соприкасается с землей; 4) полную энергию движения колеса.

27.1. Угол между вектором скорости камня в некоторой точке его траектории и горизонтом  $\alpha = 60^\circ$ . Определить радиус кривизны траектории камня в этой точке, если скорость камня  $v = 10 \text{ м/с}$ .

27.2. Тело скользит сначала по наклонной плоскости, составляющей угол  $8^\circ$  с горизонтом, а затем по горизонтальной поверхности. Найти коэффициент трения на всем пути, если известно, что тело проходит по горизонтальной поверхности то же расстояние, что и по наклонной плоскости.

27.3. Частица массой  $4 \cdot 10^{-20} \text{ г}$  сталкивается с покоящейся частицей массой  $10^{-19} \text{ г}$ . Считая столкновение центральным, абсолютно упругим, определить относительную потерю энергии первой частицы  $(E_1 - E_2)/E_1$ , где  $E_1$  - кинетическая энергия до удара,  $E_2$  - кинетическая энергия после удара.

27.4. По окружности шкива радиуса 0,05 м, скрепленного с валом махового колеса, намотана нить, к концу которой прикреплена гиря массой 2 кг. Гиря в течении 6 с опустилась на 1,5 м и нить оборвалась. Вал после прекращения действия силы совершил до остановки 30 оборотов. Определить момент инерции вращающейся системы и момент сил трения, действующих на маховик.

27.5. Снаряд имеет вид цилиндра диаметром 0,06 м. Он летит со скоростью 400 м/с и вращается, делая 500 об/с. Найти его полную кинетическую энергию, если масса снаряда 30 кг.

28.1. Колесо радиусом  $r$  катится без скольжения по прямолинейному участку пути с угловой скоростью  $\omega$ . При этом точка, находящаяся на ободу колеса, движется по траектории, параметрическое уравнение которой:  $x = r(\omega t - \sin 7\omega t)$ ,  $y = r(1 - \cos 7\omega t)$ . Определите зависимость линейной скорости от времени.

28.2. Тело массой 3 кг, имея начальную скорость, равную нулю, скользит по наклонной плоскости высотой 0,5 м и длиной 1 м и приходит к основанию наклонной плоскости со скоростью 2,45 м/с. Найти коэффициент трения тела о плоскость и количество теплоты, выделенное при трении.

28.3. Два шара подвешены на параллельных нитях одинаковой длины так, что они соприкасаются. Масса первого шара 0,2 кг, масса второго - 100 г. Первый шар отклоняют так, что его центр тяжести поднимается на высоту 4,5 см и отпускают. На какую высоту поднимутся шары после соударения, если удар абсолютно неупругий?

28.4. Маховик, масса которого 200 кг распределена по ободу диаметром 1 м, увеличивает число оборотов от 0 до 2 об/с в течении 10 с. Пренебрегая трением, определите энергию, сообщенную маховику; момент силы, действующий на маховик.

28.5. По горизонтальному столу может катиться без скольжения цилиндр массы 1 кг, на который намотана нить. К свободному концу нити, переброшенному через легкий блок, подвешен груз такой же массы. Система предоставлена сама себе. Найти скорость груза после того, как он опустился на 50 см. Задачу решить для полого цилиндра.

29.1. Тело движется прямолинейно. Зависимость пройденного им пути от времени определяется уравнением  $S = (0,5t + t^2)$  м. Определите зависимость скорости и ускорения от времени; среднюю скорость тела за вторую секунду; путь, пройденный телом за пятую секунду.

29.2. Автомобиль массой 1 т движется при выключенном моторе с постоянной скоростью 54 км/ч под гору с уклоном 4 м на каждые 100 м пути. Какую мощность должен развить двигатель автомобиля, чтобы автомобиль двигался с той же скоростью в гору?

29.3. В подвешенный на длинной нити деревянный шар массой 4 кг попадает летящая пуля массой 4 г. С какой скоростью летела пуля, если нить с шаром и застрявшей в нем пулей отклонилась так, что шар поднялся на высоту  $h = 1$  см. Размером шара пренебречь. Удар прямой, центральный.

29.4. Однородный тонкий тяжелый стержень, длина которого 1 м, висит на горизонтальной оси, проходящей через один из концов. Стержень отклонили от положения равновесия на угол  $60^\circ$  и отпустили. Определите линейные скорости конца стержня и центра массы при прохождении через положение равновесия.

29.5. По горизонтальному столу может катиться без скольжения цилиндр массы 1 кг, на который намотана нить. К свободному концу нити, переброшенному через легкий блок, подвешен груз такой же массы. Система предоставлена сама себе. Найти скорость груза после того, как он опустился на 50 см. Задачу решить для сплошного цилиндра.

30.1. Наибольшая высота подъема тела, брошенного под углом к горизонту, равна 10 м, а радиус кривизны траектории в точке наивысшего подъема 20 м. Определите начальную скорость тела.

30.2. С башни высотой 25 м горизонтально брошен камень со скоростью 15 м/с. Найти кинетическую и потенциальную энергии камня через 1 с после начала движения. Масса камня 0,2 кг.

30.3. Шар массой 2 кг сталкивается с покоящимся шаром большей массы и при этом модуль его скорости уменьшается на 75%. Определить массу большего шара. Удар считать прямым, центральным, абсолютно упругим.

30.4. Тело цилиндрической формы массой 2 кг и радиусом 10 см скатывается без скольжения по наклонной плоскости длиной 4 м и углом наклона  $30^\circ$ . Скорость центра массы тела в конце наклонной плоскости 2 м/с. Определите момент инерции тела относительно оси симметрии.

30.5. Вентилятор вращается с частотой 600 об/мин. После выключения он начал вращаться равнозамедленно и, сделав 50 оборотов, остановился. Работа сил торможения равна 31,4 Дж. Определить момент сил торможения и момент инерции вентилятора.