

## Импульс и момент импульса

### **Практическое занятие**

- 1 Частица движется в плоскости  $xu$  под действием постоянной силы  $\vec{F} = \beta \vec{i} + \gamma \vec{j}$ , где  $\beta = 0,6$  Н и  $\gamma = 0,8$  Н. В начальный момент времени при  $t = 0$  импульс частицы  $\vec{p}_0 = \alpha \vec{i}$ , где  $\alpha = -5$  кг·м/с. Определите импульс частицы в момент времени, когда угол между вектором силы и импульсом частицы  $\varphi = 90^\circ$
- 2 На покоящемся однородном горизонтально расположенном диске массой  $M = 128$  кг и радиусом  $R = 1$  м находится человек массой  $m = 50$  кг. Диск может вращаться без трения вокруг вертикальной оси, проходящей через его центр. В некоторый момент времени человек начал двигаться с постоянной скоростью по окружности радиусом  $r = 0,8$  м вокруг оси диска. Человек останавливается, когда угол поворота диска относительно человека  $\varphi = 90^\circ$ . Определите угол, на который повернется диск за время движения человека относительно Земли. Размерами человека по сравнению с радиусом диска пренебречь.
- 3 Движущая частица распалась на две частицы с массами  $m_1 = 2$  мг,  $m_2 = 4$  мг и скоростями  $v_1 = 0,5$  км/с и  $v_2 = 1,5$  км/с. Угол между направлениями скоростей образовавшихся частиц  $\varphi = 60^\circ$ . Найдите скорость распавшейся частицы
- 4 Две одинаковые тележки массой  $M = 120$  кг движутся по инерции без трения друг за другом с одной и той же скоростью  $v_0 = 2$  м/с. На задней тележке находится человек массой  $m = 60$  кг. В некоторый момент человек прыгает в переднюю тележку со скоростью  $u = 1,5$  м/с относительно своей тележки. Чему равны скорости тележек после прыжка человека?
- 5 На носу лодки длиной  $L = 2,5$  м стоит человек, держа на высоте  $h = 1,5$  м груз массой  $m = 5$  кг. Масса лодки вместе с человеком  $M = 80$  кг. С какой скоростью человек должен горизонтально бросить груз вдоль лодки, чтобы он попал на ее корму? Сопротивление воды движению лодки не учитывать
- 6 Горизонтально расположенный однородный тонкий стержень длиной  $l = 1$  м может вращаться вокруг вертикальной оси, проходящей через его конец. В другой конец стержня попадает и застревает в нем пуля массой  $m = 10$  г, летящая горизонтально со скоростью  $v = 15$  м/с перпендикулярно стержню. В течение какого промежутка времени будет вращаться стержень, если на него во время вращения действует момент сил трения  $M_{\text{тр}} = 5$  мН·м?

## Домашнее задание

- 1 Материальная точка массой  $m = 20$  г движется равноускоренно по окружности радиусом  $R = 1$  м. Начальная скорость точки  $v_0 = 0,2$  м/с, тангенциальное ускорение  $a_\tau = 0,01$  м/с<sup>2</sup>. Определите изменение импульса материальной точки за промежуток времени, в течение которого материальная точка сделает: 1) пол-оборота по окружности; 2) один оборот.
- 2 В результате абсолютно неупругого столкновения двух частиц образовалась составная частица. Скорости частиц до столкновения  $\vec{v}_1 = 7\vec{i} - 12\vec{j}$  и  $\vec{v}_2 = 2\vec{i} - 7\vec{j}$ , где компоненты скорости даны в системе СИ. Найдите скорость образовавшейся частицы, если массы сталкивающихся частиц связаны соотношением  $m_2 = 1,5m_1$
- 3 Момент импульса материальной точки относительно точки  $O$  зависит от времени по закону  $\vec{L} = \alpha\vec{i} + \beta t^2\vec{j}$ , где  $\alpha = 6$  кг·м<sup>2</sup>/с и  $\beta = 1,5$  кг·м<sup>2</sup>/с<sup>3</sup>. Определите действующий на материальную точку момент  $\vec{M}$  силы относительно точки  $O$ , когда угол между векторами  $\vec{L}$  и  $\vec{M}$  станет равным  $\varphi = 45^\circ$ . Чему равен момент импульса в этот момент времени?
- 4 Вертикально расположенный однородный тонкий стержень массой  $m = 0,1$  кг и длиной  $l = 60$  см может свободно вращаться вокруг горизонтальной оси, проходящей через его середину перпендикулярно стержню. Пластилиновый шарик массой  $m_0 = 5$  г, летящий горизонтально со скоростью  $v = 6,4$  м/с перпендикулярно оси, попадает в стержень и прилипает к нему. Определите угловую скорость, с которой начнет вращаться стержень, если расстояние от места попадания шарика на стержне до оси  $d = 20$  см

## Задачи для контрольной

- 1 Импульс частицы, двигающейся в плоскости  $xu$ , зависит от времени по закону  $\vec{p} = \alpha t \vec{i} + \beta t^2 \vec{j}$ , где  $\alpha = 3 \text{ Н}$  и  $\beta = 2 \text{ Н/с}$ . Чему равна сила, действующая на частицу в момент времени  $t = 1 \text{ с}$ ?
- 2 Шайба массой  $m_1$ , скользящая по льду, столкнулась с покоившейся шайбой массой  $m_2$ . Двигаясь после столкновения под прямым углом к первоначальному направлению движения, шайба  $m_1$  прошла до остановки путь  $s_1 = 2 \text{ м}$ , а шайба  $m_2$  – путь  $s_2 = 3,5 \text{ м}$ . Определите скорость шайбы  $m_1$  до столкновения, если коэффициент трения скольжения шайб о лед  $\mu = 0,1$ , а масса шайбы  $m_2$  в  $\eta = 1,7$  раза больше массы шайбы  $m_1$ .
- 3 Два человека массой  $m = 65 \text{ кг}$  каждый стоят на краю покоящейся тележки массой  $M = 150 \text{ кг}$ . Найдите скорость тележки после того, как оба человека прыгнут с одной и той же горизонтальной скоростью  $u = 2 \text{ м/с}$  относительно тележки: 1) одновременно; 2) друг за другом. Трением пренебречь
- 4 Снаряд разорвался в верхней точке траектории на два осколка. Один из осколков, масса которого составляет  $\eta = 30\%$  от массы снаряда, полетел в противоположном направлении со скоростью  $v_1 = 26,3 \text{ м/с}$ . Определите расстояние между осколками после падения их на землю, если снаряд выпущен из орудия со скоростью  $v_0 = 100 \text{ м/с}$  под углом  $\alpha = 45^\circ$  к горизонту. Соппротивлением воздуха пренебречь
- 5 Небольшое тело массой  $m = 60 \text{ г}$  бросили под углом  $\alpha = 60^\circ$  к горизонту с начальной скоростью  $v_0 = 20 \text{ м/с}$ . Определите зависимость момента импульса тела от времени относительно точки бросания. Чему равен момент импульса тела в верхней точке траектории? Соппротивлением воздуха пренебречь.
- 6 Тонкий однородный стержень массой  $M$  свободно вращается с угловой скоростью  $\omega_0$  в горизонтальной плоскости вокруг неподвижной вертикальной оси, проходящей через его конец. Из этого конца стержня вдоль него начинает скользить небольшая муфта массой  $m$ . Во сколько раз изменится угловая скорость вращения стержня после того, как муфта достигнет противоположного конца стержня, если масса стержня больше массы муфты в  $\eta = 9$  раз?