

6. МЕХАНИКА ТВЕРДОГО ТЕЛА

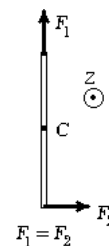
Динамика твердого тела

Уравнение движения центра масс твердого тела.

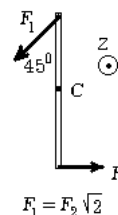
$$m\vec{a}_C = \sum \vec{F}$$

Ускорение центра масс \vec{a}_C зависит от массы тела и от суммы (конечно векторной) всех сил, действующих на тело. Важно заметить, что ускорение центра масс тела не зависит от расположения точек приложения сил на теле.

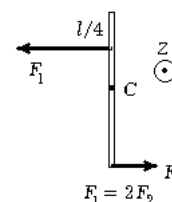
6.1 На гладкой горизонтальной поверхности стола покоится однородный стержень длины l и массы m . В некоторый момент времени к стержню прикладывают горизонтальные силы \vec{F}_1 и \vec{F}_2 как показано на рис. Найдите для этого момента времени: 1) угол α , который составляет со стержнем вектор \vec{a}_C ускорения центра масс стержня; 2) модуль вектора \vec{a}_C .



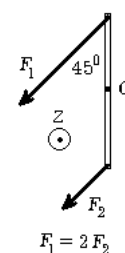
6.2 На гладкой горизонтальной поверхности стола покоится однородный стержень длины l и массы m . В некоторый момент времени к стержню прикладывают горизонтальные силы \vec{F}_1 и \vec{F}_2 как показано на рис. Найдите для этого момента времени: 1) угол α , который составляет со стержнем вектор \vec{a}_C ускорения центра масс стержня; 2) модуль вектора \vec{a}_C .



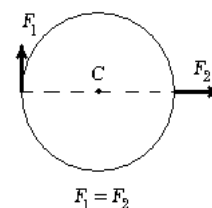
6.3 На гладкой горизонтальной поверхности стола покоится однородный стержень длины l и массы m . В некоторый момент времени к стержню прикладывают горизонтальные силы \vec{F}_1 и \vec{F}_2 как показано на рис. Найдите для этого момента времени: 1) угол α , который составляет со стержнем вектор \vec{a}_C ускорения центра масс стержня; 2) модуль вектора \vec{a}_C .



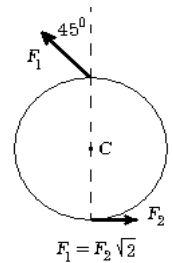
6.4 На гладкой горизонтальной поверхности стола покоится однородный стержень длины l и массы m . В некоторый момент времени к стержню прикладывают горизонтальные силы \vec{F}_1 и \vec{F}_2 как показано на рис. Найдите для этого момента времени: 1) угол α , который составляет со стержнем вектор \vec{a}_C ускорения центра масс стержня; 2) модуль вектора \vec{a}_C .



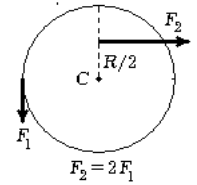
6.5 На гладкой горизонтальной поверхности стола покоится однородный диск радиуса R и массы m . В некоторый момент времени к диску прикладывают горизонтальные силы \vec{F}_1 и \vec{F}_2 как показано на рис. Найдите для этого момента времени: 1) угол α , который составляет с вектором \vec{F}_1 вектор \vec{a}_C ускорения центра масс диска; 2) модуль вектора \vec{a}_C .



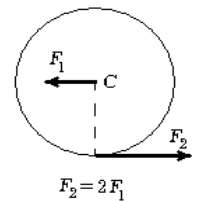
6.6 На гладкой горизонтальной поверхности стола покоится однородный диск радиуса R и массы m . В некоторый момент времени к диску прикладывают горизонтальные силы \vec{F}_1 и \vec{F}_2 как показано на рис. Найдите для этого момента времени: 1) угол α , который составляет с вектором \vec{F}_1 вектор \vec{a}_C ускорения центра масс диска; 2) модуль вектора \vec{a}_C .



6.7 На гладкой горизонтальной поверхности стола покоится однородный диск радиуса R и массы m . В некоторый момент времени к диску прикладывают горизонтальные силы \vec{F}_1 и \vec{F}_2 как показано на рис. Найдите для этого момента времени: 1) угол α , который составляет с вектором \vec{F}_1 вектор \vec{a}_C ускорения центра масс диска; 2) модуль вектора \vec{a}_C .



6.8 На гладкой горизонтальной поверхности стола покоится однородный диск радиуса R и массы m . В некоторый момент времени к диску прикладывают горизонтальные силы \vec{F}_1 и \vec{F}_2 как показано на рис. Найдите для этого момента времени: 1) угол α , который составляет с вектором \vec{F}_1 вектор \vec{a}_C ускорения центра масс диска; 2) модуль вектора \vec{a}_C .



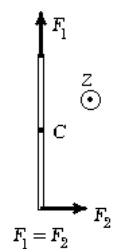
6.9 На гладкой горизонтальной плоскости находится однородный стержень длиной 2 м и массой 1 кг. К стержню, в точке, удаленной от его центра масс на расстояние 0,5 м, приложена горизонтальная сила величиной 10 Н, составляющая со стержнем угол 30° . Вычислите для этого момента величину линейного ускорения центра масс стержня.

6.10 На гладкой горизонтальной плоскости находится однородный стержень длиной 2 м и массой 1 кг. К стержню, в его центре масс, приложена горизонтальная сила величиной 10 Н. Вычислите для этого момента величину линейного ускорения центра масс стержня.

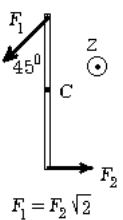
6.11 На гладкой горизонтальной плоскости находится однородный стержень длиной 2 м и массой 1 кг. К каждому концу стержня, приложена горизонтальная сила величиной 10 Н, перпендикулярная стержню, причем направления сил противоположны. Вычислите для этого момента величину линейного ускорения центра масс стержня.

Момент сил, действующих на твердое тело.

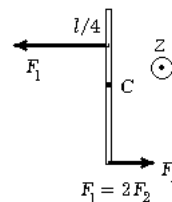
6.12 На гладкой горизонтальной поверхности стола покоится однородный стержень длины l и массы m . В некоторый момент времени к стержню прикладывают горизонтальные силы \vec{F}_1 и \vec{F}_2 как показано на рис. Найдите для этого момента времени величину и направление вектора момента сил, вычисленного относительно точки C .



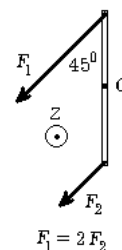
6.13 На гладкой горизонтальной поверхности стола покоится однородный стержень длины l и массы m . В некоторый момент времени к стержню прикладывают горизонтальные силы \vec{F}_1 и \vec{F}_2 как показано на рис. Найдите для этого момента времени величину и направление вектора момента сил, вычисленного относительно точки C .



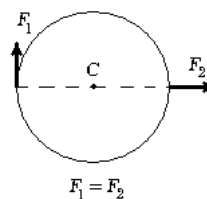
6.14 На гладкой горизонтальной поверхности стола покоится однородный стержень длины l и массы m . В некоторый момент времени к стержню прикладывают горизонтальные силы \vec{F}_1 и \vec{F}_2 как показано на рис. Найдите для этого момента времени величину и направление вектора момента сил, вычисленного относительно точки C .



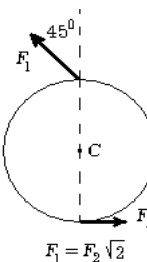
6.15 На гладкой горизонтальной поверхности стола покоится однородный стержень длины l и массы m . В некоторый момент времени к стержню прикладывают горизонтальные силы \vec{F}_1 и \vec{F}_2 как показано на рис. Найдите для этого момента времени величину и направление вектора момента сил, вычисленного относительно точки C .



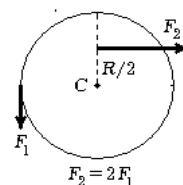
6.16 На гладкой горизонтальной поверхности стола покоится однородный диск радиуса R и массы m . В некоторый момент времени к диску прикладывают горизонтальные силы \vec{F}_1 и \vec{F}_2 как показано на рис. Найдите для этого момента времени величину и направление вектора момента сил, вычисленного относительно точки C .



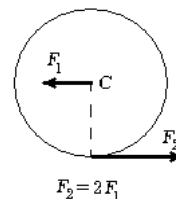
6.17 На гладкой горизонтальной поверхности стола покоится однородный диск радиуса R и массы m . В некоторый момент времени к диску прикладывают горизонтальные силы \vec{F}_1 и \vec{F}_2 как показано на рис. Найдите для этого момента времени величину и направление вектора момента сил, вычисленного относительно точки C .



6.18 На гладкой горизонтальной поверхности стола покоится однородный диск радиуса R и массы m . В некоторый момент времени к диску прикладывают горизонтальные силы \vec{F}_1 и \vec{F}_2 как показано на рис. Найдите для этого момента времени величину и направление вектора момента сил, вычисленного относительно точки C .



6.19 На гладкой горизонтальной поверхности стола покоится однородный диск радиуса R и массы m . В некоторый момент времени к диску прикладывают горизонтальные силы \vec{F}_1 и \vec{F}_2 как показано на рис. Найдите для этого момента времени величину и направление вектора момента сил, вычисленного относительно точки C .



*Момент инерции твердого тела относительно постоянной оси вращения.
Определение.*

Момент инерции материальной точки относительно оси вращения определяется как величина, равная произведению массы материальной точки на квадрат расстояния от этой точки до оси вращения:

$$I = m \cdot x^2.$$

Момент инерции твердого тела относительно оси вращения – мера инертности твердого тела во вращательном движении (аналог массы в поступательном движении), определяется как величина, равная сумме моментов инерции достаточно

малых фрагментов твердого тела. Достаточно малым фрагментом твердого тела является фрагмент, размеры которого малы по сравнению с расстоянием от фрагмента до оси вращения. Таким образом, этот фрагмент может быть назван материальной точкой и его момент инерции подсчитывается по формуле:

$$dl = x^2 \cdot dm ,$$

а момент инерции всего твердого тела относительно постоянной оси вращения, по формуле:

$$I = \int x^2 \cdot dm .$$

Для вычисления интеграла необходимо свести подынтегральное выражение к одной переменной величине. Это достигается, в частности, учетом как характера распределения массы тела по его объему, так и симметрии формы тела.

6.20 Найдите момент инерции тонкого кольца относительно оси, перпендикулярной плоскости кольца и проходящей через его центр. Масса кольца m , радиус кольца R .

6.21 Найдите момент инерции тонкостенного цилиндра относительно его оси симметрии, равноудаленной от всех точек цилиндра. Масса цилиндра m , радиус цилиндра R .

6.22 Найдите момент инерции однородного диска относительно его оси симметрии, перпендикулярной плоскости диска и проходящей через его центр. Масса диска m , радиус диска R .

6.23 Найдите момент инерции однородного сплошного цилиндра относительно его оси симметрии, равноудаленной от всех точек боковой поверхности цилиндра. Масса цилиндра m , радиус цилиндра R .

6.24 Найдите момент инерции однородного сплошного конуса относительно его оси симметрии, проходящей через вершину и центр основания конуса. Масса конуса m , радиус основания конуса R .

6.25 Найдите момент инерции тонкого однородного стержня относительно оси, перпендикулярной стержню и проходящей через его конец. Масса стержня m , его длина l .

6.26 Найдите момент инерции тонкого однородного стержня относительно оси, перпендикулярной стержню и проходящей через его середину. Масса стержня m , его длина l .

6.27 Найдите момент инерции тонкого однородного стержня относительно оси, перпендикулярной стержню и проходящей через точку стержня, которая делит его длину в отношении один к трем. Масса стержня m , его длина l .

6.28 Найдите момент инерции тонкого однородного стержня относительно оси, перпендикулярной стержню и проходящей через точку стержня, которая делит его длину в отношении один к двум. Масса стержня m , его длина l .

6.29 Найдите момент инерции тонкой однородной пластинки имеющей форму равнобедренного прямоугольного треугольника относительно оси, совпадающей с одним из его катетов. Длина каждого катета a . Масса пластинки m .

6.30 Найдите момент инерции тонкой однородной пластинки имеющей форму равнобедренного прямоугольного треугольника относительно оси, совпадающей с его (треугольника) гипотенузой. Длина гипотенузы a . Масса пластинки m .

*Момент инерции твердого тела относительно постоянной оси вращения.
Теорема о параллельных осях (теорема Штейнера).*

Теорема связывает момент инерции I_0 относительно произвольной оси с моментом инерции I_c относительно параллельной ей оси, проходящей через центр масс твердого тела:

$$I_0 = I_c + m \cdot a^2.$$

Здесь m - масса тела, a – расстояние между осями.

6.31 Найдите момент инерции тонкого кольца относительно оси, перпендикулярной плоскости кольца и проходящей через любую точку его окружности. Масса кольца m , радиус кольца R .

6.32 Найдите момент инерции однородного диска относительно оси, перпендикулярной плоскости диска и проходящей через его край. Масса диска m , радиус диска R .

6.33 Найдите момент инерции тонкого однородного стержня относительно оси, перпендикулярной стержню и проходящей через его конец, если известно, что момент инерции стержня относительно параллельной оси, проходящей через центр стержня, находится по формуле $\frac{m \cdot l^2}{12}$. Масса стержня m , его длина l .

6.34 Найдите момент инерции тонкого однородного стержня относительно оси, перпендикулярной стержню и проходящей через точку стержня, которая делит его длину в отношении один к трем, если известно, что момент инерции стержня относительно параллельной оси, проходящей через центр стержня, находится по формуле $\frac{m \cdot l^2}{12}$. Масса стержня m , его длина l .

6.35 Найдите момент инерции тонкого однородного стержня относительно оси, перпендикулярной стержню и проходящей через точку стержня, которая делит его длину в отношении один к двум, если известно, что момент инерции стержня относительно параллельной оси, проходящей через центр стержня, находится по формуле $\frac{m \cdot l^2}{12}$. Масса стержня m , его длина l .

6.36 Найдите момент инерции тонкой однородной прямоугольной пластинки относительно оси, перпендикулярной ее плоскости и проходящей через одну из ее вершин, если известно, что момент инерции пластинки относительно параллельной оси, проходящей через ее центр, находится по формуле $\frac{m \cdot (a^2 + b^2)}{12}$. Масса пластинки m , длины ее сторон a и b .

6.37 Найдите момент инерции тонкой однородной прямоугольной пластинки относительно оси, перпендикулярной ее плоскости и проходящей через середину стороны a , если известно, что момент инерции пластинки относительно параллельной оси, проходящей через ее центр, находится по формуле $\frac{m \cdot (a^2 + b^2)}{12}$. Масса пластинки m , длины ее сторон a и b .

6.38 Найдите момент инерции тонкой однородной прямоугольной пластинки относительно оси, перпендикулярной ее плоскости и проходящей через одну из ее вершин. Масса пластинки m , длины ее сторон a и b .

6.39 Найдите момент инерции тонкой однородной прямоугольной пластинки относительно оси, перпендикулярной ее плоскости и проходящей через ее центр. Масса пластинки m , длины ее сторон a и b .

6.40 Найдите момент инерции тонкой однородной прямоугольной пластинки относительно оси, перпендикулярной ее плоскости и проходящей через середину стороны a . Масса пластинки m , длины ее сторон a и b .

6.41 Найдите момент инерции тонкой однородной пластинки имеющей форму равнобедренного прямоугольного треугольника относительно оси, перпендикулярной ее плоскости и проходящей через вершину прямого угла треугольника. Длина каждого катета a . Масса пластинки m .

*Момент инерции твердого тела относительно постоянной оси вращения.
Теорема о взаимно перпендикулярных осях.*

Момент инерции плоского тела относительно произвольной оси Z , перпендикулярной его плоскости, равен сумме моментов инерции относительно двух взаимно перпендикулярных осей X и Y , лежащих в плоскости тела и пересекающихся с осью Z :

$$I_Z = I_X + I_Y.$$

6.42 Момент инерции тонкого кольца относительно оси Z , перпендикулярной плоскости кольца и проходящей через его центр равен $m \cdot R^2$. Масса кольца m , радиус кольца R . Найдите момент инерции кольца I_X относительно оси X , совпадающей с диаметром кольца.

6.43 Момент инерции однородного диска относительно оси Z , перпендикулярной плоскости диска и проходящей через его центр равен $\frac{m \cdot R^2}{2}$. Масса диска m , радиус диска R . Найдите момент инерции диска I_X относительно оси X , совпадающей с диаметром диска.

6.44 Момент инерции тонкой однородной прямоугольной пластинки относительно оси Z , перпендикулярной ее плоскости и проходящей через одну из ее вершин равен $\frac{m \cdot (a^2 + b^2)}{3}$. Масса пластинки m , длины ее сторон a и b . Найдите момент инерции пластинки I_X относительно оси X , совпадающей с ее стороной a .

6.45 Момент инерции тонкой однородной прямоугольной пластинки относительно оси Z , перпендикулярной ее плоскости и проходящей через одну из ее вершин равен $\frac{m \cdot (a^2 + b^2)}{3}$. Масса пластинки m , длины ее сторон a и b . Найдите момент инерции пластинки I_Y относительно оси Y , совпадающей с ее стороной b .

6.46 Момент инерции тонкой однородной прямоугольной пластинки относительно оси Z , перпендикулярной ее плоскости и проходящей через ее центр равен $\frac{m \cdot (a^2 + b^2)}{12}$. Масса пластинки m , длины ее сторон a и b . Найдите момент инерции пластинки I_X относительно оси X , параллельной стороне a и проходящей через центр пластинки.

6.47 Момент инерции тонкой однородной прямоугольной пластинки относительно оси Z , перпендикулярной ее плоскости и проходящей через ее центр равен $\frac{m \cdot (a^2 + b^2)}{12}$. Масса пластинки m , длины ее сторон a и b . Найдите момент инерции пластинки I_Y относительно оси Y , параллельной стороне b и проходящей через центр пластинки.

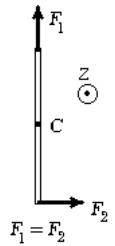
6.48 Момент инерции тонкой однородной пластинки, имеющей форму равнобедренного прямоугольного треугольника, относительно оси X , совпадающей с одним из его катетов равен $\frac{m \cdot a^2}{6}$. Длина каждого катета a . Масса пластинки m . Найдите момент инерции пластинки I_Z относительно оси Z , перпендикулярной плоскости пластинки и проходящей через вершину прямого угла треугольника.

Уравнение вращательного движения твердого тела вокруг постоянной оси.

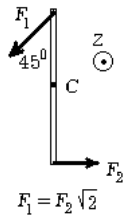
$$I \cdot \beta_Z = M_Z$$

Уравнение записано в проекции на совмещенную с осью вращения координатную ось Z .

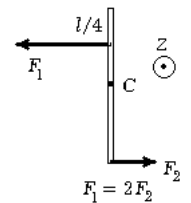
6.49 На гладкой горизонтальной поверхности стола покоится однородный стержень длины l и массы m . В некоторый момент времени к стержню прикладывают горизонтальные силы \vec{F}_1 и \vec{F}_2 как показано на рис. Найдите для этого момента времени величину и направление вектора $\vec{\beta}$ углового ускорения стержня.



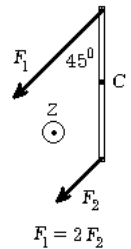
6.50 На гладкой горизонтальной поверхности стола покоится однородный стержень длины l и массы m . В некоторый момент времени к стержню прикладывают горизонтальные силы \vec{F}_1 и \vec{F}_2 как показано на рис. Найдите для этого момента времени величину и направление вектора $\vec{\beta}$ углового ускорения стержня.



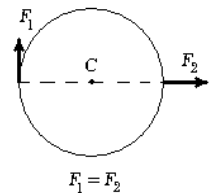
6.51 На гладкой горизонтальной поверхности стола покоится однородный стержень длины l и массы m . В некоторый момент времени к стержню прикладывают горизонтальные силы \vec{F}_1 и \vec{F}_2 как показано на рис. Найдите для этого момента времени величину и направление вектора $\vec{\beta}$ углового ускорения стержня.



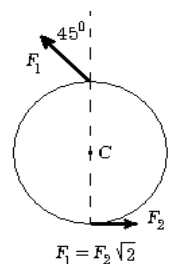
6.52 На гладкой горизонтальной поверхности стола покоится однородный стержень длины l и массы m . В некоторый момент времени к стержню прикладывают горизонтальные силы \vec{F}_1 и \vec{F}_2 как показано на рис. Найдите для этого момента времени величину и направление вектора $\vec{\beta}$ углового ускорения стержня.



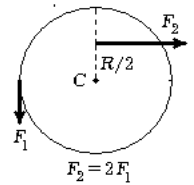
6.53 На гладкой горизонтальной поверхности стола покоится однородный диск радиуса R и массы m . В некоторый момент времени к диску прикладывают горизонтальные силы \vec{F}_1 и \vec{F}_2 как показано на рис. Найдите для этого момента времени величину и направление вектора $\vec{\beta}$ углового ускорения диска.



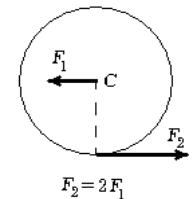
6.54 На гладкой горизонтальной поверхности стола покоится однородный диск радиуса R и массы m . В некоторый момент времени к диску прикладывают горизонтальные силы \vec{F}_1 и \vec{F}_2 как показано на рис. Найдите для этого момента времени величину и направление вектора $\vec{\beta}$ углового ускорения диска.



6.55 На гладкой горизонтальной поверхности стола покоится однородный диск радиуса R и массы m . В некоторый момент времени к диску прикладывают горизонтальные силы \vec{F}_1 и \vec{F}_2 как показано на рис. Найдите для этого момента времени величину и направление вектора $\vec{\beta}$ углового ускорения диска.



6.56 На гладкой горизонтальной поверхности стола покоится однородный диск радиуса R и массы m . В некоторый момент времени к диску прикладывают горизонтальные силы \vec{F}_1 и \vec{F}_2 как показано на рис. Найдите для этого момента времени величину и направление вектора $\vec{\beta}$ углового ускорения диска.



6.57 На гладкой горизонтальной плоскости находится однородный стержень длиной 2 м и массой 1 кг. К стержню, в точке, удаленной от его центра масс на расстояние 0,5 м, приложена горизонтальная сила величиной 10 Н, составляющая со стержнем угол 30° . Вычислите, для этого момента, величину углового ускорения стержня.

6.58 На гладкой горизонтальной плоскости находится однородный стержень длиной 2 м и массой 1 кг. К стержню, в его центре масс, приложена горизонтальная сила, величиной 10 Н. Вычислите, для этого момента, величину углового ускорения стержня.

6.59 На гладкой горизонтальной плоскости находится однородный стержень длиной 2 м и массой 1 кг. К каждому концу стержня, приложена горизонтальная сила величиной 10 Н, перпендикулярная стержню, причем направления сил противоположны. Вычислите, для этого момента, величину углового ускорения стержня.

6.60 Диск массой 1 кг и радиусом 0,5 м вращается вокруг постоянной оси, проходящей через его центр. По касательной к ободу диска прикладывают постоянную тормозящую силу 10 Н. В результате диск, имевший начальную угловую скорость 400 1/с, останавливается через некоторое время. Вычислите это время.

6.61 Диск массой 1 кг и радиусом 0,5 м вращается вокруг постоянной оси, проходящей через его центр. По касательной к ободу диска прикладывают некоторую постоянную тормозящую силу. В результате диск, имевший начальную угловую скорость 400 1/с, останавливается через 1 с. Вычислите величину тормозящей силы.

6.62 Однородный диск массой 50 кг и радиусом 0,4 м вращается вокруг постоянной оси, перпендикулярной плоскости диска и проходящей через его центр, с частотой 8 с^{-1} . К диску приложили постоянный момент сил трения, и через 60 с диск остановился. Вычислите величину момента сил трения.

6.63 К легкому диску радиусом 0,2 м приклеили тяжелое тонкое кольцо такого же радиуса так, что центры диска и кольца совпадают. В результате получился маховик, масса которого 5 кг однородно распределена по его ободу. Маховик вращается с частотой 10 с^{-1} . К маховику приложили постоянный момент сил трения, и через 20 с он остановился. Вычислите величину момента сил трения.

6.64 Однородный диск массой 10 кг и радиусом 0,1 м вращается вокруг постоянной оси, перпендикулярной плоскости диска и проходящей через его центр, с угловой скоростью $\omega = 10 + 4 \cdot t$. Вычислите величину касательной силы, приложенной к ободу диска.

6.65 К легкому диску приклеили тяжелое тонкое кольцо такого же радиуса так, что центры диска и кольца совпадают. В результате получился маховик, масса которого 20 кг однородно распределена по его ободу. Радиус маховика 0,2 м. Маховик вращается вокруг постоянной оси, перпендикулярной плоскости диска и проходящей через его центр, с угловой скоростью $\omega = 20 + 5 \cdot t$. Вычислите величину касательной силы, приложенной к ободу диска.

6.66 Однородный диск радиусом 0,1 м и массой 1 кг может вращаться практически без трения вокруг горизонтальной постоянной оси, проходящей через его центр. На обод диска намотана легкая нерастяжимая нить, к которой прикреплен груз массой 0,5 кг. Вычислите величину угловой скорости диска для момента времени, который наступит через 5 с после начала движения.

6.67 Однородный диск радиусом 0,1 м может вращаться практически без трения вокруг горизонтальной постоянной оси, проходящей через его центр. На обод диска намотана легкая нерастяжимая нить, к которой прикреплен груз массой 0,5 кг. Под действием силы тяжести и силы натяжения нити груз опускается на 1 м за 5 с. Вычислите момент инерции диска.

6.68 Однородный диск массой 1 кг может вращаться практически без трения вокруг горизонтальной постоянной оси, проходящей через его центр. По ободу диска сделан желоб, в который уложена легкая нерастяжимая нить. К концам нити прикреплены грузы массами 2 кг и 3 кг. Полагая, что нить по желобу не скользит, вычислите величину ускорения каждого из грузов.

6.69 Однородный диск радиусом 0,1 м может вращаться практически без трения вокруг горизонтальной постоянной оси, проходящей через его центр. По ободу диска сделан желоб, в который уложена легкая нерастяжимая нить. К концам нити прикреплены грузы массами 2 кг и 3 кг. Полагая, что нить по желобу не скользит, вычислите момент инерции блока относительно оси вращения, если величина углового ускорения блока равна $0,2 \text{ рад/с}^2$.

6.70 На горизонтальной поверхности стола находится брусок массой m_1 , к которому прикреплена легкая нерастяжимая нить. Нить перекинута через блок (однородный диск) массой m , укрепленный на краю стола. На другом конце нити подвешен груз массой m_2 . Коэффициент трения бруска по столу равен μ . Полагая, что блок вращается без трения и нить по блоку не скользит, найдите величину a_1 ускорения бруска.

6.71 На горизонтальной поверхности стола находится брусок массой m_1 , к которому прикреплена легкая нерастяжимая нить. Нить перекинута через блок (однородный диск) массой m , укрепленный на краю стола. На другом конце нити подвешен груз массой m_2 . Коэффициент трения бруска по столу равен μ . Полагая, что блок вращается без трения и нить по блоку не скользит, найдите величину a_2 ускорения груза.

6.72 На горизонтальной поверхности стола находится брусок массой m_1 , к которому прикреплена легкая нерастяжимая нить. Нить перекинута через блок (однородный диск) радиусом R и массой m , укрепленный на краю стола. На другом конце нити подвешен груз массой m_2 . Коэффициент трения бруска по столу равен μ . Полагая, что блок вращается без трения и нить по блоку не скользит, найдите величину β углового ускорения блока.

6.73 По наклонной плоскости, образующей с горизонтальной плоскостью угол α , скатывается без проскальзывания сплошной однородный цилиндр, причем образующая цилиндра горизонтальна. Найдите величину линейного ускорения a_c центра масс цилиндра.

6.74 По наклонной плоскости, образующей с горизонтальной плоскостью угол α , скатывается без проскальзывания однородная тонкостенная труба, причем образующая трубы горизонтальна. Найдите величину линейного ускорения a_c центра масс трубы.

6.75 По наклонной плоскости, образующей с горизонтальной плоскостью угол α , скатывается без проскальзывания сплошной однородный цилиндр радиусом R , причем образующая цилиндра горизонтальна. Найдите величину углового ускорения β цилиндра.

6.76 По наклонной плоскости, образующей с горизонтальной плоскостью угол α , скатывается без проскальзывания однородная тонкостенная труба радиусом R , причем образующая трубы горизонтальна. Найдите величину углового ускорения β трубы.

Законы сохранения в механике твердого тела

Момент импульса твердого тела.

$$L_Z = I_Z \cdot \omega_Z$$

Момент импульса твердого тела относительно неподвижной оси Z , или проекция вектора момента импульса на координатную ось Z , совпадающую с осью вращения, равен произведению момента инерции тела относительно этой оси вращения на проекцию вектора угловой скорости на координатную ось Z .

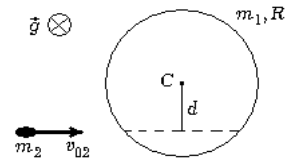
6.77 Вычислите величину момента импульса тонкого проволочного кольца, вращающегося вокруг оси, перпендикулярной плоскости кольца и проходящей через его центр. Масса кольца, его радиус и угловая скорость равны соответственно 0,1 кг; 0,1 м; 200 рад/с.

6.78 Однородный стержень длиной 0,9 м и массой 1 кг вращается в горизонтальной плоскости с угловой скоростью 100 рад/с вокруг вертикальной оси. Ось вращения проходит через точку стержня, которая делит длину стержня в отношении 1 к 2. Вычислите величину момента импульса стержня.

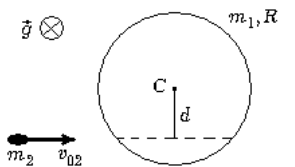
Сохранение момента импульса системы твердых тел.

Для того чтобы момент импульса системы тел относительно некоторой оси сохранился, необходимо чтобы суммарный момент внешних сил относительно этой оси был равен нулю.

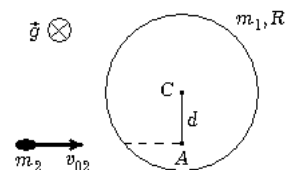
6.79 Однородный цилиндр радиуса R и массы m_1 может вращаться без трения вокруг закрепленной вертикальной оси, проходящей через точку C и перпендикулярной плоскости рис. Пуля массы m_2 , летящая горизонтально со скоростью \vec{V}_{02} попадает в боковую поверхность цилиндра, останавливается (см. рис.) и падает вниз. Найдите величину ω угловой скорости, которую получит цилиндр. Прицельное расстояние d считайте заданным.



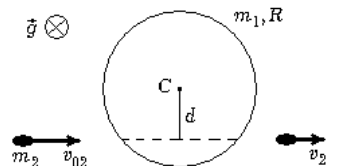
6.80 Однородный цилиндр радиуса R и массы m_1 может вращаться без трения вокруг закрепленной вертикальной оси, проходящей через точку C и перпендикулярной плоскости рис. Пуля массы m_2 , летящая горизонтально со скоростью \vec{V}_{02} попадает в боковую поверхность цилиндра, застревает в этой поверхности, практически не углубившись в цилиндр (см. рис.). Найдите величину ω угловой скорости, которую получит цилиндр. Прицельное расстояние d считайте заданным.



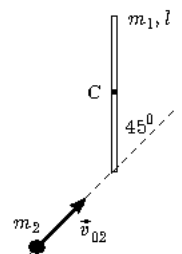
6.81 Однородный цилиндр радиуса R и массы m_1 может вращаться без трения вокруг закрепленной вертикальной оси, проходящей через точку C и перпендикулярной плоскости рис. Пуля массы m_2 , летящая горизонтально со скоростью \vec{V}_{02} попадает в боковую поверхность цилиндра и застревает внутри цилиндра в точке A (см. рис.). Найдите величину ω угловой скорости, которую получит цилиндр. Прицельное расстояние d считайте заданным.



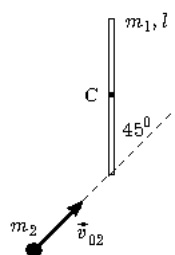
6.82 Однородный цилиндр радиуса R и массы m_1 может вращаться без трения вокруг закрепленной вертикальной оси, проходящей через точку C и перпендикулярной плоскости рис. Пуля массы m_2 , летящая горизонтально со скоростью \vec{V}_{02} попадает в боковую поверхность цилиндра, пробивает его насквозь и вылетает из него со скоростью \vec{V}_2 практически не изменив направления движения. Найдите величину ω угловой скорости, которую получит цилиндр. Прицельное расстояние d считайте заданным.



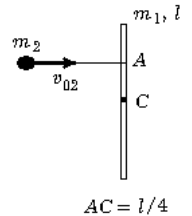
6.83 Однородный стержень длины l и массы m_1 может без трения вращаться в горизонтальной плоскости, вокруг закрепленной вертикальной оси, проходящей через его середину C . На стержень налетает небольшое тело массы m_2 , с горизонтальной скоростью \vec{V}_{02} (см. рис.), и приклеивается к нему. Найдите величину угловой скорости ω стержня после столкновения.



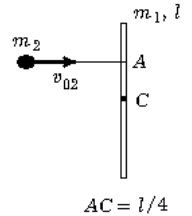
6.84 Однородный стержень длины l и массы m_1 может без трения вращаться в горизонтальной плоскости, вокруг закрепленной вертикальной оси, проходящей через его середину C . На стержень налетает небольшое тело массы m_2 , с горизонтальной скоростью \vec{V}_{02} (см. рис.), и отскакивает от него со скоростью \vec{V}_2 в противоположном направлении. Найдите величину угловой скорости ω стержня после столкновения.



6.85 Однородный стержень длины l и массы m_1 может без трения вращаться в горизонтальной плоскости, вокруг закрепленной вертикальной оси, проходящей через его середину C . На стержень налетает небольшое тело массы m_2 , с горизонтальной скоростью \vec{v}_{02} (см. рис.), и приклеивается к нему. Найдите величину угловой скорости ω стержня после столкновения.



6.86 Однородный стержень длины l и массы m_1 может без трения вращаться в горизонтальной плоскости, вокруг закрепленной вертикальной оси, проходящей через его середину C . На стержень налетает небольшое тело массы m_2 , с горизонтальной скоростью \vec{v}_{02} (см. рис.), и отскакивает от него со скоростью \vec{v}_2 в противоположном направлении. Найдите величину угловой скорости ω стержня после столкновения.



6.87 Два горизонтальных диска, расположенных один выше, другой ниже, свободно вращаются вокруг вертикальной оси, проходящей через их центры. Моменты инерции дисков относительно этой оси равны I_1 и I_2 , а угловые скорости - $\vec{\omega}_1$ и $\vec{\omega}_2$. После падения верхнего диска на нижний оба диска благодаря трению между ними стали единым диском. Найдите установившуюся угловую скорость $\vec{\omega}$ дисков.

6.88 Однородный горизонтальный диск массы 0,5 кг и радиуса 0,4 м, который может вращаться без трения вокруг вертикальной оси, проходящей через его центр, раскрутили до угловой скорости 10 рад/с. На диск положили однородный стержень массы 1 кг длиной 0,8 м так, что его середина совпала с центром диска. Стержень сразу приклеился к диску. Вычислите величину конечного момента импульса системы диск – стержень.

6.89 Однородный горизонтальный диск массы 0,5 кг и радиуса 0,4 м, который может вращаться без трения вокруг вертикальной оси, проходящей через его центр, раскрутили до угловой скорости 10 рад/с. Из центра диска на его край вдоль радиуса переползает небольшое тяжелое животное массой 1 кг и там останавливается (относительно диска). Вычислите величину конечного момента импульса системы.

6.90 Однородный горизонтальный диск массы 0,5 кг и радиуса 0,4 м, который может вращаться без трения вокруг вертикальной оси, проходящей через его центр, раскрутили до угловой скорости 10 рад/с. На диск в точку, удаленную от центра на расстояние 0,2 м, с малой высоты падает небольшое тяжелое тело массой 1 кг и прилипает к диску. Вычислите величину конечного момента импульса системы.

6.91 Однородный горизонтальный диск массы 0,5 кг и радиуса 0,4 м, который может вращаться без трения вокруг вертикальной оси, проходящей через его центр, раскрутили до угловой скорости 10 рад/с. На диск в точку, удаленную от центра на расстояние 0,2 м с малой высоты падает небольшое тяжелое тело массой 1 кг и прилипает к диску. Вычислите величину конечной угловой скорости диска.

6.92 Однородный горизонтальный диск массы 0,5 кг и радиуса 0,4 м, который может вращаться без трения вокруг вертикальной оси, проходящей через его центр, раскрутили до угловой скорости 10 рад/с. Из центра диска на его край вдоль радиуса переползает небольшое тяжелое животное массой 1 кг и там останавливается (относительно диска). Вычислите величину конечной угловой скорости диска.

6.93 Однородный горизонтальный диск массы 0,5 кг и радиуса 0,4 м, который может вращаться без трения вокруг вертикальной оси, проходящей через его центр, раскрутили до угловой скорости 10 рад/с. На диск положили однородный стержень массы 1 кг длиной 0,8 м так, что его середина совпала с центром диска. Стержень сразу приклеился к диску. Вычислите величину конечной угловой скорости системы диск – стержень.

6.94 Человек массы m_1 стоит на краю однородного горизонтального диска массы m_2 , который может вращаться без трения вокруг вертикальной оси, проходящей через его центр. Человек начал двигаться по краю диска, совершил перемещение на угол φ_1 относительно диска и остановился. Найдите угол φ_2 , на который повернулся диск к моменту остановки человека. Человека в задаче рассматривайте как материальную точку.

6.95 Человек массы m_1 стоит на краю однородного горизонтального диска массы m_2 , который может вращаться без трения вокруг вертикальной оси, проходящей через его центр. Человек начал двигаться по краю диска и, обойдя его дважды, оказался в исходной точке относительно диска и остановился. Найдите угол φ_2 , на который повернулся диск к моменту остановки человека. Человека в задаче рассматривайте как материальную точку.

6.96 Человек массы m_1 стоит на краю однородного горизонтального диска массы m_2 , который может вращаться без трения вокруг вертикальной оси, проходящей через его центр. Человек начал двигаться по краю диска, обойдя его, оказался в исходной точке относительно диска и остановился. В результате диск повернулся на угол 90° . Вычислите отношение массы диска к массе человека. Человека в задаче рассматривайте как материальную точку.

6.97 Человек массы m_1 стоит на краю однородного горизонтального диска массы m_2 и радиуса R , который может вращаться без трения вокруг вертикальной оси, проходящей через его центр. Человек начал двигаться по краю диска со скоростью v' относительно диска. Найдите величину ω угловой скорости диска. Человека в задаче рассматривайте как материальную точку.

6.98 Человек массы m_1 стоит на краю однородного горизонтального диска массы m_2 , который вращается без трения вокруг вертикальной оси, проходящей через его центр, с начальной угловой скоростью ω . Человек переходит в центр диска. Найдите величину Ω конечной угловой скорости диска. Человека в задаче рассматривайте как материальную точку.

6.99 Человек массы m_1 стоит в центре однородного горизонтального диска массы m_2 , который вращается без трения вокруг вертикальной оси, проходящей через его центр, с начальной угловой скоростью ω . Человек переходит на край диска. Найдите величину Ω конечной угловой скорости диска. Человека в задаче рассматривайте как материальную точку.

6.100 Человек расположился в окрестности центра однородного горизонтального диска, который может вращаться без трения вокруг вертикальной оси, проходящей через его центр. Человек держит в руках легкий стержень так, что он вертикален и совпадает с осью вращения диска. В середине стержня перпендикулярно ему на подшипнике укреплено колесо. Масса колеса m и распределена однородно по его ободу, радиус колеса R . Колесо вращается с угловой скоростью ω , диск в начале покоится. Человек поворачивает стержень в вертикальной плоскости на угол 90° так, что центр колеса остается на оси вращения диска. Найдите величину Ω конечной угловой скорости диска. Суммарный момент инерции диска и человека равен J .

6.101 Человек расположился в окрестности центра однородного горизонтального диска, который может вращаться без трения вокруг вертикальной оси, проходящей через его центр. Человек держит в руках легкий стержень так, что он вертикален и совпадает с осью вращения диска. На верхнем конце стержня перпендикулярно ему на подшипнике укреплено колесо. Масса колеса m и распределена однородно по его ободу, радиус колеса R . Колесо вращается с угловой скоростью ω , диск в начале покоится. Человек поворачивает стержень в вертикальной плоскости на угол 180° так, что стержень остается на оси вращения диска. Найдите величину Ω конечной угловой скорости диска. Суммарный момент инерции диска и человека равен J .

Собственный момент импульса твердого тела относительно постоянной оси вращения.

$$\vec{L}_z = I_z \cdot \omega_z$$

-вычисляется относительно системы отсчета центра масс.

6.102 Тонкий обруч массы 1 кг катится по горизонтальной плоскости без проскальзывания, причем скорость центра обруча 3 м/с. Радиус обруча 1/3 м. Вычислите величину собственного момента импульса обруча.

6.103 Однородный диск массы 1 кг катится по горизонтальной плоскости без проскальзывания, причем скорость центра диска 2 м/с. Радиус диска 1/3 м. Вычислите величину собственного момента импульса диска.

$$T = \frac{I \cdot \omega^2}{2}$$

6.104 Вычислите кинетическую энергию тонкого проволочного кольца, вращающегося вокруг оси, перпендикулярной плоскости кольца и проходящей через его центр. Масса кольца, его радиус и угловая скорость равны соответственно 0,1 кг; 0,1 м; 200 рад/с.

6.105 Однородный стержень длиной $\sqrt{2}$ м и массой 1 кг вращается в горизонтальной плоскости с угловой скоростью 30 рад/с вокруг вертикальной оси. Ось вращения проходит через точку стержня, которая делит длину стержня в отношении 1 к 2. Вычислите кинетическую энергию стержня.

Сохранение момента импульса и кинетическая энергия системы тел.

6.106 Однородный горизонтальный диск массы 0,5 кг и радиуса 0,4 м раскрутили до угловой скорости $10 \cdot \sqrt{7}$ рад/с вокруг неподвижной вертикальной оси, проходящей через его центр. На диск положили однородный стержень массы 1 кг длиной 0,8 м так, что его середина совпала с центром диска. Стержень сразу приклеился к диску. Вычислите величину конечной кинетической энергии системы диск – стержень.

6.107 Однородный горизонтальный диск массы 0,5 кг и радиуса 0,4 м раскрутили до угловой скорости 10 рад/с вокруг неподвижной вертикальной оси, проходящей через его центр. На диск в точку, удаленную от центра на расстояние 0,2 м с малой высоты падает небольшое тяжелое тело массой 1 кг и прилипает к диску. Вычислите величину конечной кинетической энергии системы.

6.108 Однородный горизонтальный диск массы 0,5 кг и радиуса 0,4 м раскрутили до угловой скорости 10 рад/с вокруг неподвижной вертикальной оси, проходящей через его центр. Из центра диска на его край вдоль радиуса переползает небольшое тяжелое животное массой 1 кг и там останавливается (относительно диска). Вычислите конечную кинетическую энергию системы.

6.109 Два горизонтальных диска, расположенных один выше, другой ниже, свободно вращаются вокруг вертикальной оси, проходящей через их центры. Моменты инерции дисков относительно этой оси равны I_1 и I_2 , а угловые скорости - $\vec{\omega}_1$ и $\vec{\omega}_2$. После падения верхнего диска на нижний оба диска благодаря трению между ними стали единым диском. Найдите работу A , совершенную силами трения.

6.110 Гладкий однородный стержень AB массы m_1 и длины l свободно вращается с угловой скоростью ω_0 в горизонтальной плоскости вокруг неподвижной вертикальной оси, проходящей через его конец A . Из точки A начинает скользить по стержню небольшая муфта массы m_2 . Найдите величину скорости v'_2 муфты относительно стержня в тот момент, когда она достигнет его конца B .

6.111 Однородная тонкая квадратная пластинка со стороной b и массы m_1 может свободно вращаться вокруг неподвижной вертикальной оси, совпадающей с одной из ее сторон. В центр пластинки по нормали к ней упруго ударяется шарик массы m_2 , летевший со скоростью \vec{v}_0 . Найдите скорость \vec{v} шарика после удара.

$$T = \bar{T} + \frac{m \cdot V_c^2}{2} = \frac{I_c \cdot \omega^2}{2} + \frac{m \cdot V_c^2}{2}$$

В этом случае кинетическая энергия складывается из собственной энергии вращения вокруг оси, проходящей через центр масс и энергии поступательного движения со скоростью центра масс.

- 6.112** Тонкий обруч массы 1 кг катится по горизонтальной плоскости без проскальзывания, причем скорость центра обруча 3 м/с. Вычислите собственную кинетическую энергию обруча.
- 6.113** Тонкий обруч массы 1 кг катится по горизонтальной плоскости без проскальзывания, причем скорость центра обруча 3 м/с. Вычислите кинетическую энергию обруча в системе отсчета, связанной с плоскостью.
- 6.114** Однородный диск массы 1 кг катится по горизонтальной плоскости без проскальзывания, причем скорость центра диска 2 м/с. Вычислите собственную кинетическую энергию диска.
- 6.115** Однородный диск массы 1 кг катится по горизонтальной плоскости без проскальзывания, причем скорость центра диска 2 м/с. Вычислите кинетическую энергию диска в системе отсчета, связанной с плоскостью.
- 6.116** Однородный сплошной цилиндр катится без проскальзывания. Вычислите величину n отношения кинетической энергии поступательного движения цилиндра к его собственной кинетической энергии.
- 6.117** Тонкостенная цилиндрическая труба катится без проскальзывания. Вычислите величину n отношения кинетической энергии поступательного движения трубы к ее собственной кинетической энергии.

Закон сохранения механической энергии.

- 6.118** Однородный стержень длины 0,6 м может вращаться без трения в вертикальной плоскости в поле сил тяжести ($g = 10 \text{ м/с}^2$) вокруг горизонтальной оси, проходящей через его конец. Когда стержень находился в устойчивом равновесном положении, ему сообщили начальную угловую скорость 10 рад/с. Вычислите максимальную высоту, на которую поднимется центр масс стержня.
- 6.119** Однородный стержень длины 0,6 м может вращаться без трения в вертикальной плоскости в поле сил тяжести вокруг горизонтальной оси, проходящей через его конец. Масса стержня 1/3 кг. Когда стержень находился в устойчивом равновесном положении, ему сообщили начальную угловую скорость 10 рад/с. Вычислите величину максимального момента импульса стержня (относительно точки подвеса).
- 6.120** Однородный стержень длины 0,3 м может вращаться без трения в вертикальной плоскости в поле сил тяжести ($g = 10 \text{ м/с}^2$) вокруг горизонтальной оси, проходящей через его конец. Масса стержня 1/3 кг. Стержень привели в горизонтальное положение и отпустили. Вычислите величину максимального момента импульса стержня.
- 6.121** Однородный стержень длиной 30 см одним концом шарнирно прикреплен к плоскости горизонтального стола. Из вертикального положения стержень начинает падать на стол, вращаясь в вертикальной плоскости вокруг точки закрепления. Вычислите величину угловой скорости стержня в конце падения. Ускорение свободного падения 10 м/с^2 .
- 6.122** С одного горизонта по наклонной плоскости скатываются сплошной и полый цилиндры одинаковых радиусов. Вычислите величину n отношения скоростей центров масс сплошного и полого цилиндров при достижении ими основания наклонной плоскости.

Гироскоп.

$$\frac{d\vec{L}}{dt} = [\vec{\Omega}, \vec{L}]$$

6.123 Волчок массы $m = 0,5$ кг, ось которого наклонена к вертикали, прецессирует под действием силы тяжести. Момент инерции волчка относительно его оси симметрии $I = 2$ г·м², угловая скорость вращения вокруг этой оси $\omega = 350$ рад/с, расстояние от точки опоры до центра масс волчка $l = 10$ см. Найдите угловую скорость Ω прецессии волчка.

6.124 Корабль движется со скоростью $v = 36$ км/ч по дуге окружности радиуса $R = 200$ м. Найдите момент гироскопических сил, действующих на подшипники со стороны вала с маховиком, которые имеют момент инерции относительно оси вращения $I = 3,8 \cdot 10^3$ кг·м² и делают $n = 300$ об/мин. Ось вращения расположена вдоль корабля.

Ответы

6.1. $\alpha = 45^\circ$; $a_c = \frac{\sqrt{2} \cdot F_1}{m}$

6.2. $\alpha = 0^\circ$; $a_c = \frac{F_2}{m}$

6.3. $\alpha = 90^\circ$; $a_c = \frac{F_2}{m}$

6.4. $\alpha = 45^\circ$; $a_c = \frac{3 \cdot F_2}{m}$

6.5. $\alpha = 45^\circ$; $a_c = \frac{\sqrt{2} \cdot F_1}{m}$

6.6. $\alpha = 45^\circ$; $a_c = \frac{F_2}{m}$

6.7. $\alpha = \arctg 2 \approx 63^\circ$; $a_c = \frac{\sqrt{5} \cdot F_1}{m}$

6.8. $\alpha = 180^\circ$; $a_c = \frac{F_1}{m}$

6.9. $a_c = 10$ м/с²

6.10. $a_c = 10$ м/с²

6.11. $a_c = 0$

6.12. $M = \frac{F_2 \cdot l}{2}$; Вектор \vec{M} направлен к читателю вдоль оси Z

6.13. $M = F_2 \cdot l$; Вектор \vec{M} направлен к читателю вдоль оси Z

6.14. $M = F_2 \cdot l$; Вектор \vec{M} направлен к читателю вдоль оси Z

6.15. $M = \frac{\sqrt{2} \cdot F_2 \cdot l}{4}$; Вектор \vec{M} направлен к читателю вдоль оси Z

- 6.16. $M = F_1 \cdot R$; Вектор \vec{M} направлен от читателя
- 6.17. $M = 2 \cdot F_2 \cdot R$; Вектор \vec{M} направлен к читателю
- 6.18. $M = 0$
- 6.19. $M = F_2 \cdot R$; Вектор \vec{M} направлен к читателю
- 6.20. $l = m \cdot R^2$
- 6.21. $l = m \cdot R^2$
- 6.22. $l = \frac{m \cdot R^2}{2}$
- 6.23. $l = \frac{m \cdot R^2}{2}$
- 6.24. $l = \frac{3 \cdot m \cdot R^2}{10}$
- 6.25. $l = \frac{m \cdot l^2}{3}$
- 6.26. $l = \frac{m \cdot l^2}{12}$
- 6.27. $l = \frac{7 \cdot m \cdot l^2}{48}$
- 6.28. $l = \frac{m \cdot l^2}{9}$
- 6.29. $l = \frac{m \cdot a^2}{6}$
- 6.30. $l = \frac{m \cdot a^2}{24}$
- 6.31. $l = 2 \cdot m \cdot R^2$
- 6.32. $l = \frac{3 \cdot m \cdot R^2}{2}$
- 6.33. $l = \frac{m \cdot l^2}{3}$
- 6.34. $l = \frac{7 \cdot m \cdot l^2}{48}$
- 6.35. $l = \frac{m \cdot l^2}{9}$
- 6.36. $l = \frac{m}{3} \cdot (a^2 + b^2)$
- 6.37. $l = \frac{m}{12} \cdot (a^2 + 4 \cdot b^2)$
- 6.38. $l = \frac{m}{3} \cdot (a^2 + b^2)$
- 6.39. $l = \frac{m}{12} \cdot (a^2 + b^2)$

- 6.40. $l = \frac{m}{12} \cdot (a^2 + 4 \cdot b^2)$
- 6.41. $l = \frac{4 \cdot m \cdot a^2}{3}$
- 6.42. $l = \frac{m \cdot R^2}{2}$
- 6.43. $l = \frac{m \cdot R^2}{4}$
- 6.44. $l_x = \frac{m \cdot b^2}{3}$
- 6.45. $l_y = \frac{m \cdot a^2}{3}$
- 6.46. $l_x = \frac{m \cdot b^2}{12}$
- 6.47. $l_y = \frac{m \cdot a^2}{12}$
- 6.48. $l_z = \frac{m \cdot a^2}{3}$
- 6.49. $\beta = \frac{6 \cdot F_2}{m \cdot l}$; Вектор $\vec{\beta}$ направлен к читателю вдоль оси Z
- 6.50. $\beta = \frac{12 \cdot F_2}{m \cdot l}$; Вектор $\vec{\beta}$ направлен к читателю вдоль оси Z
- 6.51. $\beta = \frac{12 \cdot F_2}{m \cdot l}$; Вектор $\vec{\beta}$ направлен к читателю вдоль оси Z
- 6.52. $\beta = \frac{3\sqrt{2} \cdot F_2}{m \cdot l}$; Вектор $\vec{\beta}$ направлен к читателю вдоль оси Z
- 6.53. $\beta = \frac{2 \cdot F}{m \cdot R}$; Вектор $\vec{\beta}$ направлен от читателя
- 6.54. $\beta = \frac{4 \cdot F_2}{m \cdot R}$; Вектор $\vec{\beta}$ направлен к читателю
- 6.55. $\beta = 0$
- 6.56. $\beta = \frac{2 \cdot F_2}{m \cdot R}$; Вектор $\vec{\beta}$ направлен к читателю
- 6.57. $\beta = 7,5 \text{ c}^{-2}$
- 6.58. $\beta = 0$
- 6.59. $\beta = 60 \text{ c}^{-2}$
- 6.60. $\tau = 10 \text{ c}$
- 6.61. $F = 100 \text{ Н}$
- 6.62. $M \approx 3,35 \text{ Н}\cdot\text{м}$
- 6.63. $M \approx 0,63 \text{ Н}\cdot\text{м}$
- 6.64. $F = 2 \text{ Н}$
- 6.65. $F = 20 \text{ Н}$

- 6.66. $\omega = 250 \text{ c}^{-1}$
- 6.67. $I = 0,62 \text{ кг}\cdot\text{м}^2$
- 6.68. $a \approx 1,8 \text{ м/с}^2$
- 6.69. $I = 9,9 \text{ кг}\cdot\text{м}^2$
- 6.70. $a_1 = \frac{m_2 - \mu \cdot m_1}{\frac{m}{2} + m_1 + m_2} \cdot g$
- 6.71. $a_2 = \frac{m_2 - \mu \cdot m_1}{\frac{m}{2} + m_1 + m_2} \cdot g$
- 6.72. $\beta = \frac{m_2 - \mu \cdot m_1}{\frac{m}{2} + m_1 + m_2} \cdot \frac{g}{R}$
- 6.73. $a_C = \frac{2}{3} \cdot g \cdot \sin \alpha$
- 6.74. $a_C = \frac{g}{2} \cdot \sin \alpha$
- 6.75. $\beta = \frac{2 \cdot g}{3 \cdot R} \cdot \sin \alpha$
- 6.76. $\beta = \frac{g}{2 \cdot R} \cdot \sin \alpha$
- 6.77. $L = 0,2 \text{ кг}\cdot\text{м}^2 \cdot \text{с}^{-1}$
- 6.78. $L = 9 \text{ кг}\cdot\text{м}^2 \cdot \text{с}^{-1}$
- 6.79. $\omega = \frac{2 \cdot m_2 \cdot v_{02} \cdot d}{m_1 \cdot R^2}$
- 6.80. $\omega = \frac{2 \cdot m_2 \cdot v_{02} \cdot d}{(m_1 + 2 \cdot m_2) \cdot R^2}$
- 6.81. $\omega = \frac{m_2 \cdot v_{02} \cdot d}{\frac{m_1 \cdot R^2}{2} + m_2 \cdot d^2}$
- 6.82. $\omega = \frac{2m_2 \cdot (v_{02} - v_2) \cdot d}{m_1 \cdot R^2}$
- 6.83. $\omega = \frac{3\sqrt{2} \cdot m_2 \cdot v_{02}}{(m_1 + 3 \cdot m_2) \cdot l}$
- 6.84. $\omega = \frac{3\sqrt{2} \cdot m_2 \cdot (v_{02} + v_2)}{m_1 \cdot l}$
- 6.85. $\omega = \frac{12 \cdot m_2 \cdot v_{02}}{(4 \cdot m_1 + 3 \cdot m_2) \cdot l}$
- 6.86. $\omega = \frac{3 \cdot m_2 \cdot (v_{02} + v_2)}{m_1 \cdot l}$
- 6.87. $\vec{\omega} = \frac{l_1 \cdot \vec{\omega}_1 + l_2 \cdot \vec{\omega}_2}{l_1 + l_2}$
- 6.88. $L = 0,4 \text{ кг}\cdot\text{м}^2 \cdot \text{с}^{-1}$

$$6.89. \quad L = 0,4 \text{ кг}\cdot\text{м}^2\cdot\text{с}^{-1}$$

$$6.90. \quad L = 0,4 \text{ кг}\cdot\text{м}^2\cdot\text{с}^{-1}$$

$$6.91. \quad \omega = 5 \text{ с}^{-1}$$

$$6.92. \quad \omega = 2 \text{ с}^{-1}$$

$$6.93. \quad \omega = \frac{30}{7} \approx 4,3 \text{ с}^{-1}$$

$$6.94. \quad \varphi_2 = \frac{\varphi_1'}{1 + \frac{m_2}{2 \cdot m_1}}$$

$$6.95. \quad \varphi_2 = \frac{4 \cdot \pi}{1 + \frac{m_2}{2 \cdot m_1}}$$

$$6.96. \quad \frac{m_2}{m_1} = 6$$

$$6.97. \quad \omega = \frac{2 \cdot m_1 \cdot v'}{(2 \cdot m_1 + m_2) \cdot R}$$

$$6.98. \quad \Omega = \left(1 + 2 \cdot \frac{m_1}{m_2}\right) \cdot \omega$$

$$6.99. \quad \Omega = \frac{\omega}{1 + 2 \cdot \frac{m_1}{m_2}}$$

$$6.100. \quad \Omega = \frac{\omega}{\frac{J}{mR^2} + \frac{1}{2}}$$

$$6.101. \quad \Omega = \frac{2 \cdot \omega}{\frac{J}{mR^2} + 1}$$

$$6.102. \quad \tilde{L} = 1 \text{ кг}\cdot\text{м}^2\cdot\text{с}^{-1}$$

$$6.103. \quad \tilde{L} = \frac{1}{3} \text{ кг}\cdot\text{м}^2\cdot\text{с}^{-1}$$

$$6.104. \quad T = 20 \text{ Дж}$$

$$6.105. \quad T = 100 \text{ Дж}$$

$$6.106. \quad T = 6 \text{ Дж}$$

$$6.107. \quad T = 1 \text{ Дж}$$

$$6.108. \quad T = 0,4 \text{ Дж}$$

$$6.109. \quad A = -\frac{l_1 \cdot l_2 \cdot (\bar{\omega}_1 - \bar{\omega}_2)^2}{2 \cdot (l_1 + l_2)}$$

$$6.110. \quad v_2' = \omega_0 \cdot l \cdot \sqrt{\frac{m_1}{3 \cdot m_2} \cdot \left(1 - \frac{1}{1 + 3 \cdot \frac{m_2}{m_1}}\right)}$$

$$6.111. \quad v = v_0 \cdot \frac{4 \cdot m_1 - 3 \cdot m_2}{4 \cdot m_1 + 3 \cdot m_2}$$

- 6.112. $\tilde{T} = 4,5$ Дж
- 6.113. $T = 9$ Дж
- 6.114. $\tilde{T} = 1$ Дж
- 6.115. $T = 3$ Дж
- 6.116. $n = 2$
- 6.117. $n = 1$
- 6.118. $H = 0,6$ м
- 6.119. $L = 0,4$ кг·м²·с⁻¹
- 6.120. $L = 0,1$ кг·м²·с⁻¹
- 6.121. $\omega = 10$ с⁻¹
- 6.122. $n = \frac{2}{\sqrt{3}} \approx 1,15$
- 6.123. $\Omega = \frac{mgl}{I\omega} \approx 0,7$ рад/с
- 6.124. $M = 2\pi n l v / R \approx 6$ кН·м