

4 - Занятие

Динамика вращательного движения твёрдого тела.

Сравнение характеристик поступательного и вращательного движения		
Сопоставим основные величины и уравнения, определяющие поступательное движение тела и его вращение вокруг неподвижной оси:	Поступательное движение тела	Вращательное движение тела
	Масса m	Момент инерции I
	Скорость $\vec{v} = \frac{d\vec{r}}{dt}$	Угловая скорость $\vec{\omega} = \frac{d\vec{\varphi}}{dt}$
	Ускорение $\vec{a} = \frac{d\vec{v}}{dt}$	Угловое ускорение $\vec{\varepsilon} = \frac{d\vec{\omega}}{dt}$
	Сила \vec{F} или F	Момент силы \vec{M} или M_z
	Импульс $p = mv$	Момент импульса $L_z = I_z \omega$
Важные формулы	Поступательное движение тела	Вращательное движение тела
Основное уравнение динамики	$\vec{F} = m\vec{a}$ или $F_x = \frac{dp_x}{dt}$	$\vec{M} = I\vec{\varepsilon}$ или $M_z = \frac{dL_z}{dt}$
Работа	$dA = F_s ds$	$dA = M_z d\varphi$
Кинетическая энергия	$K = \frac{mv^2}{2}$	$K = \frac{I_z \omega^2}{2}$

8
+2

Моменты инерции некоторых тел				
Шар	Тонкостенная сфера	Однородный стержень	Диск	Диск
				
$I = \frac{2}{5} mr^2$	$I = \frac{2}{3} mr^2$	$I = \frac{1}{12} ml^2$	$I = \frac{1}{2} mr^2$	$I = \frac{1}{4} mr^2$
Однородная пластинка	Сплошной цилиндр	Толстостенный цилиндр	Тонкостенный цилиндр	Произвольное тело
				
$I = \frac{1}{12} m(a^2 + b^2)$	$I = \frac{1}{2} mr^2$	$I = \frac{1}{2} m(r_1^2 + r_2^2)$	$I = mr^2$	$I = \sum m_i r_i^2$

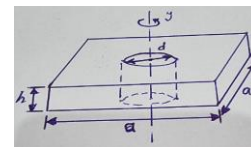
Задача №1. Найти момент инерции J и момент импульса L земного шара относительно оси вращения. Масса земли $6 \cdot 10^{24}$ кг, радиус земли $6,4 \cdot 10^6$ м.

Задача №2. Выведите формулу для момента инерции полого шара относительно оси, проходящей через его центр. Масса шара равна m , внутренний радиус r , внешний R .

Задача №3. Определите момент инерции сплошного однородного диска радиусом $R = 40 \text{ см}$ и массой $m = 1 \text{ кг}$ относительно оси, проходящей через середину одного из радиусов перпендикулярно плоскости диска.

Задача №4. Определите момент инерции J тонкого однородного стержня длиной $l = 50 \text{ см}$ и массой $m = 360 \text{ г}$ относительно оси, перпендикулярной стержню и проходящей через: 1) конец стержня; 2) точку, отстоящую от конца стержня на $1/6$ его длины.

Задача №5. Имеется гайка в форме прямоугольного параллелепипеда. В нём вырезано отверстие как показана на рисунке. Необходимо найти момент инерции такой гайки, относительно оси, показанной на рисунке, если известно: $h=3 \text{ см}$, $a = 6 \text{ см}$, $d = 4 \text{ см}$, $\rho = 7800 \text{ кг/м}^3$.



Задача №6. Однородный стержень длиной $l = 1,0 \text{ м}$ и массой $m = 0,5 \text{ кг}$ вращается в вертикальной плоскости вокруг горизонтальной оси, проходящей через середину стержня. С каким угловым ускорением ε вращается стержень, если на него действует момент силы $M = 98,1 \text{ мН м}$?

Задача №7. Полная кинетическая энергия T диска, катящегося по горизонтальной поверхности, равна 24 Дж . Определите кинетическую энергию T_1 поступательного и T_2 вращательного движения диска.

Задача №8. Маховик в виде сплошного диска, момент инерции которого $J = 150 \text{ кг м}^2$, вращается с частотой $n = 240 \text{ об/мин}$. Через $t = 1$ мин после начала действия сил торможения он остановился. Определите: 1) момент M сил торможения; 2) число оборотов маховика от начала торможения до полной остановки.

Задача №9. Полый тонкостенный цилиндр катится вдоль горизонтального участка дороги со скоростью $v = 1,5 \text{ м/с}$. Определите путь, который он пройдет в гору за счет кинетической энергии, если уклон горы равен 5 м на каждый 100 м пути.

Задача №10. Найти относительную ошибку δ , которая получится при вычислении кинетической энергии T_k катящегося шара, если не учитывать вращения шара.

Задача №11. Диск диаметром $D = 60 \text{ см}$ и массой $m = 1 \text{ кг}$ вращается вокруг оси, проходящей через центр перпендикулярно к его плоскости с частотой $n = 20 \text{ об/с}$. Какую работу надо совершить, чтобы остановить диск?

Задача №12. Во сколько раз уменьшится угловая скорость вращения человека, если момент инерции изменится от 1 кг м^2 до $1,25 \text{ кг м}^2$?