**План работы для учащегося**

|  |  |
| --- | --- |
| **Предмет** | Физика |
| **Ф.И.О. учителя** | Нам Эльза Маршаковна, СЛ№165 |
| **Учебник** | учеб. для 10 кл. естественно-математического направ-  ления общеобразоват. шк. / Н.А. Закирова, Р.Р. Аширов. – Нур- Султан: Издательство «Арман-ПВ», 2019. – 336 с. |
| **Урок № 13,14 тема урока** | Момент инерции абсолютно твердого тела  Учебник: §9, Стр 48 |
| **Цели обучения** | 10.2.2.5-использовать теорему Штейнера |
|  |  |
| **Изучи** | **Данный материал рекомендую изучать по учебнику(§9, стр 48) так как в данной теории содержится интегрирование** Краткая теория Вращательным движением твёрдого тела называется движение, при котором все точки его описывают окружности, центры которых лежат на одной прямой, называемой осью вращения.  Основной закон динамики вращательного движения твёрдого тела относительно неподвижной оси имеет вид:   |  |  | | --- | --- | | $\displaystyle M_z = I\beta _z\,,$ | (1) |      |  |  |  |  | | --- | --- | --- | --- | | где | $ I$ | - | момент инерции тела относительно той же оси, | |  | $ \beta_z$ | - | угловое ускорение, | |  | $ M_z$ | - | проекция момента внешних сил на ось. |   Численное значение момента сил можно выразить так:   |  |  | | --- | --- | | $\displaystyle M=F\cdot\ell\,,$ | (2) |      |  |  |  |  | | --- | --- | --- | --- | | где | $ M$ | - | модуль равнодействующей внешних сил, | |  |  |  | действующих на тело, | |  | $ \ell$ | - | плечо силы, то есть расстояние от оси вращения до | |  |  |  | точки приложения или линии действия силы. |   Угловое ускорение, одинаковое у всех точек твёрдого тела, связано с линейным:   |  |  | | --- | --- | | $\displaystyle \vec{a}=\vec{\beta}\times\vec{r}\,,$ | (3) |     где $ a$ -- линейное ускорение точек твёрдого тела, находящихся на расстояние $ r$ от оси вращения.  Момент инерции твёрдого тела относительно некоторой оси зависит от распределения массы относительно оси.  Для материальной точки массой $ m$ момент инерции равен $ mr^{2}$. Протяжённое твёрдое тело мысленно разбивается на материальные точки массой $ dm$, и момент инерции его находится с помощью интегрирования:  $\displaystyle I=\int{r^2dm}=\int{r^2\rho dV}\,.$  Моменты инерции тел правильной геометрической формы относительно оси, проходящей через центр масс, зависят от формы тела и, имея одинаковую размерность, отличаются числовыми коэффициентами.  Во всех случаях момент инерции выражается через массу тела, некоторый числовой коэффициент и размер (длину, радиус и т. д.) в квадрате.  Так, для тонкого кольца массой $ m$ и радиусом $ r$ момент инерции равен $ mr^2$, для диска (цилиндра) $ {\displaystyle mr^2\over\displaystyle 2}$, для шара $ 0,4mr^2$ и т. д.  Если тело имеет произвольную форму и его нельзя разбить на отдельные части, имеющие правильную геометрическую форму, момент инерции можно определить опытным путём. Для этой цели может быть использована специальная установка, которая называется маятником Обербека.  **Теорема Штейнера**  Момент инерции тела I относительно произвольной оси равен сумме момента инерции этого тела IС относительно параллельной ей оси, проходящей через центр масс тела, и произведения массы тела на квадрат расстояния  между осями  Теорема Штейнера.  Например, для обруча на рисунке момент инерции относительно Теорема Штейнераоси O’O’, равен  Момент инерции обруча по теореме Штейнера    Момент инерции прямого стержня длиной http://www.bog5.in.ua/lection/mechanics_lect/image_mech/lect8_meh_clip_image034_0000.png, ось перпендикулярна стержню и проходит через его конец.  http://www.bog5.in.ua/lection/mechanics_lect/image_mech/lect8_meh_clip_image046.png |
| **Ответь** | *Вопросы учителя по изученному материалу*  1.Назовите величины, характеризующие вращательное движение тела  2.В чем смысл теоремы Штейнера?  3.Как связаны между собой энергия вращательного движения и момент инерции? |
| **Выполни** | 1. Упр9 стр46 (разбиваем на две домашнии работы)   *Пример решения*  **Задача 1**.Вычислите момент инерции у велосипедного колеса диаметром d = 67 см. Масса обода колеса с покрышками составляет m = 1,3 кг. Почему при расчете можно пренебречь массой ступицы колеса?   |  | | --- | | Решение:  Поскольку колесо не является материальной точкой, поступим следующим образом. Разобьем обод колеса на N отдельных фрагментов, размеры которых https://ido.tsu.ru/schools/physmat/data/res/mehanika/pract/text/pr4f4.gif много меньше радиуса колеса (рис. 7). Тогда каждый такой фрагмент можно считать материальной точкой, и момент инерции для него запишется как |     Момент инерции всего колеса определится как сумма моментов инерции отдельных фрагментов.  https://ido.tsu.ru/schools/physmat/data/res/mehanika/pract/text/pr4f6.gif.  Отсюда  https://ido.tsu.ru/schools/physmat/data/res/mehanika/pract/text/pr4f7.gif  Вклад ступицы в момент инерции колеса можно не учитывать, так как расстояние отдельных фрагментов ступицы в момент инерции колеса много меньше вкладов от фрагментов обода колеса, поскольку радиус ступицы много меньше радиуса обода колеса.  Ответ:  https://ido.tsu.ru/schools/physmat/data/res/mehanika/pract/text/pr4f7.gif   |  | | --- | |  | | **Задача 2**. На тонкий однородный полый цилиндр массы М и радиуса R плотно намотана легкая нить, к концу которой прикреплен груз массы m (рис. 9) В момент времени t = 0 система пришла в движение. Пренебрегая трением в оси цилиндра и массой ступицы и спиц, найдите зависимость от времени: а) угловой скорости цилиндра; б) кинетической энергии всей системы. |  | |  |  |   Решение: Система движущихся тел в данной задаче включает в себя вращающийся вокруг своей оси цилиндр и груз массой m, движущийся поступательно. На груз действуют две силы: сила тяжести https://ido.tsu.ru/schools/physmat/data/res/mehanika/pract/text/pr4f8.gif и сила натяжения нити https://ido.tsu.ru/schools/physmat/data/res/mehanika/pract/text/pr4f9.gif. На цилиндр действуют сила тяжести https://ido.tsu.ru/schools/physmat/data/res/mehanika/pract/text/pr4f10.gif, сила реакции опоры https://ido.tsu.ru/schools/physmat/data/res/mehanika/pract/text/pr4f11.gif и сила натяжения нити https://ido.tsu.ru/schools/physmat/data/res/mehanika/pract/text/pr4f12.gif  Сила тяжести и сила реакции опоры проходят через ось вращения цилиндра и, следовательно, момент этих сил относительно этой оси равен нулю. Вращение цилиндра обусловлено силой натяжения нити https://ido.tsu.ru/schools/physmat/data/res/mehanika/pract/text/pr4f12.gif. Момент этой силы относительно оси вращения равен https://ido.tsu.ru/schools/physmat/data/res/mehanika/pract/text/pr4f13.gif. Основное уравнение вращательного движения для цилиндра запишется следующим образом:   |  | | --- | |  |      |  |  |  |  |  |  |  | | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | | Сила тяжести и сила реакции опоры проходят через ось вращения цилиндра и, следовательно, момент этих сил относительно этой оси равен нулю. Вращение цилиндра обусловлено силой натяжения нити https://ido.tsu.ru/schools/physmat/data/res/mehanika/pract/text/pr4f12.gif. Момент этой силы относительно оси вращения равен https://ido.tsu.ru/schools/physmat/data/res/mehanika/pract/text/pr4f13.gif. Основное уравнение вращательного движения для цилиндра запишется следующим образом:   |  |  | | --- | --- | | https://ido.tsu.ru/schools/physmat/data/res/mehanika/pract/text/pr4f14.gif . | (1) |   Движение груза массой m описывается вторым законом Ньютона:   |  |  | | --- | --- | | https://ido.tsu.ru/schools/physmat/data/res/mehanika/pract/text/pr4f15.gif . |  |   Спроецируем это уравнение на ось Х.   |  |  | | --- | --- | | https://ido.tsu.ru/schools/physmat/data/res/mehanika/pract/text/pr4f16.gif . | (2) |   Поскольку по условию задачи нить легкая, то https://ido.tsu.ru/schools/physmat/data/res/mehanika/pract/text/pr4f17.gif. Момент инерции цилиндра https://ido.tsu.ru/schools/physmat/data/res/mehanika/pract/text/pr4f18.gif (см. предыдущую задачу). Уравнений (1)-(2) недостаточно для решения задачи. Поэтому воспользуемся кинематической связью между угловым и линейным ускорением. Так как проскальзывания нити нет, то линейная скорость движения груза v связана с угловой скоростью вращения цилиндра соотношением https://ido.tsu.ru/schools/physmat/data/res/mehanika/pract/text/pr4f19.gif. Тогда приращения линейной и угловой скоростей за один и тот же промежуток времени https://ido.tsu.ru/schools/physmat/data/res/mehanika/pract/text/pr4f20.gif будут связаны соотношением https://ido.tsu.ru/schools/physmat/data/res/mehanika/pract/text/pr4f21.gif. Отсюда следует:  https://ido.tsu.ru/schools/physmat/data/res/mehanika/pract/text/pr4f22.gif . |   Таким образом, получается следующая система уравнений:   |  |  | | --- | --- | | https://ido.tsu.ru/schools/physmat/data/res/mehanika/pract/text/pr4f23.gif . |  |   Решая полученную систему, получим   |  |  | | --- | --- | | https://ido.tsu.ru/schools/physmat/data/res/mehanika/pract/text/pr4f24.gif . |  |   Поскольку в момент времени t = 0 угловая скорость цилиндра равна нулю, получим следующую зависимость угловой скорости от времени   |  |  | | --- | --- | | https://ido.tsu.ru/schools/physmat/data/res/mehanika/pract/text/pr4f25.gif . | (3) |   Кинетическая энергия системы "груз-цилиндр" складывается из кинетической энергии вращательного движения цилиндра и кинетической энергии поступательного движения груза.   |  |  | | --- | --- | | https://ido.tsu.ru/schools/physmat/data/res/mehanika/pract/text/pr4f26.gif . | (4) |   Подставляем в (4) полученное значение угловой скорости и, учитывая, что https://ido.tsu.ru/schools/physmat/data/res/mehanika/pract/text/pr4f19.gif, получим   |  |  | | --- | --- | | https://ido.tsu.ru/schools/physmat/data/res/mehanika/pract/text/pr4f27.gif . |  |   Ответ:  https://ido.tsu.ru/schools/physmat/data/res/mehanika/pract/text/pr4f25.gif, https://ido.tsu.ru/schools/physmat/data/res/mehanika/pract/text/pr4f27.gif. |
| **Обратная связь с учителем** | *Выполненые задания отправляются на проверку учителю посредством системы «Кунделiк» или любого доступного мессенджера. При отсутствии такой возможности задания выполняются в тетради, фотографируются и отправляются учителю на проверку посредством доступного мессенджера.* |