

Три замечательные точки и учебный прибор для демонстрации мгновенного центра вращения

Научный руководитель – Екимовская Анна Алексеевна

Дворецкая Мария Евгеньевна

E-mail: dvoretzkayamaria52@gmail.com

Новое техническое предложение относится к учебным приборам из раздела механики.

Понятие мгновенного центра вращения изучается не в общем, а в углублённом курсе физики [1]. С первого раза трудно усвоить необычный материал, связанный с вращением твёрдого тела. Обычно вращение понимается вокруг геометрического центра фигуры. Но если тело совершает поступательно-вращательное движение, то ситуация другая. При решении технических задач важно знать положение мгновенного центра вращения [2]. Существует точка, у которой нет линейной скорости – это мгновенный центр вращения. При расчёте вращающихся систем эта точка является основной для расчётов [3]. Цель работы заключается в наглядном представлении мгновенного центра вращения с практическим обоснованием существования такой точки. Эта цель достигнута созданием прибора и открытием трёх замечательных точек на катящемся без проскальзывания колесе с ободом.

Лабораторный прибор состоит из колеса с ободом, подобного катушке. На внутренний барабан намотана нить. К концу нити крепится подвижная рейка. В работе доказана главная теорема: конец нити, геометрический центр колеса и начальное положение мгновенного центра вращения до начала разматывания нити всегда лежат на одной прямой в процессе качения обода.

Демонстрационный опыт получается простым и наглядным, не требует сложного оборудования. Нужна катушка, на внутренний барабан которой намотана нить, и длинная лёгкая рейка. Катушку проще всего изготовить самостоятельно. Желательно изготовить несколько катушек с одинаковым ободом, но различными диаметрами внутренних барабанов. Набор катушек позволит практически показать, что положение мгновенного центра вращения при качении без проскальзывания не зависит от диаметров обода и барабана. Так как все точки колеса вращаются вокруг мгновенного центра вращения, то линейные скорости точек вертикального диаметра можно представить линейными эпюрами распределения скоростей, изображёнными в виде треугольников. Пройденный свободным концом нити путь прямо пропорционален скоростям точек. Конец нити закрепляется на конце рейки. В начальном положении катушка расположена на самом краю стола, значит, мгновенный центр вращения тоже должен находиться на самом краю стола, но это надо показать прибором. Для этого надо потянуть за нить, сохраняя нить параллельной столу. Нить разматывается с внутреннего барабана, обод катушки катится без проскальзывания по столу. Рейка одним концом поддерживается у конца разматываемой нити и опирается на центральную геометрическую ось катушки, выполненную в виде удлинённого вала. В процессе движения рейка скользит по оси катушки, но другой частью всегда касается края стола в начальной точке, то есть в начальном положении мгновенного центра вращения. Значит, точка касания обода и поверхности стола всегда является мгновенным центром вращения.

Таким образом, открыты три замечательные точки, лежащие на одной прямой, позволившие создать новый простой учебный прибор, важный для школы и ВУЗа.

Источники и литература

- 1) Физика. 9кл. Учебник / А.В.Перышкин, Е.М.Гутник – М.: Дрофа, 2014. – 319[1] с.: ил. ISBN 978-5-359-09883-1
- 2) Екимовская А.А. Орбитальный манёвр разрывом вращающегося отрезка / Сборник научных трудов. Фестиваль науки «Гении Подмосковья 2022», г. Королёв, Московская обл., 17.09-20.11.2022. – ООО «Центр молодёжных инициатив», 2022. – С.341-345. – Электронный ресурс (ссылка на eLibrary): <https://www.elibrary.ru/item.asp?id=70346708>
- 3) Екимовская А.А. Проектно-баллистический анализ вращающейся треугольной системы малых космических аппаратов для выполнения манёвра Гомана / В сборнике: XXXVII Международная инновационная конференция молодых ученых и студентов по современным проблемам машиноведения (посвящена 135-летию Е.А. Чудакова). Сборник трудов конференции. Москва, 2025. С. 231-234. – Электронный ресурс (ссылка на eLibrary): https://elibrary.ru/download/elibrary_87278113_71216866.pdf

Иллюстрации

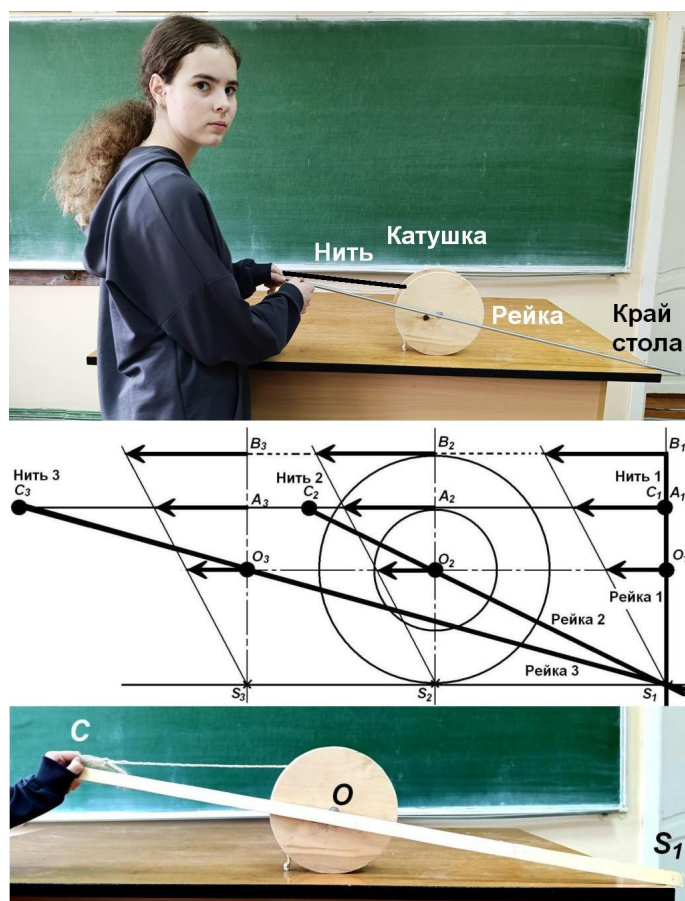


Рис. : Авторская фотография с демонстрацией работы прибора