

Научно-исследовательская работа

Предмет Физика

**«И ТЕЛЕЖКА В ГОРУ ЕДЕТ...»**

***Выполнил:***

***Волынкин Артём Аркадьевич***

***учащийся 9 «А» класса***

***МБОУЛ ВУВК им. А. П. Киселёва,***

***Российская Федерация, г. Воронеж***

***Руководитель: Кашкина Людмила Викторовна,***

***учитель физики высшей квалификационной категории***

***МБОУЛ ВУВК им. А. П. Киселёва,***

***Российская Федерация, г. Воронеж***

## Введение

Кто из нас не мечтал иметь санки, которые, съехав с горы, как по щучьему велению, сами б взбирались наверх? Но, оказывается, катки, способные въезжать в горку, всё же бывают

## Основная часть

Цель: изучить действие конуса (тележки), самостоятельно взбирающегося в гору при разных условиях.

Задачи:

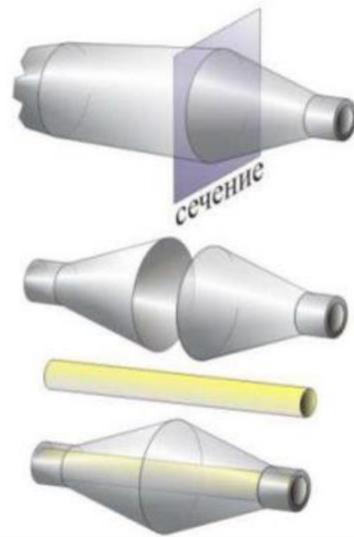
1. Собрать модель катка и вспомогательных подпорок.
2. Прodelать опыт.
3. Проанализировать результат эксперимента, и обосновать опыт при помощи теоретической части.
4. Сделать вывод.

Методы исследования: эксперимент, наблюдение, измерение, сравнение. Эти методы являются точными, обосновывающими и наглядными.

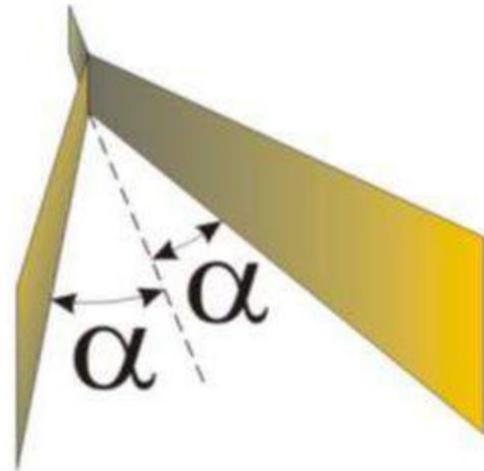
1. Для начала работы, я собрал необходимые компоненты эксперимента: конус и вспомогательные балки.

Конструкцию конуса я выполнил из вырезанных горлышек бутылок и скрепил по схеме, склеив горячим клеем.

Вместо картона я решил использовать дерево. Длинные балки я укоротил и скрепил дверной петлёй, для регуляции градусной меры угла.



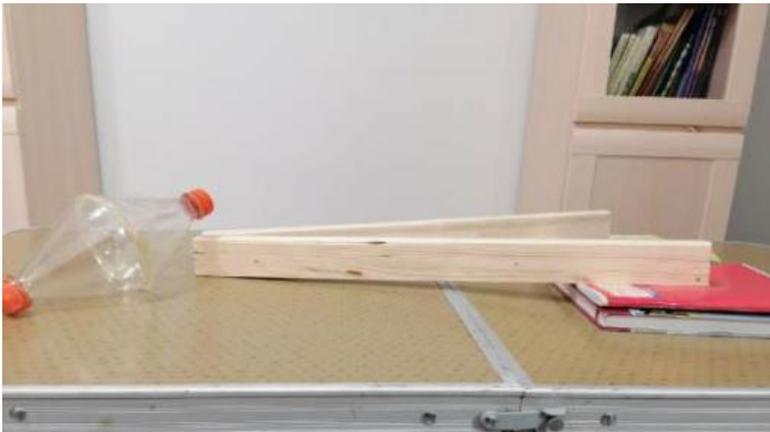
*Рис. 1 Модель конус. Рис.2 Параметры сборки конуса.*



*Рис. 3 Деревянные рейки. Рис.4 Обозначение углов.*

## 2. Экспериментальная часть

Сначала, ставим опоры на небольшую возвышенность (высотой~2см). Затем ставим смежный угол ( $2\alpha=40^\circ$ ) на стол, а концы ставим на возвышенность. (Рис. 5)



*Рис. 5*

Перед началом опыта проверил, что произойдёт с предметом цилиндрической формы, при таком же угле наклона. (Рис.6)



*Рис. 6*

Затем, поставил конус, как показано на схеме. И видим, что он поднимается в гору (Рис. 7)



*Рис. 7*

Объяснение:



Это связано с тем, что у катка расстояние до опоры меняется.



Так, по мере продвижения катка в горку просвет между рейками ширится, и каток на них опирается всё более узкими частями, катится по меньшему радиусу, приближая ось к рейкам.



В зависимости от того, что меняется быстрее – высота реек или соответствующее ей снижение катка, зависит, поедет ли он вверх или вниз. Каток всегда стремится опуститься – занять состояние с наименьшей потенциальной энергией, как сказал бы физик.



Если же высота центра тяжести не меняется, – поднятие по рейке компенсируется таким же опусканием катка, – он стоит, как на ровном.

Далее проверил, что изменится, если:

**а) изменить величину угла  $2\alpha$  (увеличить или уменьшить)**

**б) увеличить массу конуса (заполнить водой) (Рис. 8)**



Рис. 8

1) При изменении угла  $2\alpha$  до значения в  $25^\circ$ , конус не скатывался и не поднимался, находился в положении равновесия в любой точке соприкосновения с рейками. (Рис.9)



Рис.9

Если наполнить конус водой, то ничего не изменится.

- 2) Если же наполненный водой конус поставить на «Средний угол» величиной в  $2\alpha=40^\circ$ , то конус *прекратит своё «движение в гору»*, когда алгебраическая сумма моментов, всех приложенных к конусу сил будет равна 0. Также, следует учитывать силу трения, которую дополнительно создаёт плёнка, которой я обмотал конус, чтобы избежать утечек воды.
- 3) Если максимально увеличить угол, сохраняя подъём, где  $2\alpha=60^\circ$ , то конус сойдёт с брусьев. (Рис.10)



Конус с водой также сойдёт с реек.

(Рис.10)

Отсюда легко найти то самое критическое соотношение параметров установки. Очевидно, таких параметров, способных влиять на исход опыта, только три – угол  $2\alpha$  между рейками, угол  $\beta$  их скоса и угол  $\gamma$  конусности катка, составляемый образующей конуса с его осью. Если каток пройдёт вдоль рейки расстояние  $l$ , точка его опоры К поднимется на  $ltg\beta$ . При этом точки опоры катка разойдутся от его средней плоскости (от общего основания конусов) на расстояния  $b = lsina$ . А радиус качения уменьшится на  $btgy = lsinatgy$ . Поднятие опоры катка на  $ltg\beta$  от въезда в горку сопровождается его опусканием на  $lsinatgy$  от сближения оси О с рейкой. Если первое больше второго, – каток съезжает, а если меньше – катится в гору. Если

же эти изменения высоты компенсируют друг друга:  $l \operatorname{tg} \beta = l \sin \alpha \operatorname{tg} \gamma$ , то высота центра  $O$  катка не меняется. (Рис. 11)

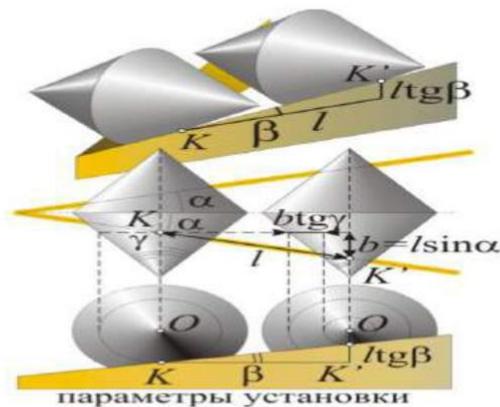
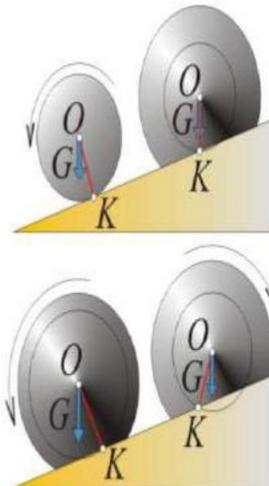


Рис. 11



Разное поведение цилиндра и катков в зависимости от положения точки  $K$  на горке.

Рис. 12

То есть, если выполнено критическое соотношение  $\operatorname{tg} \beta = \sin \alpha \operatorname{tg} \gamma$ , каток не пойдёт ни вверх, ни вниз по горке – ему безразлично, куда ехать и где находиться. Однако энергетические соображения не слишком-то наглядны. Они позволяют узнать исход опыта, сказать, как поведёт себя каток, но не объясняют почему. Поэтому проще понять, почему каток движется так, а не иначе, рассматривая действующие на него силы. Ведь движение санок с горы вниз обычно объясняют не тем, что это им "выгодно", а тем, что их притягивает Земля. Цилиндр катится с горки не потому, что знает где "лучше", а поскольку действующая на него сила тяжести  $G$  создаёт вращательный момент относительно точки опоры  $K$ , заставляющий его кубарем слетать вниз. Для цилиндра, как легко понять, эта точка касания  $K$  всегда лежит по горке выше его центра тяжести  $O$ . Поэтому момент направлен так, что катит цилиндр вниз. У катка же точка  $K$  может находиться ближе к началу горки или под центром

тяжести  $O$ . Соответственно, момент направлен так, что каток поедет вверх или останется недвижим. (Рис. 12)

### **Заключение:**

*Основные результаты и вывод:* выяснил, от чего зависит, будет ли каток подниматься вверх или находиться в состоянии покоя, влияет ли угол между рейками и масса конуса на результат. Обосновал ответ на вопрос о практическом применении (поезд, сам въезжающий в гору без затрат энергии и также без затрат энергии спускающийся вниз).

*Перспективы развития работы:* создание (метод моделирования) продвинутой модели (конуса и реек), подобной модели, которая может иметь практическое применение в реальной жизни и будущем

### **Список литературы:**

1. Физика. 9 кл. : учебник / А. В. Перышкин, Е. М. Гутник. – 4-е изд., стереотип. – М. : Дрофа, 2017.
2. Семиков, С.А. И тележка в гору едет... / С. А. Семиков // Квант. – 2008. - №2. – С. 35-36.