Муниципальное общеобразовательное учреждение

Лицей №28

***Учебный проект***

***по физике***

***«Тайны***

***цирковых номеров»***

Автор работы:

*Шевелёва Виктория*

11 «Б» класс

Руководитель:

Дзюба Татьяна Владимировна,

учитель физики.

г. Таганрог

2011 г.

**Содержание**

ВВЕДЕНИЕ……………………………………………………………….… 4

ГЛАВА I. **Теоретическая часть**

1.1 План работы……………………………………………………………….6

1.2. История возникновения цирка………………………………...…….…..7

ГЛАВА II. **Практическая часть**

2.1. «Человек-снаряд»………………………………………………………..9

2.2. «Человек-наковальня»…………………………………………..………11

2.3 «Мертвая петля»…………………………………………………….……12

2.4 Конная акробатика……..…………………………………..……………13

2.5 Иллюзионисты ………………………….……………………..…….…..14

ВЫВОДЫ……..…………………………………….………………………..16

ПРИМЕЧАНИЯ……………………………………………………………...17

ЛИТЕРАТУРА……………………………..………………………….……..18

ПРИЛОЖЕНИЯ……………………………..……………………………….19

**Введение**

*Цирк – это мир с особыми людьми,   
И во вселенной нет такой планеты,   
Где столько смелости, любви,   
И риск – зачем – не требует ответа.   
  
Опасность, боль здесь – это просто труд,   
Красивый, как картины Рафаэля.   
Здесь всё для зрителя и здесь не врут   
Все силы отдавая не жалея!*

*Э. Боровик*

Цирк всегда производит хорошее впечатление на зрителей. Несмотря на то, взрослый это человек или ребёнок. Но вопросов у зрителей всегда не меньше, чем впечатлений. Всем интересно насколько сложно выполнить увиденный трюк самому. И возможно ли вообще? Чтобы объяснить это, конечно нужно использовать законы физики. Ведь с помощью них можно описать и скорость наездников, и вес акробатов и др. Мне стало интересно, зависит ли успех трюка и жизнь артиста от применения законов физики? Возникает *гипотеза*: знание законов физики и умение их применять необходимо в жизни циркового артиста.

В связи с этим *цель данного исследования*: показать необходимость знания законов физики цирковыми артистами. и создать сборник задач «Физика в цирке».

Для её достижения были решены следующие *задачи*:

1. Познакомиться с историей цирка.
2. Установить взаимосвязь цирковых номеров и физических законов, понятий, явлений.
3. Рассмотреть различные цирковые трюки с точки зрения физики, раскрыв их некоторые секреты.
4. Сделать вывод о необходимости умелого использования законов физики цирковыми артистами, как для успешного выполнения трюка, так и для собственной безопасности.
5. Составить самостоятельно задачи для сборника «Физика в цирке».

*Предмет исследования*: цирковые трюки.

ГЛАВА I. **Теоретическая часть**

**1.1 План работы**

*1этап. Выбор темы*

При выборе темы автором было изучено множество интересных научных работ по физике, в которых раскрывались секреты музыки, живописи, фотографии, кино, балета и других видов искусства. Но о секретах цирковых артистов и о сложности их работы ничего не рассказывалось. В соответствии с целью возникло название работы: «Тайны цирковых номеров».

*2 этап. Сбор информации*

Всё началось со сбора названий цирковых трюков, их описания, и поиска точных значений физических величин (размеров арены, длины ствола орудия, массы артиста, скорости лошадей, массы молота и т.д.), необходимых для расчетов при выполнении определенного трюка.

Поиск проводился как с использованием библиотечной литературы (статьей в газетах, книг, специализированных пособий), так и в Интернете.

*3 этап. Изготовление продукта*

Для сборника задач «Физика в цирке» были отобраны наиболее интригующие трюки по - мнению автора: «человек-снаряд», «человек-наковальня», конная акробатика «мертвая петля». При этом составлялись задачи с реальными данными, необходимыми для проведения данного трюка. В условии задач использовались интересные факты из истории цирка.

Сборник содержит подсказки от автора, необходимые для разбора решения задач в случае затруднений, так как предполагается как работа учащихся со сборником как в классе, так и дома при самостоятельном изучении различных тем по физике раздела «Механика». Сборник и теоретическая часть работы сопровождаются презентацией, на слайдах которой вынесены рисунки и расчеты из сборника, а, также цели и задачи проекта и таблица « Цирковые трюки «глазами зрителя» и «глазами физика»».

* 1. **История возникновения цирка**.

Истоки цирка идут из стран Древнего Востока, где ремесленники, желая доказать крепость изготовленного ими каната, натягивали его между козел, ходили, бегали и даже прыгали на нем. В Древней Персии воин, чтобы оглядеть окрестности, взбирался на шест, который его товарищ держал за поясом или на плече. При сборе фруктов с деревьев сборщики удерживали равновесие на вольно стоящих лестницах и даже переходили на них от одного дерева к другому. При воспитании воинов в Африке большое значение придавалось акробатическим движениям (перевороты в воздухе, кувыркание на земле и в воздухе), из них впоследствии развились акробатические прыжки. Выступления профессиональных цирковых артистов были известны уже в Древнем Египте, Древней Греции, Древнем Риме, Византии. В Древнем Риме в цирках происходили бега на колесницах, а между заездами выступали акробаты, жонглеры, дрессировщики. В начале нашей эры цирковые представления устраивались в Древней Армении и Грузии. На фресках собора Святой Софии в Киеве (1037 год) изображен амфитеатр, где идет представление с участием кулачных бойцов, музыкантов, эквилибристов с шестом, а также соревнования лошадей и травля диких зверей.

Особую роль в развитии цирка сыграли народные бродячие артисты: во Франции — *жонглеры,* в Германии — *шпильманы,* в России — *скоморохи,* в Польше — *франты,* в Средней Азии — *дорбозы* и *масхарабозы.* Они исполняли комические сценки, показывали кукольные представления, в их программе были выступления звукоподражателей, акробатов, дрессированных животных, в том числе лошадей. В 1619 году царя Михаила Федоровича развлекал рязанец Григорий Иванов, приручивший льва. В 1625 году царю и его приближенным показывали «слоновую потеху».

В Италии (а затем и в других странах Европы) в XII веке стали создаваться *школы верховой езды.* Здесь воспитывалось первое поколение цирковых артистов, широкое распространение получил вольтиж, высшая школа верховой езды. Берейторы проводили показательные уроки, демонстрируя дрессировку и наездническое искусство. Наездникам был необходим специальный *манеж* — около 13 метров в диаметре (таким он остается и сегодня), поэтому появились первые полустационарные цирки. Первый в мире стационарный цирк был создан в Лондоне в 1780 году и назывался он амфитеатр, а в 1807 году Франкони построил в Париже новое здание, назвав его Олимпийским цирком. В России первый стационарный цирк был открыт в Петербурге 11 декабря 1827 года.

ГЛАВА II. **Практическая часть**

Для того, чтобы раскрыть секреты некоторых трюков, они рассматривались «глазами зрителя» и «глазами физика».

|  |  |
| --- | --- |
| **Глазами зрителя** | **Глазами физика** |
| **Полет «человека- снаряда»** | **Баллистическое движение** |
| **Трюки иллюзионистов (фокусы)** | **Законы оптики ( явления отражения и преломления света)** |
| **Акробатика на подкидных досках, батуте** | **Закон сохранения импульса тела и полной механической энергии** |
| **Жонглирование, хождение по канату (эквилибристика)** | **Устойчивое равновесие, центр тяжести** |
| **Перелёт мотоцикла через «пропасть», прыжки на скачущих лошадях** | **Инерция движения; закон сложения скоростей в кинематике, закон сохранения механической энергии** |
| **Цирковой технический реквизит (тросы, опорные штанги, батут и т.д.)** | **Коэффициент жесткости,**  **предел прочности,**  **допустимая температура и влажность** |
| **Трюк «мёртвая петля»** | **2 закон Ньютона, закон сохранения полной механической энергии** |
| **Клоунские репризы** | **Явление смачивания и несмачивания** |
| **Силовые трюки «человек –наковальня»** | **Законы Ньютона, закон сохранения импульса тела, закон сохранения импульса тела** |

2.1 **«Человек-снаряд»**

В фильме «Цирк», который был очень популярен в СССР, артистка Марион Диксон приехала выступать с оригинальным аттракционом. Её выстрели из пушки.

Считается, что изобретение «человека-снаряда» принадлежит англичанину Фарини, который выстрелил 14-летней девочкой, известной под псевдонимом Зазель.

Самый дальний полёты совершили отец и сын из семьи Смит из США. Он равняется 59,43 метра.

На первый взгляд, кажется, что любой неподготовленный человек может стать «снарядом». Но на самом деле выполнить этот трюк опаснее, чем бриться бензопилой.

Чтобы объяснить, почему трюк настолько опасен, я произвела несколько расчетов.

Стандартные данные для выполнения трюка примерно такие: Высота пушки – 6м, наклон пушки 70 градусов, высота подъема 19 м, расстояние от пушки до сетки -30 м, прогиб сетки 1,5 м). (рис.1) [1]

1)Взлетая из пушки, артист приобретает «искусственный вес». Рассчитать «искусственную» массу тела артиста можно, вычислив, прежде всего, скорость, которую он приобретает.

=20,5 м/с (такую скорость принимает тело, взлетая из пушки)

С этим ускорением артист движется в пушке. Оно в 3,5 раза больше обычного ускорения силы тяжести, значит, нагрузка составляет 4,5.

Но это будет длиться всего 0,6 с.

2)Свободный полёт артиста. Сколько времени летит артист? Сколько времени артист не ощущает никакого веса?

Продолжительность полёта со спуском

У артиста эти 4 секунды будет ощущение полной невесомости.

3) Артист приземляется на сетку со скоростью 20,5 м/с, вдавливая её на 1,5 м. По формуле , предполагая, что ускорение постоянно в замедленном движении обусловленной сеткой

Вдавливая сетку, артист движется с ускорением в 14 раз большим, чем ускорение тяжести. И в течение некоторого времени он чувствует себя в 15 раз тяжелее собственного веса. Однако такое состояние длится недолго

При таком ускорении нагрузка на тело настолько велика (=15), что может раздавить человека (т.к. человек выдерживает нагрузку, равную 7). В прошлом столетии при выполнении этого трюка приблизительно из 50 человек 30 погибло.

2.2**«Человек-наковальня»**

Как живой человек может выдержать без труда такое сотрясение? Немало травм получили артисты, пока не поняли, как их избежать. Ведь если знать законы физики, то все очень просто и сложность лишь в том, что бы удержать наковальню на теле.

По закону сохранения импульса имеем:

Скорость наковальни *v*2 =0 , ведь она неподвижна, а молот неподвижен после удара. Поэтому общая скорость – это скорость наковальни после удара. И будет она тем меньше, чем больше масса наковальни и меньше скорость молота. (рис.2)

По формуле давления и его определению, важно, чтобы площадь должна быть больше. Если наковальня будет соприкасаться с телом лишь в некоторых участках, то давление будет слишком большим и артист получит травму. Но положив мягкую подкладку под наковальню, можно сделать максимальное прикосновение наковальни к телу. [4]

2.3. **«Мертвая петля»**

При выполнении этого трюка на тело действует сила тяжести и сила реакции желоба. (рис.3)

Тело не отрывается от желоба, пока сила реакции желоба не равна нулю.

1. По 2 закону Ньютона

(В этом случае а = ац )

Тогда,

Отсюда

Найдем скорость в выбранной точке( через закон сохранения энергии)

)

Подставим найденное выражение в формулу реакции желоба

Из выражения видно, что наибольшее значение реакция желоба примет в нижней точке, где косинус равен – 1 .

Значит,

Т. к. это нижняя точка, то h=0 Следовательно

В высшей точке косинус равен 1. Следовательно

А если тело не отрывается от желоба в верхней точке, где реакция желоба минимальна, то и не оторвется ни в какой другой.

Отсюда можно найти ту минимальную высоту, приняв силу реакции желоба за 0, с которой должен съезжать артист.

Выяснив, почему не падает артист, возникает другой вопрос. Где же сила трения? Она есть, но она слишком мала. Если бы артисты сделали спуск пологим, то она бы была значительна и трюк вряд ли бы удался. Поэтому спуск должен быть крутым! [2]

2.4. **Конная акробатика**

Гимнастические упражнения на лошади, бегущей по кругу рысью или галопом, называют вольтижировкой. А наездников, выполняющих эти трюки – вольтижерами. Больше всего зрители восхищаются прыжками на скачущей лошади! Как же подпрыгивает артист, чтобы не упасть на арену, а приземлиться вновь на лошадь и продолжить удивлять нас своим выступлением?

Чтобы приземлится вновь на лошадь, артисту лишь нужно подпрыгнуть вертикально вверх по отношению к лошади, тогда он, по закону сложения скоростей, относительно арены он будет двигаться так, как показано на чертеже. (рис.4)

V1 – скорость лошади

V2 – скорость артиста, относительно лошади

V3 – скорость артиста, относительно арены

2.5. **Иллюзионисты**

Истоки иллюзионизма можно найти в Древней Сирии, Древнем Египте, Византии, где жрецы с помощью различных устройств творили «чудеса» (внезапное появление под сводами храма статуй богов, священного огня на жертвенниках и др.). Постепенно приемы иллюзионизма стали применяться и вне сферы религии. В Древней Греции, например, существовала тавматургия — искусство фокуса. В начале ХХ века приобрели популярность номера, в которых артисты быстро освобождались от цепей, веревок, из наглухо замкнутых сундуков. Мастерами этого были Г.Гудини, Г.Джейк. В российском цирке **Эмиль Кио-старший** первым творчески развил приемы демонстрации иллюзионных трюков, придал зрелищу масштабность и художественное совершенство, создавая совместно с режиссером А.Арнольдом тематические обозрения на основе остроумного использования фокусов. **Кио** — это семья знаменитых артистов-иллюзионистов. Отец — Эмиль Теодорович начал работать в цирке в 1932 году. Его сыновья — Эмиль и Игорь. Настоящая фамилия Эмиля Теодоровича — Гиршвельд-Ренард.

**Иллюзионное искусство** — эстрадно-цирковой жанр, когда артист демонстрирует появление, исчезновение, перемещение, превращение различных предметов, животных и людей. Иллюзионное искусство строится на обмане зрения и на умении артиста вовремя отвлечь внимание зрителя каким-нибудь движением, жестом, взглядом, репликой от того, что в ходе номера должно оставаться скрытым. Есть два вида иллюзионного искусства — манипуляция и иллюзионизм. Первое — это показ фокусов, основанных главным образом на ловкости рук, на быстроте, точности, незаметности движений. Не зря же это слово родилось от латинского manus — рука. Артист оперирует главным образом мелкими вещами — картами, шариками, монетами, платками, лентами. Исполнители этого жанра называются манипуляторами, фокусниками, престидижитаторами (от латинского preste — быстрый и digitus — палец). Иллюзионизм — это показ фокусов, основанных на применении специальной аппаратуры. Впрочем, полного разграничения между этими видами нет: манипуляторы часто выступают в роли иллюзионистов и наоборот. [5]

Самый знаменитый иллюзионист – Дэвид Копперфильд. Очень известен его полёт.

Копперфильд легко взлетает над сценой и парит в нескольких метрах над ней. Совершает петли, пролетает сквозь обручи.

Секрет его фокуса – тросы, которыми он подвешен. Эти тросы изготавливаются всего на нескольких заводах, производящих космическую промышленность. Толщина такого троса немного меньше миллиметра, а допустимая нагрузка до 100 кг.

Тросы прикреплены к акробатическому поясу, который надет под свитером, и к лебедке, которая поднимает его с различной скоростью и ускорением, плавно и без рывков. Лебедка движется по рельсам по заранее придуманной траектории. (рис.5)

Как он пролетает через обручи? Когда обручи поворачивают, создается впечатление, что тросов действительно нет, но на самом деле их поворачивают, не задевая тросы.

А почему тросы не рвется, когда он летает с девушкой? К нему прикреплены 2 троса, а каждый из них может выдержать 100 кг. [6]

**Выводы**

*Когда прожекторы арену озарят   
Лучами праздничных волнений и надежд,   
Артистов цирка вызывает на парад   
Истосковавшийся, сверкающий манеж.*

Всё представление на арене цирка - это огромный, кропотливый, многочасовой труд, это упорные тренировки. Зритель с восхищением смотрит на артиста, не подозревая, каких трудов ему стоило добиться безупречного выступления. Но артист – это не только физически подготовленный человек, но и человек – знающий физику. Ведь каждый трюк, прежде чем его будет тренироваться выполнять артист, должен быть идеально подготовлен. И вся эта подготовка осуществляется с помощью физики. Производятся нужные расчеты силы, времени, скорости, длины и всего что потребуется. И артист знает все тонкости своего трюка.

В результате проведенного исследования было доказано, что жизнь цирковых артистов и успех их трюков зависит от умения применять законы физики и создан сборник «Физика в цирке».

Предлагаемый учебный продукт может использоваться как на уроках физики, так и для самостоятельной работы.

Составленные задачи легли в основу спецкурса по физике для 9-х классов «Занимательная физика».

**Примечания**

Исследовательская работа сопровождается электронным приложением, выполненным в программе Microsoft Office Power Point с использованием эффектов анимации, видеофрагментов, изображений и самостоятельно выполненных чертежей в программе Paint.

**Литература**

1. «Занимательная механика» / Перельман Я.И./2005 Ростов-на-Дону
2. «Физика в примерах и задачах» / Бутиков Е.И., Быков А.А., Кондратьев А.С./ М. – 1983
3. «Физика. Задачник 10-11 классы» /Рымкевич А.П./М. – 2002
4. «Физика. Учебник 10 классы»/Сотский Н.Н./М. – 2008
5. http://gazeta.aif.ru/online/kids/117

6. http://hayk-illusion.narod.ru/copperfield.html

**Приложения**

Рис.1

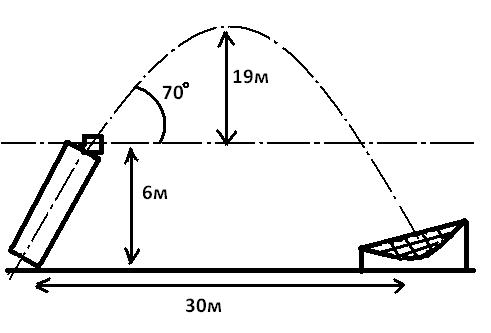


Рис.2

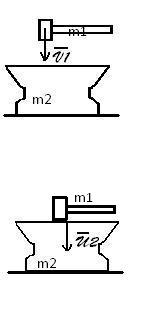


Рис.3

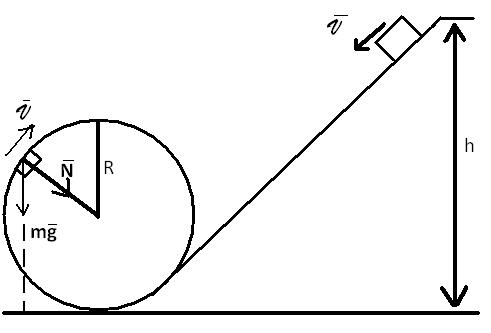


Рис. 4

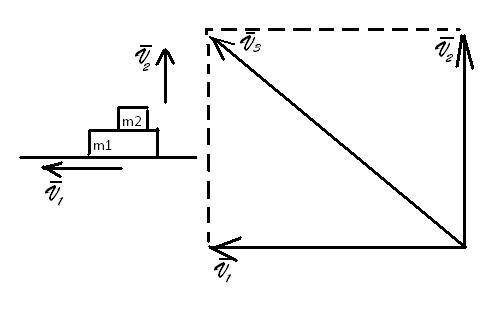


Рис.5

