

муниципальное общеобразовательное учреждение
«Средняя школа № 76»

Итоговый индивидуальный проект

Реактивное движение

Работу выполнил
Шматурин Дмитрий Андреевич,
учащийся 10 класса «А»

Научный руководитель –
Емелина Надежда Васильевна,
учитель истории и обществознания
Маркова Татьяна Николаевна,
учитель физики

Ярославль, 2022

Оглавление

1) Введение.....	3
2) Глава 1. Возможность полета в космос с помощью реактивного движения.....	5
1.1. Мечта о полетах.....	5
1.2. История реактивного движения.....	5
1.3. Реактивное движение.....	6
3) Глава 2. Создание демонстрационного движения видеоматериала по теме «Реактивное движение» и ответ на вопрос: «Можно ли видеоматериалом поднять среди подростков среди подростков интерес к реактивному движению и последующему изучению других тем в физике?».....	10
1.1. Необходимость создания видеоматериала.....	11
1.2. Эксперименты на тему «Реактивное движение».....	11
1.2.1. Уксусно-содовая ракета.....	10
1.2.2. Воздушная ракета.....	11
1.2.3. Основная часть видео.....	12
1.3. Анализ проведенной работы.....	12
4) Заключение.....	15
5) Список литературы.....	17
6) Приложение 1.....	19
7) Приложение 2.....	21

Введение

Человек всякий раз желал летать. И его мечта была выполнена – был сооружен самолёт. Но человек все более развивается, и все более стали развиваться его мечты. Взамен завоевания неба человек возжелал покорить космос. Данное мечтание осуществимо лишь только с помощью реактивного движения.

Множества веков человек желал о галактических полётах. Писатели-фантасты предлагали различные способы для получения данной цели.

Реактивное движение, несомненно, помогло инженерам построить ракету.¹ Исследование реактивного перемещения принципиально важно для становления науки

Данная работа посвящается разработке демонстрационного видеоматериала для использования в работе учителями физики по теме «Реактивное движение» с целью повышения интереса учащихся к данной теме. Видеоматериал поможет понять учащимся, как создаётся движение без опоры.

В современном мире все больше и больше подростки перестают уделять внимание к изучению физики. В свою очередь без её изучения целый мир может просто остановиться в прогрессе. Столько всего не открыто и не объяснено. Например, если перестать изучать реактивное движение, то человек может вообще никогда не покорить космическое пространство.

Цель работы: Создание демонстрационного видео материала на тему «Реактивное движение».

Задачи:

1. Изучить и проанализировать информацию по теме «Реактивное движение»;
2. Провести опыты по реактивному движению;
3. Создать демонстрационный видеоматериал на тему «Реактивное движение»;
4. Презентовать видеофильм «Реактивное движение» на уроках внеурочной деятельности по физике;
5. Провести опрос учащихся по теме «Реактивное движение» с последующим анализом ответов.

Объектом исследования является изучение реактивного движения

Предметом исследования свойства реактивного движения

¹ Исследовательский проект "Реактивное движение" [Электронная публикация] // По материалам сайта <https://multiurok.ru/files/issliedovatiel-skii-proiekt-riektivnoie-dvizhieniie.html>. Дата последнего посещения 14.02.22.

При выполнении работы были выполнены следующие методы исследования:

1. Теоретические (анализ литературы) для составления работы.
2. Экспериментально-теоретические (проведение экспериментов) по теме «реактивное движение»

В проектной работе был использован экспериментально-теоретический уровень, ведущим методом которого оказались эксперименты.

Гипотеза: Можно ли видео материалом поднять среди подростков интерес к реактивному движению и последующему изучению других тем в физике?

Практической значимостью нашего продукта заключается в том, что с помощью его поднимается интерес не только к реактивному движению, но и к другим темам по физике.

Глава 1. Возможность полета в космос с помощью реактивного движения

1.1. Мечта о полетах

Вы никогда не задумывались, почему мы так хотим летать?

Человек, пожалуй, единственный кто был обделен крыльями, но все-таки смог взлететь. Он изобрел самолет. Но и этого ему стало мало, и человек придумал парашют.

С тех пор желание человека покорить небо все росло и его ничего не могло остановить: ни опасность, ни травмы, ни несчастные случаи.²

Но человек все время развивается. И вот, настало время, когда он готов покорить не только небесное пространство, но и космическое. Полеты за пределы Земли всегда манили человека к изобретениям что-то нового. Но космос начал покоряться ему совсем недавно после изобретения ракеты. Пока человек способен не так далеко улететь от земли, но с изучением реактивного движения, в будущем он будет способен летать и к другим звездам.

1.2. История открытия реактивного движения

Еще с древних времен человек замечал признаки реактивного движения в природе. Самым первым из них писал об этом механик и математик Герон (Приложение 1. Рис. 1), правда, дальше теории он не смог уйти.

Если говорить о практическом применении реактивного движения, то первыми изобретатели китайского народа. Они первыми догадались позаимствовать принцип данного движения из природы при создании фейерверков, сигнального оружия и для боевых действий. Уже позже китайские разработки позаимствовали арабы, а от них уже и европейцы. Минус всех подобных реактивных установок – это их примитивность. На долгое время развитие реактивного движения было словно заморожено. Но прорыв в данной теме произошел в 19 веке.

Первооткрывателем реактивного движения в «новом» времени можно считать Николая Кибальчича (Приложение 1. Рис. 2). Проект о реактивном двигателе и летательном аппарате он создал сидя в царской тюрьме. Из-за революционной деятельности Николай Кибальчич был казнен, а его проект долгое время пылился на полках архива царской тюрьмы. Уже позднее его работы были открыты и дополнены

² Почему люди хотят летать? [Электронная публикация] // По материалам сайта https://pikabu.ru/story/pochemu_lyudi_khotyat_letat_7922316. Дата последнего посещения 14.02.22.

новым русским ученым К. Э. Циолковским (Приложение 1. Рис. 3). В период с 1903-1914 год было опубликовано ряд его работ, в которых он убедительно доказывал, что для создания космических кораблей для покорения космического пространства нужно использовать реактивное движение. Циолковским же был сформулирован принцип работы многоступенчатой ракеты. Его работы используют по сей день для создания космических ракет.³

1.3. Реактивное движение

Чтобы начать рассказать о реактивном движении, надо знать тему “Импульс”. Поверхностно пройдемся по этой теме.

Импульс материальной точки - физическая величина, равная произведению массы материальной точки на её скорость:

$$p = mv$$

В СИ $[p] = \frac{\text{кг}\cdot\text{м}}{\text{с}}$

Закон сохранения импульса - если внешние силы на систему не действуют или их сумма равна нулю, то импульс системы сохраняется:

$$\Delta p_{\text{сист}} = \text{const}$$

Он справедлив для систем, содержащее произвольно число тел:

$$m_1v_1 + m_2v_2 + \dots = m_1v'_1 + m_2v'_2 + \dots +$$

Это основа для понимания работы реактивного движения.⁴

Под реактивным движением понимают - движение, которое возникает у тела, когда оно отбрасывает от себя некоторую массу, и связанное с тем, что при этом тело само отталкивается от отбрасываемой массы.⁵

Так же реактивное движение не обходится без реактивной тяги.

Реактивная тяга - сила, которая возникает из сопла летательного аппарата в результате истечения газов с определенной скоростью.

Зная закон сохранения импульса, мы можем изменять скорость перемещения тела. Если мы, стоя в лодке, начнем кидать камни в воду, то лодка будет двигаться в другую сторону. Это же правило работает в космическом пространстве. Только уже летят не камни, а газ.

³ Реактивное движение в природе и технике [Электронная публикация] // По материалам сайта <https://www.poznavayka.org/fizika/reaktivnoe-dvizhenie-v-prirode-i-tehnike/#a1>. Дата последнего посещения 14.02.22.

⁴ Мякишев Г.Я., Буховцев Б.Б., Сотский Н.Н. Физика 10 класс. М. Просвещение, 2019. 433 с.

⁵ Реактивное движение [Электронная публикация] // По материалам сайта <https://foxford.ru/wiki/fizika/reaktivnoe-dvizhenie>. Дата последнего посещения 19.12.21.

Чтобы понять, как проявляется реактивное движение, возьмем шарик. Надув его, мы создаем давление. Завяжем шарик. В этот момент он находится в состоянии покоя, следовательно, импульс его равен нулю (Приложение 1. Рис. 4):

$$\rho_0 = 0$$

Развязав шарик, из него начнет вылетать воздух с какой-то скоростью (Приложение 1. Рис. 5). Значит, образовывается импульс уходящего воздуха, и этот импульс совпадает с движением воздуха:

$$\rho_1 = m_{\text{воз}} * v$$

По закону сохранения импульса общий импульс системы тел не меняется:

$$\rho_0 = \rho_1 + \rho_2 = 0$$

Чтобы это условие выполнялось, шарик должен двигаться в одну сторону, а воздух в другую, причем их скорости должны быть одинаковы.⁶

Реактивное движение возникает в результате взаимодействия между собой частиц системы, в которой возникает движение, без какого либо взаимодействия с внешними телами.

Реактивное движение можно описать формулой:

$$v_2 = \frac{m * v_1}{M - m}$$

- где v_2 – скорость ракеты, v_1 – скорость газов, m – масса газов, M – масса ракеты.⁷

Реактивное движение используется не только в технике, но и в живой природе. Например, кальмары и медузы. Они втягивают воду и мощной струёй выталкивают её и тем самым они способны двигаться, как ракеты.

Подводя итог первой главы, хочу сказать, что человек всегда мечтал о полетах. Он стремился покорить небо и создал самолеты. Но время идет, и человек все больше развивается и его мечты тоже развиваются. И вот уже он мечтает о покорении космического пространства и создает ракеты.

⁶ Реактивное движение [Электронная публикация] // По материалам сайта <https://www.yaklass.ru/p/fizika/9-klass/zakony-sokhraneniia-v-mekhanike-90005/chto-takoe-reaktivnoe-dvizhenie-117198/re-6bdffe79-e81e-401f-8ec5-2fb39902de15>. Дата последнего посещения 19.01.22.

⁷ Реактивное движение [Электронная публикация] // По материалам сайта <https://wika.tutoronline.ru/fizika/class/10/reaktivnoe-dvizhenie>. Дата последнего посещения 19.12.21.

С древности человек знает о явлении реактивного движения и даже пытался его описать. Первую теорию реактивного движения выдвинул Герон. Перенесли на практику данное явление китайский народ, который изобрел фейерверки и оружия. Уже от китайцев данная технология перешла к арабам, а от них и к европейцам. Но из-за устарелости разработки развитие реактивного движения было заморожено вплоть до 19 века. Уже основоположником реактивного движения в «новом» времени является Кибальчич. Сидя в царской тюрьме, он написал свой проект о реактивном двигателе и летательном аппарате для покорения космоса. Его казнили за революционные действия, и проект был заточён на долгое время в архиве. Уже позднее его работы были дополнены русским ученым К. Э. Циолковским. В период с 1903-1914 год он опубликовал свои работы, в которых доказывал, что покорение космического пространства невозможно без реактивного движения. Работы Циолковского используются и по сей день.

Под реактивным движением понимают - движение, которое возникает у тела, когда оно отбрасывает от себя некоторую массу, и связанное с тем, что при этом тело само отталкивается от отбрасываемой массы.

Также реактивное движение не обходится без реактивной тяги - сила, которая возникает из сопла летательного аппарата в результате истечения газов с определенной скоростью.

Чтобы понять, как проявляется реактивное движение, возьмем шарик. Надув его, мы создаем давление. Завяжем шарик. В этот момент он находится в состоянии покоя, следовательно, импульс его равен нулю:

$$\rho_0 = 0$$

Развязав шарик, из него начнет вылетать воздух с какой-то скоростью. Значит, образовывается импульс уходящего воздуха, и этот импульс совпадает с движением воздуха:

$$\rho_1 = m_{\text{воз}} * v$$

По закону сохранения импульса общий импульс системы тел не меняется:

$$\rho_0 = \rho_1 + \rho_2 = 0$$

Чтобы это условие выполнялось, шарик должен двигаться в одну сторону, а воздух в другую, причем их скорости должны быть одинаковы.

Реактивное движение возникает в результате взаимодействия между собой частиц системы, в которой возникает движение, без какого либо взаимодействия с внешними телами.

Глава 2. Создание демонстрационного видео материала по теме «Реактивное движение» и ответ на вопрос: «Можно ли видео материалом поднять среди подростков интерес к реактивному движению и последующему изучению других тем в физике?»

1.1. Необходимость создания видеоматериала

На просторах интернет ресурсов есть множество видео материалов на тему «Реактивное движение», но большинство из них очень неудобны. В некоторых видео много лишней информации, которая может сбить с толку любого человека. В других интернет материалах опыты показаны не особо понятно и сложно или эти материала просто устарели. Но главная проблема данных видео материалов заключается в том, что они разбиты на отдельные маленькие эксперименты. Это не особо удобно, когда учитель хочет показать не один эксперимент, а не сколько.

Мой демонстрационный видео материал на тему «Реактивное движение» создан на устранение всех этих проблем. В нем я смог сделать краткие и понятные эксперименты, которые учителя школ смогут показывать своим ученикам.

Для монтажа видеоматериала мой выбор пал на несколько программ для монтажа видео: YouCut, KineMaster и CapCut. Но все-таки я остановился и использовал мобильное приложение CapCut. Этот бесплатный видео редактор дает больше возможностей для редактирования видео в любом разрешении и качестве в отличие от других, которыми я когда-либо пользовался.

1.2. Эксперименты на тему «Реактивное движение»

1.2.1. Уксусно-содовая ракета

За основу своего эксперимента я взял видео материал канала GalileoRU.⁸ Проанализировав его опыт, я пришел к выводу, что в его видео много не нужной информации. Я решил упростить его.

Для эксперимента нам понадобится пустая бутылка, пищевая сода, уксус 70%, клеевой пистолет (можно клей-момент), 4 карандаша, пакетик из под чая, нитки и иголка.

Первым делом сделаем саму ракету. Взяв 4 карандаша, я приклеил их к бутылке с помощью клеевого пистолета (Приложение 2. Рис. 1). Дождавшись высыхания клея можно заправить ракету. Добавляем в бутылку уксус и разбавляем его водой

⁸ Галилео. Режиссеры К. Гаврилов, Е. Калиберда (2007-2015) [Кинофильм] // Интернет-сайт: <https://youtu.be/ZJRSLsjiFk>. Дата последнего посещения 04.12.21.

(Приложение 2. Рис. 2). Жидкость должна заполнить ракету чуть меньше половины. Далее сняв крышку с бутылки, я проделал в ней отверстие с помощью иголки и продел нитку. Завязав узел на нитке с внешней стороны бутылки, я закрепил эту часть пластилином. Взяв пакетик из под чая, я аккуратно его раскрыл и высыпал содержимое. Завязав один конец пакетика надо добавить 1-1,5 чайной ложки соды. Сделав это, нужно завязать один конец с другим нитками (Приложение 2. Рис. 3). Получившуюся конструкцию нужно подвесить на нитку, которая держится на крышке от бутылки. Аккуратно соединяем две детали.

Теперь, когда ракету перевернуть на «ножки» то произойдет химическая реакция соды с уксусом. Активно начнет выделяться углекислый газ, который давит на жидкость. Когда его становится слишком много, он выталкивает жидкость вниз и создает импульс бутылке, которая стремится вверх.

1.2.2. Воздушная ракета

Видео взято также с канала GalileoRU. В нем сохраняются все те же проблемы. Я решил показать подробно, как реализуется данный эксперимент.⁹

Для реализации опыта нам понадобится: пустая бутылка, клей или клеевой пистолет, большой и маленький хомут, кусочек шланга, ниппель от автомобильного колеса, замок для полива, изоленга, тормоз от велосипеда, насос или компрессор.

Для начала соединим кусочек шланга с ниппелем (если ниппель не проходит в шланг, то шланг стоит нагреть в горячей воде и затем просовывать ниппель) (Приложение 2. Рис. 4). Для более надежного скрепления стоит укрепить маленьким хомутом. Далее эту конструкцию соединяем с нижней частью замка для полива. Берем бутылку и скрепляем её с верхней частью замка. Если резьба бутылки не подходит и не получается соединить, то стоит сточить резьбу бутылки и клеевым пистолетом приклеить её. Чтобы не было зазоров, стоит конструкцию закрепить скотчем (Приложение 2. Рис. 5). Теперь нижнюю часть замка соединяем с велосипедным тормозом с помощью скотча и большого хомута (Приложение 2. Рис. 6). Скрепляем верхний и нижний замок. Подсоединяем к ниппелю насос и накачиваем воздух.

⁹ Галилео. Режиссеры К. Гаврилов, Е. Калиберда (2007-2015) [Кинофильм] // Интернет-сайт: <https://youtu.be/Y-hvDuw-5wQ>. Дата последнего посещения 04.12.21.

Накачав в бутылку воздуха, мы создали внутри её давление. Принцип работы опыта похож, если мы надуем воздушный шарик и отпустим его. Стоит разделить две части замка для полива, и воздух начнет вырываться из бутылки вниз, а сама бутылка по закону сохранения импульса полетит вверх. Чтобы наша ракета взлетела выше стоит в неё добавить воды.

1.2.3. Основная часть видео

В основной части видео я рассказал об истории реактивного движения и как оно устроено. А также я провел небольшой опыт, который можно провести дома. Видео с опытом я взял с канала Виртуальная Академия.¹⁰ Проблемой данного видео было то, что оно очень старое. Дата записи видео 2001 год (на заднем плане видео видно в каком году записывали). Я сократил данное видео до одного эксперимента и вставил в основную часть, как опыт в домашних условиях. Для него понадобится: мыльный раствор (вода + мыло), пипетка, половинка лезвия, тарелка с водой. Аккуратно положим половинку лезвия на поверхность воды. С помощью пипетки набираем мыльный раствор. Капаем каплю в центр лезвия. Как итог мы можем наблюдать, как лезвие пришло в движение. Это произошло из-за того, что мыльный раствор выталкивается из центра лезвия, чтобы растечься по поверхности воды. При этом появляется импульс движения мыльного раствора. По закону сохранения импульса, лезвие должно двинуться в противоположном направлении.

1.3. Анализ проведенной работы

По итогу проведенной работы, я получил продукт - видеоматериал на тему “Реактивное движение”. Данное видео размещено на YouTube (Приложение 2. для того, чтобы учителя физики из других школ могли его использовать в своих целях. Также в описании видео есть опрос, с помощью которого я собирал информацию о полезности видео.¹¹ Опрос был проведен на Google Формах, так как это удобный и понятный инструмент для опросов. Опрос состоит из шести вопросов:

1. Сколько вам лет?;
2. Было ли полезно данное видео?;
3. Что бы вы изменили в видео?;

¹⁰ Реактивное движение - эксперимент. Автор Виртуальная Академия [Кинофильм] // Интернет-сайт: <https://youtu.be/worMUBFQG18>. Дата последнего посещения 25.02.22.

¹¹ Реактивное движение // https://docs.google.com/forms/d/1AUwwDszDojLjupHQBKby1AirhrH8ShO8rhJXuLrf_s/edit?usp=sharing. Дата создания 25.02.22.

4. Было ли данное видео интересным?;
5. Что вам запомнилось из видео?;
6. Как вы считаете, можно ли интересным видео уроком по физике поднять к ней интерес?

На момент написания проекта опрос прошли 53 человека.

1. Возраст

Доминирующий возраст людей, прошедших мой опрос - 15 лет. Их составляет 45,3%. Далее за ними идут люди возрастом 16 лет - 34%. И потом уже люди 14 лет - 7,5%. Опрос прошли также более взрослые люди, но их единицы.

2. Полезность видео

Почти единогласно опрошенные дали ответ, что данное видео было полезным. 98,1% против 1,9%.

3. Изменения в видео

Часть людей написали, что стоит сделать голос оператора громче, так как очень плохо слышно. 7,7% “звук” и 7,7% “сделать голос немного громче”.

4. Интересность видео

Единогласно опрошенные ответили, что данное видео было полезным.

5. Запомнившиеся моменты

Из опроса стало ясно, что самыми запоминающимися моментами стали эксперименты.

6. Может ли видео поднять интерес к физике?

Почти единогласно люди согласились, что с помощью видео можно поднять интерес к физике. 96,2% “Да” против 3,8% “Затрудняюсь ответить”.

Можно ли видео материалом поднять среди подростков интерес к реактивному движению и последующему изучению других тем в физике? На этот вопрос у меня есть ответ - да, можно. Опираясь на проведенный мной опрос я могу заявить, что качественные видеоматериалы способны поднять интерес к физике.

Подводя итог проведенной работы мы можем сказать, что наш видео материал состоит из трех экспериментов (Уксусно-содовая ракета, воздушная ракета и эксперимент в домашних условия). Мы подробно описали и объяснили их. Например:

Для реализации опыта нам понадобится: пустая бутылка, клей или клеевой пистолет, большой и маленький хомут, кусочек шланга, ниппель от автомобильного колеса, замок для полива, изолента, тормоз от велосипеда, насос или компрессор.

Для начала соединим кусочек шланга с ниппелем (если ниппель не проходит в шланг, то шланг стоит нагреть в горячей воде и затем просовывать ниппель). Для более надежного скрепления стоит укрепить маленьким хомутом. Далее эту конструкцию соединяем с нижней частью замка для полива. Берем бутылку и скрепляем её с верхней частью замка. Если резьба бутылки не подходит и не получается соединить, то стоит сточить резьбу бутылки и клеевым пистолетом приклеить её. Чтобы не было зазоров, стоит конструкцию закрепить скотчем. Теперь нижнюю часть замка соединяем с велосипедным тормозом с помощью скотча и большого хомута. Скрепляем верхний и нижний замок. Подсоединяем к ниппелю насос и накачиваем воздух.

Накачав в бутылку воздуха, мы создали внутри её давление. Принцип работы опыта похож, если мы надуем воздушный шарик и отпустим его. Стоит разделить две части замка для полива, и воздух начнет вырываться из бутылки вниз, а сама бутылка по закону сохранения импульса полетит вверх.

Для того, чтобы проверить полезность нашего видео мы создали опрос, который подтвердит или опровергнет нашу гипотезу.

Опрос состоит из шести вопросов:

1. Сколько вам лет?;
2. Было ли полезно данное видео?;
3. Что бы вы изменили в видео?;
4. Было ли данное видео интересным?;
5. Что вам запомнилось из видео?;
6. Как вы считаете, можно ли интересным видео уроком по физике поднять к ней интерес?

Основываясь на проведенном опросе, мы могу заявить, что наше видео оказалось полезным и с помощью видеоматериала можно поднять среди людей интерес к физике.

Заключение

Подводя итог проведенной нами работы мы хотим сказать, что еще с древних человек знает о явлении реактивного движения и даже пытался его описать. Первую теорию реактивного движения выдвинул Герон. намного позднее работы по теме “Реактивное движение” были изучены русским ученым К. Э. Циолковским. В период с 1903-1914 год он опубликовал свои работы, в которых доказывал, что покорение космического пространства невозможно без реактивного движения. Работы Циолковского используются и по сей день.

Наш видео материал состоит из трех экспериментов (Уксусно-содовая ракета, воздушная ракета и эксперимент в домашних условия).

Для того, чтобы проверить полезность нашего видео мы создали опрос, который подтвердит или опровергнет нашу гипотезу.

Опрос состоит из шести вопросов:

1. Сколько вам лет?;
2. Было ли полезно данное видео?;
3. Что бы вы изменили в видео?;
4. Было ли данное видео интересным?;
5. Что вам запомнилось из видео?;
6. Как вы считаете, можно ли интересным видео уроком по физике поднять к ней интерес?

Опрос был создан на Google Формах потому, что там удобнее всего создавать и проводить его.

Все цели и задачи нашего проекта выполнены. Мы собрали литературу и создали видеоматериал на тему “Реактивное движение”. Также подтвердилась наша гипотеза “Можно ли видео материалом поднять среди подростков интерес к реактивному движению и последующему изучению других тем в физике?”. Прогноз нашего опроса составлял, что большая часть людей не согласятся с тем, что с помощью видео можно поднять интерес к физике. Но после его проведения оказалось, что среди людей разных возрастных категорий, 96,2% из них согласились с тем, что видеоматериалом можно поднять интерес к физике.

Все, что задумывалось в данном проекте реализовалось. Мы смогли провести все три задуманных опыта и задокументировали их в одно восьмиминутном видео. Также наш разм видеоматериал был размещен на площадке YouTube для легкой доступности

всех желающих к просмотру. Это видео доступно объясняет, как устроено реактивное движение. Значимость нашего проекта заключается в том, что с помощью данного видеоматериала мы поднимаем интерес к другим темам физики, так как физика это один из важнейших наук в мире и её изучение может дать ответы на многие вопросы.

Список литературы

- 1) Исследовательский проект "Реактивное движение" [Электронная публикация] // По материалам сайта <https://multiurok.ru/files/issliedovatel-skii-proiekt-rieaktivnoie-dvizhieniie.html>. Дата последнего посещения 14.02.22.
- 2) Почему люди хотят летать? [Электронная публикация] // По материалам сайта https://pikabu.ru/story/pochemu_lyudi_khotyat_letat_7922316. Дата последнего посещения 14.02.22.
- 3) Реактивное движение в природе и технике [Электронная публикация] // По материалам сайта <https://www.poznavayka.org/fizika/reaktivnoe-dvizhenie-v-prirode-i-tehnike/#a1>. Дата последнего посещения 14.02.22.
- 4) Мякишев Г.Я., Буховцев Б.Б., Сотский Н.Н. Физика 10 класс. М. Просвещение, 2019. 433 с.
- 5) Реактивное движение [Электронная публикация] // По материалам сайта <https://foxford.ru/wiki/fizika/reaktivnoe-dvizhenie>. Дата последнего посещения 19.12.21.
- 6) Реактивное движение [Электронная публикация] // По материалам сайта <https://www.yaklass.ru/p/fizika/9-klass/zakony-sokhraneniia-v-mekhanike-90005/chto-takoe-reaktivnoe-dvizhenie-117198/re-6bdffe79-e81e-401f-8ec5-2fb39902de15>. Дата последнего посещения 19.01.22.
- 7) Реактивное движение [Электронная публикация] // По материалам сайта <https://wika.tutoronline.ru/fizika/class/10/reaktivnoe-dvizhenie>. Дата последнего посещения 19.12.21.
- 8) Галилео. Режиссеры К. Гаврилов, Е. Калиберда (2007-2015) [Кинофильм] // Интернет-сайт: <https://youtu.be/ZJRSLjFk>. Дата последнего посещения 04.12.21.
- 9) Галилео. Режиссеры К. Гаврилов, Е. Калиберда (2007-2015) [Кинофильм] // Интернет-сайт: <https://youtu.be/Y-hvDuw-5wQ>. Дата последнего посещения 04.12.21.
- 10) Реактивное движение - эксперимент. Автор Виртуальная Академия [Кинофильм] // Интернет-сайт: <https://youtu.be/worMUBFQG18>. Дата последнего посещения 25.02.22.

11) Реактивное

движение

//

https://docs.google.com/forms/d/1AUwwDszDojLjupHQBKby1AirhrH8ShO8rhJXuLrf_s/edit?usp=sharing. Дата создания 25.02.22.

Приложения 1

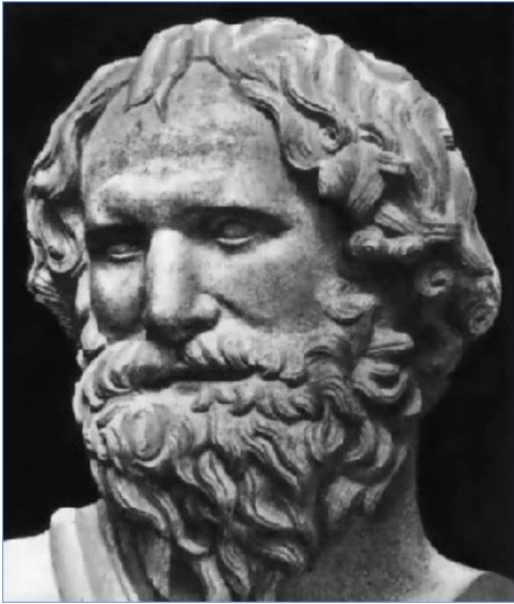


Рис. 1. Герон



Рис 2. Кибальчич



Рис. 3. Циолковский



Рис. 4. Надутый шарик

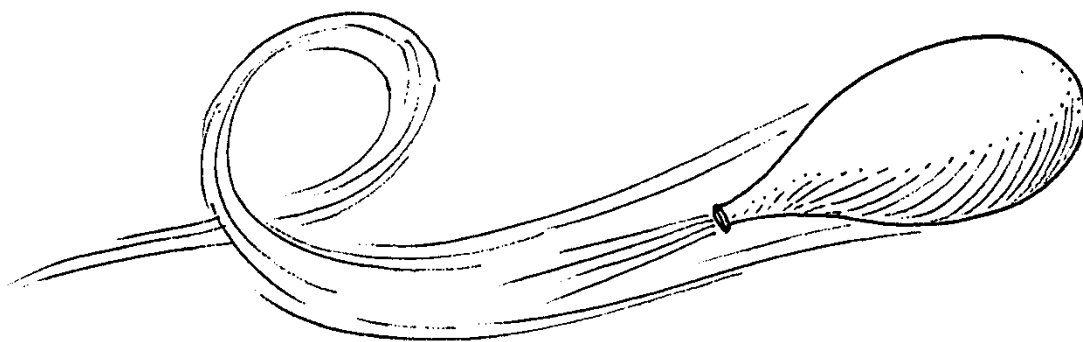


Рис. 5. Полет шарика

Приложение 2



Рис. 1. Постройка ракеты

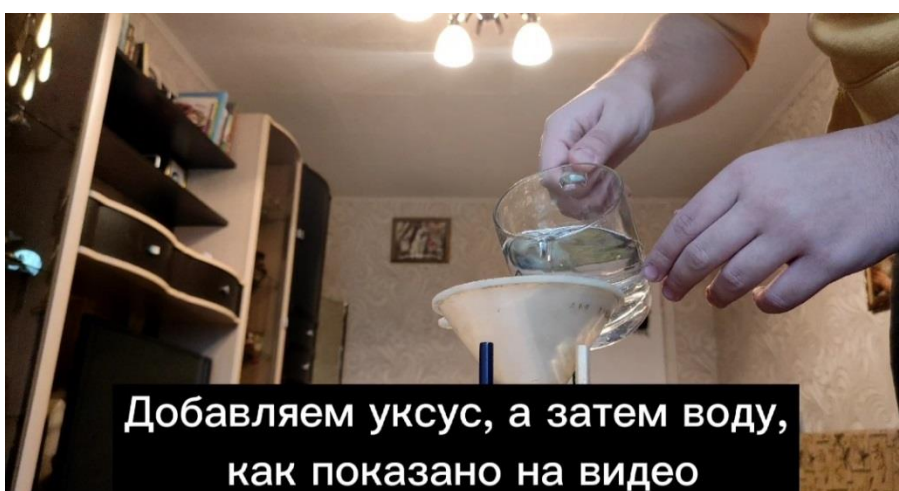


Рис. 2. Заправка ракеты

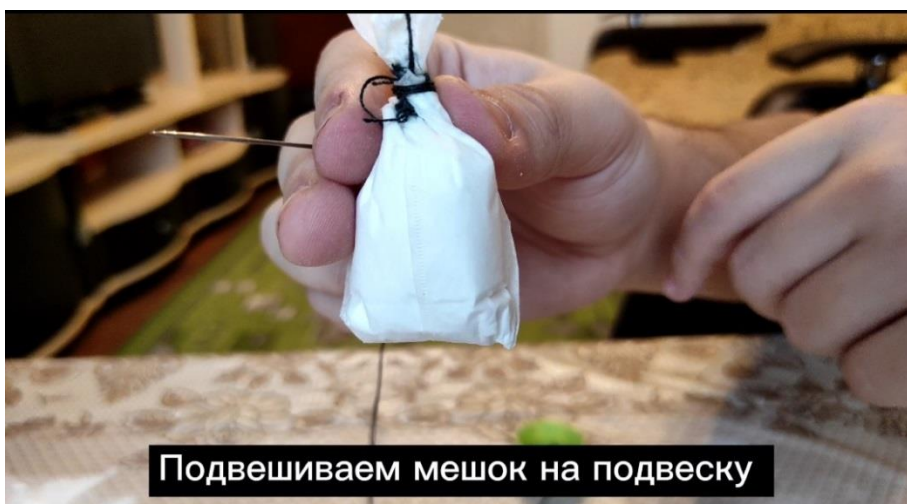


Рис. 3. Мешочек с содой



Рис. 4. Крепление ниппеля с трубкой



Рис. 5. Конструкция ракеты



Рис. 6. Вторая часть ракеты