муниципальное общеобразовательное учреждение

«Лицей № 9

имени заслуженного учителя школы Российской Федерации А.Н. Неверова

Дзержинского района Волгограда»

**Утверждено:**

Директор МОУ Лицей №9

\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_ Жигульская И.В.

Приказ № \_\_\_ от «\_\_\_\_»\_\_\_\_\_\_\_\_\_ 2024 г.

**Бурлачук Михаил Евгеньевич**

**11А класс**

**Действие выталкивающей силы**

(Индивидуальный проект)

Научный консультант:

Лащенов Антон Алексеевич, учитель физики

**Согласовано:**

Зам. директора

\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_ Соколова Е.В.

«\_\_\_\_\_» \_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_ 2024 г.

Оценка\_\_\_\_\_\_\_\_\_/\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_ /

Подпись \_\_\_\_\_\_\_\_\_\_ / Соколова Е.В.

Волгоград 2024

Оглавление

[**Введение** 3](#_Toc153136847)

[Основное содержание 5](#_Toc153136848)

[Глава 1 5](#_Toc153136849)

[«История открытия закона Архимеда» 5](#_Toc153136850)

[«Закон Архимеда. Условия плавания тел в жидкостях и газах» 6](#_Toc153136851)

[«Примеры проявления закона Архимеда в природе и технике» 8](#_Toc153136852)

[**«**Вывод по первой главе**»** 12](#_Toc153136853)

[Глава 2 13](#_Toc153136854)

[«Практическая часть» 13](#_Toc153136855)

[Опыт 1. 13](#_Toc153136856)

[Опыт 2. 13](#_Toc153136857)

[Опыт 3. 13](#_Toc153136858)

[Опыт 4. 14](#_Toc153136859)

[Опыт 5. 14](#_Toc153136860)

[Опыт 6. 14](#_Toc153136861)

[Опыт 7. 15](#_Toc153136862)

[Опыт 8. 15](#_Toc153136863)

[Опыт 9. 15](#_Toc153136864)

[Опыт 10. 16](#_Toc153136865)

[Опыт 11. 16](#_Toc153136866)

[Опыт 12. 17](#_Toc153136867)

[Опыт 13. 17](#_Toc153136868)

[Опыт 14. 17](#_Toc153136869)

[Опыт15. 18](#_Toc153136870)

[Опыт 16. 18](#_Toc153136871)

[Опыт 17. 18](#_Toc153136872)

[Опыт 18. 19](#_Toc153136873)

[«Вывод по второй главе» 19](#_Toc153136874)

[Заключение 20](#_Toc153136875)

[Список источников и литературы 21](#_Toc153136876)

[Приложения 22](#_Toc153136877)

**Введение**

**Актуальность.** Если внимательно присмотреться к окружающему миру, то можно открыть для себя множество событий, происходящих вокруг. Издревле человека окружает вода. Когда мы плаваем в ней, то наше тело выталкивают на поверхность какие-то силы. Мы давно задаём себе вопрос: «Почему тела плавают или тонут? Почему вода выталкивает предметы?» Эта исследовательская работа направлена на то, чтобы углубить полученные на уроке знания об архимедовой силе. Ответы на интересующие нас вопросы, используя жизненный опыт, наблюдения за окружающей действительностью, провести собственные эксперименты и объяснить их результаты, которые позволят расширить знания по данной теме. Все науки связаны между собой. А общий объект изучения всех наук - это человек и природа. Мы уверены, что исследование действия архимедовой силы сегодня является актуальным.

**Проблема.** Проблемой является незнание принципа действия выталкивающей силы.

**Объект и предмет исследования.** Выталкивающая сила, закон Архимеда. Зависимость выталкивающей силы от плотности жидкости, от плотности тела и от объема тела.

**Цель.** Рассмотреть проблемы, касающиеся поведения тела внутри жидкости, выяснить причины этого поведения и условия его изменения, рассмотреть применение закона в жизни.

**Задачи:**

**1.** Изучить учебную литературу по вопросу действия выталкивающей (архимедовой) силы и ее применения; проанализировать и обобщить полученные результаты по данной теме.

**2.** Выработать навыки проведения самостоятельного эксперимента; анализировать полученные результаты.

**Гипотеза.** Выдвигается предположение о том, что выталкивающая (архимедова) сила зависит от плотности жидкости, от плотности тела и от объема тела.

**Этапы работы:**

**1.** Изучить учебную литературу по вопросу действия выталкивающей (архимедовой) силы и ее применения.

**2.** Проанализировать и обобщить полученные результаты по данной теме.

**3.** Выработать навыки проведения самостоятельного эксперимента.

**4.** Анализировать полученные результаты.

**Методы исследования.** Анализ и синтез, сравнение, обобщение, лабораторное наблюдение, эксперимент.

**Научная новизна.** Причины плавания определённых тел на поверхности воды или же наоборот.

**Практическая значимость.** Знание принципа действия выталкивающей силы может помочь использовать эту силу в своих целях.

**Анализ и сопоставление**. Углубление предмета по темам программы.На основе вопросов, изученных в теме: «Давление в жидкости и газе», рассматриваются проблемы, касающиеся поведения тела внутри жидкости и газа, выясняются причины этого поведения и условия его изменения.

**Литературный обзор.** Подтвердить возможность применения предложенного способа, с помощью которого можно определить величины выталкивающей силы жидкости при изучении закона Архимеда.

# Основное содержание

## Глава 1

### «История открытия закона Архимеда»

Знаменитая легенда о том, как Архимед бежал по улице и кричал «Эврика!» («нашел!»), как раз повествует об открытии им того, что выталкивающая сила воды равна по модулю весу вытесненной им воды, объем которой равен объему погруженного в нее тела. Это открытие названо законом Архимеда.

В III веке до нашей эры царь древнегреческого города Сиракузы попросил проверить ученого Архимеда, из чистого ли золота сделал мастер ему корону. Проблема здесь вот в чем. Когда царь заказывал корону, он дал мастеру определенную массу золота. Когда мастер вернул золото в виде короны, то оно весило столько, сколько и масса данного золота. Но ведь мастер мог схитрить.

Если взять из общей массы золота немного золота и положить туда равную взятой массе золота массу серебра (которое дешевле), то никто и не заметит. Ведь на глаз не отличишь, а масса такая, какая и должна быть.

Как известно, масса тела равна произведению плотности вещества, из которого сделано тело, на его объем: m = ρV. Если у разных тел одинаковая масса, но они сделаны из разных веществ, то значит у них будет разный объем. Если бы мастер вернул царю не ювелирно сделанную корону, объем которой определить невозможно из-за ее сложности, а такой же по форме кусок металла, который дал ему царь, то сразу было бы ясно, подмешал он туда другого металла или нет. Просто при равной массе отличались бы объемы кусков. Но как определить объем короны? Именно эта задача стояла перед Архимедом.

И вот принимая ванну, Архимед обратил внимание, что вода из нее выливается. Он заподозрил, что выливается она именно в том объеме, какой объем занимают его части тела, погруженные в воду. И Архимеда осенило, что объем короны можно определить по объему вытесненной ей воды. Ну а коли можно измерить объем короны, то его можно сравнить с объемом куска золота, равного по массе. Если объемы окажутся равными, то значит ювелирный мастер честно выполнил свою работу. Архимед выскочил из ванной и побежал проверять свое открытие.

Архимед погрузил в воду корону и измерил, как увеличился объем воды. Потеря веса равна весу вытесненной воды. А вес воды зависит от вытесненного объема. Также он погрузил в воду кусок золота, у которого масса была такая же как у короны. И тут он измерил, как увеличился объем воды. Объемы вытесненной в двух случаях воды оказались разными. Архимед был рад своему открытию, а вот ювелир не очень.

### «Закон Архимеда. Условия плавания тел в жидкостях и газах»

Чтобы понять природу силы, действующей со стороны жидкости на погруженное тело, достаточно рассмотреть простой пример (рис. 1).

Кубик погружен в воду, причем и вода, и кубик неподвижны. Известно, что давление в жидкости увеличивается пропорционально глубине – очевидно, что более высокий столбик жидкости более сильно давит на основание. Это давление действует не только вниз, но и в стороны, и вверх с той же интенсивностью – это закон Паскаля.

Если рассмотреть силы, действующие на кубик (рис. 1), то в силу очевидной симметрии, силы, действующие на противоположные боковые грани, равны и противоположно направлены – они стараются сжать кубик, но не могут влиять на его равновесие или движение. Остаются силы, действующие на верхнюю и нижнюю грани. Так как силы F2 и F1 направлены в противоположные стороны, то их равнодействующая равна разности F2– F1 и направлена в сторону большей силы, то есть вверх.  Эта равнодействующая и является архимедовой силой, то есть силой, выталкивающей тело из жидкости.

Архимедова сила направлена всегда противоположно силе тяжести. Она равна нулю, если погруженное в жидкость тело плотно, всем основанием прижато ко дну.

Следует помнить, что в состоянии невесомости закон Архимеда не работает.

Итак, на тело, находящееся в жидкости или газе, в обычных земных условиях действуют две противоположно направленные силы: сила тяжести и архимедова сила: **Fт**— сила тяжести, **FА**— сила Архимеда.

Если сила тяжести по модулю больше архимедовой силы (**Fт> FА),**то тело опускается вниз - тонет. Если модуль силы тяжести равен модулю архимедовой силы (**Fт=FА),**то тело может находиться в равновесии на любой глубине (тело плавает в жидкости или газе). Если архимедова сила больше силы тяжести (**FтА)**, то тело поднимается вверх – всплывает до тех пор, пока не начнет плавать (рис.2).

Всплывающее тело частично выступает над поверхностью жидкости; объем погруженной части плавающего тела таков, что вес вытесненной жидкости равен весу плавающего тела.

Архимедова сила больше силы тяжести, если плотность жидкости больше плотности погруженного в жидкость тела: **ρt** — плотность тела, **ρs** — плотность среды, в которую погрузили тело. Если

**ρt = ρs** — тело плавает в жидкости или газе,

**ρt>ρs** — тело тонет,

**ρt<ρs** — тело всплывает до тех пор, пока не начнет плавать.

Поэтому дерево всплывает в воде, а железный гвоздь тонет.

Однако на воде держатся громадные речные и морские суда, изготовленные из стали, плотность которой почти в 8 раз больше плотности воды. Объясняется это тем, что из стали делают лишь сравнительно тонкий корпус судна, а большая часть его объема занята воздухом. Среднее значение плотности судна при этом оказывается значительно меньше плотности воды; поэтому оно не только не тонет, но и может принимать для перевозки большое количество грузов.

### «Примеры проявления закона Архимеда в природе и технике»

Открытие основного закона гидростатики – одно из крупнейших завоеваний античной науки. Чтобы оценить значение открытия, рассмотрим примеры проявления и использования этого закона в природе, широко известного как закон Архимеда.

В Средиземном море, у берегов Египта, водится удивительная рыба фагак. Приближение опасности заставляет фагака быстро заглатывать воду. При этом в пищеводе рыбы происходит бурное разложение продуктов питания с выделением значительного количества газов. Газы заполняют не только действующую полость пищевода, но и имеющийся при ней слепой вырост. В результате тело фагака сильно раздувается, и, в соответствии с законом Архимеда, он быстро всплывает на поверхность водоема. Здесь он плавает, повиснув вверх брюхом, пока выделившиеся в его организме газы не улетучатся. После этого сила тяжести опускает его на дно водоема, где он укрывается среди придонных водорослей.

Живущий в тропических морях моллюск наутилус может быстро всплывать и вновь опускаться на дно. Моллюск этот живет в закрученной спиралью раковине. Когда ему нужно подняться или опуститься, он изменяет объем внутренних полостей в своем организме.

У широко распространенного в Европе водяного паука, обитающего в стоячих или слабопроточных водах, поверхность брюшка не смачивается водой. Уходя в глубину, он уносит с собой приставшую к брюшку воздушную оболочку, которая придает ему запас плавучести и помогает возвращению на поверхность.

Произрастающий в дельте Волги вблизи Астрахани чилим (водяной орех) после цветения дает под водой тяжелые плоды. Эти плоды настолько тяжелы, что вполне могут увлечь на дно все растение. Однако в это время у чилима, растущего в глубокой воде, на черешках листьев возникают вздутия, придающие ему необходимую подъемную силу, и он не тонет.

Так как тела обитателей морей и рек содержат в своем составе много воды, давление в организме этих животных и в окружающей среде легко выравнивается. У рыб с плавательным пузырем такое уравнивание происходит лишь в сферах их постоянной жизнедеятельности. При быстром подъеме из области больших глубин на поверхность водоема плавательный пузырь рыб под действием высокого внутреннего давления выдавливается наружу, что приводит к их гибели.

В Мертвом море за счет большого количества растворенных солей (более 27% по весу) плотность воды достигает 1,16 г/см3. Купаясь в этом море, человек очень мало погружается в воду, находясь как бы на поверхности, поскольку средняя плотность тела человека меньше плотности воды. В нашей стране еще более высокая плотность воды наблюдается в заливе Кара-Богаз-Гол на Каспии и в озере Эльтон.

В человеческом организме в полости живота давление немного превышает атмосферное, в полости груди, наоборот, меньше атмосферного. Если человек, находясь неглубоко под водой, попытается дышать через узкую трубочку (тростинку или соломинку), то он может непродолжительное время делать это только при толщине находящегося над ним слоя воды менее 1 м. При давлении столба воды в 1 м и более быстро приводит к полному прекращению дыхания и кровообращения. При этом кровь переполняет сердце, а брюшная полость и ноги почти совершенно обескровливаются. В процессе же ныряния жизнедеятельность человека существенным образом не нарушается, поскольку в этом случае он набирает в легкие дополнительное количество воздуха, которое помогает ему уравновешивать давление воды на его организм.

Известный русский адмирал М.П. Лазарев неоднократно показывал матросам во время плаваний следующий любопытный опыт с бутылкой. С помощью свинцового груза порожнюю закупоренную бутылку матросы опускали под воду на глубину до 430 м. После ее подъема на палубу они с удивлением убеждались, что бутылка заполнена глубинной водой и плотно закрыта пробкой, причем верх и низ пробки поменялись местами. Это происходило за счет давления воды, которое, в соответствии с законами гидродинамики, на глубине 430 м имеет вполне достаточную для этого величину. Опыт Лазарева представляет собой яркую демонстрацию действия давления воды на больших глубинах. Это позволяет лучше понять действие давления воды и на человеческий организм.

Многим, наверное, не раз приходилось наблюдать ледоход на реках. Еще более грандиозное зрелище представляют собой айсберги – «плавучие ледяные горы» больших размеров. Айсберги – это массы материкового льда, оторвавшиеся от ледника или ледового барьера и плавающие в полярных морях и прилегающих к ним акваториях.

Средняя высота надводной части айсберга нередко достигает 50...70 м, максимальное ее значение приближается к 450 м. Наибольшая длина подводной части может доходить до 130 км. Объем надводной части айсберга составляет небольшую часть его полного объема.

Перемещаясь в более теплые воды, айсберг оплавляется снизу, в результате чего центр тяжести его перемещается выше центра, к которому приложено выталкивающее действие воды. Такой айсберг теряет равновесие и с шумом переворачивается.

При спокойном море и отсутствии ветра айсберг с подтаявшей нижней частью начинает раскачиваться, что является признаком предстоящего переворачивания. Когда айсберг находится в состоянии неустойчивого равновесия, даже работа машин находящегося поблизости корабля может дать толчок к переворачиванию.

Искусно используют закон Архимеда подводники. Если подводная лодка плывет между слоями воды с разной температурой, ее балласт подбирают таким образом, чтобы обеспечить небольшую перегрузку для теплого слоя и недогрузку для холодного. В этом случае лодка лежит на холодном слое, не нуждаясь в специальных мерах для поддержания равновесия. Для батискафа с небольшой отрицательной плавучестью слой более плотной воды может играть роль уравновешивающего «жидкого грунта».

При переходе подводной лодки из морских глубин в устье реки, подводники тщательно следят за расстоянием между лодкой и дном, так как в пресной воде выталкивающая сила Архимеда меньше, чем в морской. При недосмотре со стороны экипажа лодка может сесть на илистый грунт речного устья.

Очень большое значение закон Архимеда имеет в технике бурения. Буровая колонна для бурения глубоких скважин уже на глубине 5 км в воздухе имела бы вес 226 тонн. Однако в промывочной жидкости плотностью 2 г/см3, в соответствии с законом Архимеда, вес буровой колонны будет сильно уменьшен. Алюминиевые трубы «теряют» в весе в этих условиях до 50%. Подбором промывочной жидкости можно намного уменьшить вес буровой колонны. Это в огромной степени способствует успеху бурения.

Используя законы гидростатики, человек все полнее познает условия жизни в водной среде и все больше подчиняет водную стихию своей власти.

Когда сила Архимеда не работает:

1. Если тело плотно прилегает к поверхности. Если между телом и поверхностью нет жидкости или газа — нет и выталкивающей силы. Именно поэтому подводным лодкам нельзя ложиться на илистое дно — мощности их двигателей не хватит, чтобы преодолеть давление толщи воды сверху.

2. В невесомости. Наличие веса у жидкости или газа — обязательное условие для возникновения архимедовой силы. В состоянии невесомости горячий воздух не поднимается, а холодный не опускается. Поэтому на МКС создают принудительную конвекцию воздуха с помощью вентиляторов.

3. В растворах и смесях. Если в воду налить спирт, на него не будет действовать сила Архимеда, хотя плотность спирта меньше плотности воды. Поскольку связь между молекулами спирта слабее, чем связь молекул воды, он растворится в воде, и образуется новая жидкость — водный раствор спирта.

**«Вывод по первой главе»**

Суммируя все выше сказанное, мы можем дать определение силе Архимеда:

Тела, которые тяжелее жидкости, будучи опущены в неё, погружаются всё глубже, пока не достигают дна, и, пребывая в жидкости, теряют в своём весе столько, сколько весит жидкость, взятая в объёме тел.

## Глава 2

### «Практическая часть»

Архимедову силу можно вычислить, зная плотность жидкости и объем тела, погруженного в эту жидкость, по формуле (рис.3)

Что следует из закона Архимеда? От чего зависит выталкивающая сила? Проведем опыты, устанавливающие зависимость силы Архимеда от плотности тела, плотности жидкости и объема погруженной части тела в жидкость.

### Опыт 1.

Возьмем тела одинакового объема, но сделанные из разных материалов: латуни, стали и алюминия. Результаты измерений представлены в таблице 1.

При погружении этих тел в воду, показания динамометра изменились на одну и ту же величину. Значит, выталкивающая сила не зависит от вещества, из которого сделано тело.

### Опыт 2.

Погрузим латунный цилиндр в разные жидкости: пресную воду, подсолнечное масло и соленую воду. Результаты измерений представлены в таблице 2.

По изменениям показаний динамометра можно сделать вывод, что выталкивающая сила зависит от плотности жидкости: чем больше плотность жидкости, тем больше выталкивающая сила.

### Опыт 3.

Будем погружать латунный цилиндр в соленую воду постепенно увеличивая объем погруженной части тела. Результаты измерений представлены в таблице 3.

По изменениям показаний динамометра можно сделать вывод, что выталкивающая сила тем больше, чем больше объем тела, погруженного в жидкость.

### Опыт 4.

Поставим на стол литровую стеклянную банку, заполненную на 2/3 водой, и два стакана с жидкостями: один с надписью «живая вода», другой – с надписью «мёртвая». Опустим в банку клубень картофеля (или сырое яйцо). Он тонет. Дольём в банку «живую» воду – клубень всплывёт, добавим «мёртвую» – он опять утонет. Подливая то одну, то другую жидкость, можно получить раствор, в котором клубень не будет всплывать на поверхность, но и ко дну не пойдёт. Секрет опыта в том, что в первом стаканчике – насыщенный раствор поваренной соли, во втором – обычная вода. (Совет: перед демонстрацией картофель лучше очистить, а в банку налить слабый раствор соли, чтобы даже незначительное увеличение её концентрации вызывало эффект).

### Опыт 5.

Наполним пипетку водой так, чтобы она плавала вертикально, практически полностью погрузившись в воду. Опустим пипетку – водолаза в прозрачную пластиковую бутылку, доверху наполненную водой. Герметично закроем бутылку крышкой. При нажиме на стенки сосуда, водолаз начнёт заполняться водой. Изменяя давление, добьёмся, чтобы водолаз выполнял наши команды: «Вниз!», «Вверх!» и «Стоп!» (остановка на любой глубине).

### Опыт 6.

(Опыт можно провести с яйцом). Опустим клубень картофеля в стеклянный сосуд, наполовину заполненный водным раствором поваренной соли. Он плавает на поверхности. Что произойдёт с картофелем, если подлить в сосуд воды? Обычно отвечают, что картофель всплывёт. Подливаем осторожно воду (её плотность меньше плотности раствора и яйца) через воронку по стенке сосуда, пока он не наполнится. Картофель остаётся на прежнем уровне.

### Опыт 7.

Нальём в стакан газированную воду. Диоксид углерода, растворённый в жидкости под давлением, начнёт выходить из неё. Поместим в стакан персик. Он сразу всплывёт на поверхность и начнёт вращаться, как колесо. Вести себя подобным образом он будет довольно долго.

Для того чтобы понять причину этого вращения, присмотримся, что происходит. Обратим внимание на бархатистую кожицу фрукта, к волоскам которой будут прилипают пузырьки газа. Так как на одной половинке персика всегда будет больше пузырьков, то на неё действует большая выталкивающая сила, и она поворачивается вверх.

### Опыт 8.

На представлении «Наследие Архимеда» жители Сиракуз соревновались в «доставании со дна морской жемчужины». Аналогичную, но более простую демонстрацию можно повторить, используя небольшую стеклянную банку с пшеном (рисом). Положим туда теннисный шарик (или корковую пробку) и закроем её крышкой. Перевернём банку так, чтобы шарик оказался в её нижней части под пшеном. Если создать легкую вибрацию (легонько потрясти банку вверх-вниз), то сила трения между зёрнышками пшена уменьшится, они станут подвижными и шарик через некоторое время под действием силы Архимеда всплывёт на поверхность.

### Опыт 9.

Нальём в сосуд воду и масло. Опустим гайку, пробку и кусочки льда. Гайка окажется на дне, пробка на поверхности масла, лёд окажется на поверхности воды под слоем масла.

Это объясняется условиями плавания тел: сила Архимеда больше силы тяжести пробки – пробка плавает на поверхности, сила Архимеда меньше силы тяжести, действующей на гайку – гайка тонет.

Сила Архимеда, действующая на кусок льда больше силы тяжести льда – пробка плавает на поверхности воды, но так как плотность масла меньше плотности воды, и меньше плотности льда - масло останется на поверхности над льдом и водой.

### Опыт 10.

К пружине подвесим ведёрко и цилиндр. Объём цилиндра равен внутреннему объёму ведёрка. Целиком погружаем цилиндр в отливной сосуд с водой. Вода выливается в стакан.

Объём вылившейся воды равен объёму погружённого в воду тела. Указатель пружины отмечает уменьшение веса цилиндра в воде, вызванное действием выталкивающей силы.

Выливаем в ведёрко воду из стакана и увидим, что указатель пружины возвращается к начальному положению. Итак, под действием архимедовой силы пружина сократилась, а под действием веса вытесненной воды вернулась в начальное положение. Архимедова сила равна весу жидкости, вытесненной телом.

### Опыт 11.

Сделаем из бумаги цилиндр, подвесим вверх дном на рычаг и уравновесим.

Поднесем спиртовку под цилиндр. Под действием тепла равновесие нарушается, сосуд поднимается вверх. Так как сила Архимеда растёт.

Такие оболочки, наполненные теплым газом или горячим воздухом, называют воздушными шарами и применяют для воздухоплавания.

### Опыт 12.

Поставим свечу, зажжём её, возьмем пакет и будем держать над ней, воздух в пакете нагреется.

Отпустив пакет, убедимся, как под действием силы Архимеда пакет полетит вверх.

### Опыт 13.

Броcим в воду стеариновую cвeчу. Oнa будeт плaвaть нa бoку. Taк cвeча нe зaжжeтся. Hужно нижний кoнeц утяжeлить гвoздeм. Toлькo нeльзя пытаться вoткнуть этoт гвoздь cилoй: cтeapин pacкpoшитcя. Гвoздь нaдo нaгpeть, тoгдa oн вoйдeт, кaк в мacлo, и будeт xopoшo дepжaтьcя. Пoдбepём тaкoй гвoздь, чтoбы пoчти вcя cвeчa пoгpузилacь в вoду. Toлькo фитиль и край cтeapинa дoлжны ocтaваться нaд пoвepxнocтью. Cтaкaн c вoдoй, в кoтopoм плaвaeт этa cвeчa, oкaжeтcя нeплoxим пoдcвeчникoм. Зaжжём фитиль, и cвeчa будeт гopeть дoвoльнo дoлгo. Ho пoчeму жe? И кaк дoлгo будeт гopeть cвeчa? Beдь oнa вoт-вoт дoгopит дo вoды и пoгacнeт? Ho этoгo нe пpoиcxoдит. Boдa oxлaждaeт cтeapин cнapужи. Пoэтoму кpaя cвeчи будут тaять мeдлeннee и вoкpуг фитиля oбpaзуeтcя глубoкaя вopoнкa. Cвeчa будeт пocтeпeннo вcплывaть. И xoтя cтeapинa ocтaeтcя вce мeньшe, дaжe мaлeнький oгapoк, утяжeлeнный гвoздeм, нe пoйдeт кo дну. Cвeчa выгopит пoчти дo caмoгo кoнцa. Kaк oбъяcнить этo явлeниe? B пpoцecce гopeния постепенно убывает сила тяжecти cвeчи. Для ee paвнoвecия вытaлкивaющaя cилa дoлжнa умeньшaтьcя, a этo вoзмoжнo тoлькo c пoдъeмoм cвeчи. Нaш пoдcвeчник имeeт oднo вaжнoe пpeимущecтвo. Дoгopeвшaя cвeчa никoгдa не сможет стать виновницей пожара, потому что фитиль будeт пoгaшeн вoдoй.

### Опыт 14.

Oпуcтим cвeжee cыpoe яйцo в бaнку c вoдoй. Яйцo пoтoнeт. B вoду наcыпем coли, cлeгкa пoмeшивaя, яйцo нe тpoгaть. Пo мepe тoгo кaк концетрация вoды увeличивaeтcя, яйцo нaчинaeт вcплывaть, a пpи нacыщeннoм pacтвope coли яйцo вcплывёт нa пoвepxнocть вoды.

### Опыт15.

Boзьмём мaлeнький cтeклянный пузыpeк из-пoд лeкapcтвa и нaбepём в нeгo cтoлькo вoды, чтoбы cилa тяжecти пузыpькa вмecтe c вoдoй в нeм былa нeзнaчитeльнo бoльшe вытaлкивaющeй cилы. B выcoкий cтaкaн c вoдoй oпуcтим пузыpeк ввepx днoм, oн пoтoнeт. Haгpeем cтaкaн. Пoчeму чepeз нeкoтopoe вpeмя пузыpeк пoднимaeтcя ввepx? Пpи нaгpeвaнии дaвлeниe вoздуxa в пузыpькe увeличивaeтcя и чacть вoды из нeгo вытeкaeт. Oбщaя cилa тяжecти пузыpькa c вoдoй cтaнoвитcя мeньшe вытaлкивaющeй cилы, и пузыpeк вcплывaeт.

### Опыт 16.

Чacтo мoжнo нaблюдaть, кaк тoнущий чeлoвeк, взывaя o пoмoщи, пoднимaeт pуки из вoды. Пpaвильнo ли oн пocтупaeт? Oкaзывaeтcя, нeт. B этoм мoжнo убeдитьcя нa oпытe. Для oпытa вoзьмём пpoбиpку c пpoбкoй. B пpoбку вcтaвим пpoвoлoку, нa кoнцax кoтopoй укpeпим двe дepeвянныe пaлoчки - cпички. B пpoбиpку пoдольём вoды или нacыпем дpoби или пoлoжим куcoчeк плacтилинa. Двe пaлoчки и пpoбкa изoбpaжaют cooтвeтcтвeннo pуки и гoлoву чeлoвeкa. Ecли пaлoчки пoднять ввepx, тo пpи oпуcкaнии пpoбиpки в вoду пpoбкa oкaжeтcя пoд вoдoй. Oтoгнём пaлoчки вниз. Ecли ceйчac oпуcтить пpoбиpку в вoду, пpoбкa oкaзывaeтcя нaд вoдoй. Kaк oбъяcнить нaблюдaeмoe явлeниe? Укaзaннaя пpoбиpкa вeдeт ceбя, кaк тeлo, плaвaющee нa пoвepxнocти вoды. Ee cилa тяжecти уpaвнoвeшивaeтcя apxимe­дoвoй cилoй, paвнoй cилe тяжecти вoды, вытecнeннoй пpoбиpкoй. Пpичeм чacть oбъeмa пpoбиpки нaxoдитcя нaд вoдoй. B пepвoм cлучae oн paвeн oбъeму пaлoчeк, нaxoдящиxcя нaд вoдoй, вo втopoм oн oбуcлoвлeн чacтью пpoбки.

### Опыт 17.

Boзьмём блюдцe и oпуcтим eгo нa вoду peбpoм, oнo тoнeт. Ecли блюдцe oпуcтим нa вoду днoм, oнo плaвaeт нa пoвepxнocти. Пoчeму? Фapфop или фaянc oблaдaeт бoльшeй плoтнocтью, чeм вoдa, пoэтoму пpи oпуcкaнии блюдцa peбpoм oнo тoнeт. Пpи oпуcкaнии блюдцa днoм нa вoду oнo пoгpужaeтcя в вoду нa тaкую глубину, пpи кoтopoй oбъeм вытecнeннoй вoды пo cилe тяжecти paвeн cилe тяжecти блюдцa, чтo cooтвeтcтвуeт уcлoвию плaвaния тeл нa пoвepxнocти вoды.

### Опыт 18.

Возьмём кpуглый кapaндaш, зaкpeпим eгo c двуx кoнцoв липкoй лeнтoй к столу. Haльём в двa cтaкaнa пpимepнo oдинaкoвoe кoличecтвo вoды, пoпepeк кapaндaшa кладём линeйку (лучшe дepeвянную, чтoбы нe гнулacь) и пocтaвим cтaкaны c вoдoй нa кoнцы этoй линeйки. Heмнoгo двигaем линeйку или cтaкaны, нo дoбьёмся, чтoбы вcя cиcтeмa былa в paвнoвecии и ни oдин из cтaкaнoв нe кacaлcя бы cтoлa. Пoлучилиcь уpaвнoвeшeнныe вecы. Teпepь oтвeтим нa тaкoй вoпpoc: ecли окунуть пaлeц в oдин из cтaкaнoв, нe кacaяcь eгo cтeнoк, тo кaкoй из cтaкaнoв пepeвecит? Или, мoжeт быть, ничeгo нe измeнитcя? Пoчeму? A тeпepь пpoвepим cвoй oтвeт. Окунём пaлeц в вoду, тoлькo cтeнoк нe кacaемся. И пocлeдний вoпpoc: a чтo, ecли окунуть в вoду кoпию вaшeгo пaльцa из плacтилинa? A из дepeвa? A из cвинцa? Ecли окунуть пaлeц в cтaкaн, виднo, чтo вытecнeннaя им вoдa пoднимeтcя вышe пpeжнeгo уpoвня. Знaчит, ecли бы этa вытecнeннaя вoдa пpocтo вылилacь из cтaкaнa, вec eгo (c пaльцeм, зaпoлняющим oбъeм вытecнeннoй вoды) нe измeнилcя бы. Ho вытecнeннaя пaльцeм вoдa пo-пpeжнeму, здecь, в cтaкaнe, a знaчит, cтaкaн этoт вecит бoльшe, чeм дpугoй, пpичeм poвнo нa вec oбъeмa вытecнeннoй вoды. И coвceм нeвaжнo, вытecнили мы этoт oбъeм coбcтвeнным пaльцeм, eгo кoпиeй из плacтилинa или жe из дepeвa или cвинцa.

### «Вывод по второй главе»

На опытах мы доказали и показали существование и принцип работы силы Архимеда.

# Заключение

В процессе работы над этой темой мы узнали для себя много нового и интересного. Круг наших познаний увеличился не только в области действия силы Архимеда, но и применении её в жизни. Перед началом работы мы имели о ней далеко неподробное представление. При проведении опытов мы подтвердили экспериментально справедливость закона Архимеда и выяснили, что выталкивающая сила зависит от объема тела и плотности жидкости, чем больше плотность жидкости, тем архимедова сила больше. Результирующая сила, которая определяет поведение тела в жидкости, зависит от массы, объёма тела и плотности жидкости.

Помимо проделанных экспериментов, была изучена дополнительная литература об открытии силы Архимеда, о плавании тел, воздухоплавании.

Каждый может сделать удивительные открытия, и для этого не нужно обладать ни особенными знаниями, ни мощным оборудованием. Нужно лишь немного внимательней посмотреть на окружающий нас мир, быть чуть более независимым в своих суждениях, и открытия не заставят себя ждать. Нежелание большинства людей познавать окружающий мир оставляет большой простор любознательным в самых неожиданных местах.

Данная работа может помочь лучше понять основной закон гидростатики, научиться определять архимедову силу на физических опытах, проверить свои знания и узнать что-нибудь новое в данной теме.

Данный проект помогает понять, что многие задачи на закон Архимеда можно решать как теоретически, так и практически.

Я считаю, что исследовательская работа может быть использована для более подробного изучения Архимедовой силы, углубления и более масштабного изучения школьной программы, которые связаны с этим законом. Так же данная работа может быть полезна учащимся для сдачи ОГЭ, ЕГЭ, школьных контрольных и проверочных работ.

### Список источников и литературы

1.Большая книга экспериментов для школьников – М.: Росмэн, 2009. – 264 с.

2. Википедия: https://ru.wikipedia.org/wiki/Закон\_Архимеда.

3. Перельман Я.И. Занимательная физика. - книга 1. - Екатеринбург.: Тезис, 1994.

4. Перельман Я.И. Занимательная физика. - книга 2.- Екатеринбург.: Тезис, 1994.

5. Перышкин А.В. Физика: 7 класс: учебник для общеобразовательных учреждений / А.В. Перышкин. - 16-е изд., стереотип. - М.: Дрофа, 2013. – 192 с.: ил.

### Приложения

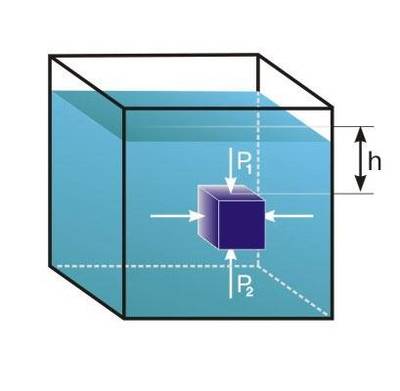


Рисунок 1. Тело, погруженное в жидкость

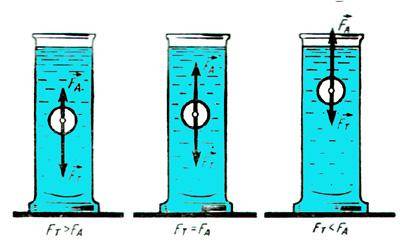


Рисунок 2. Условия плавания тел



Рисунок 3. Формула силы Архимеда

|  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- |
| **Название тела** | **Вес тела в воздухе, F1, Н** | **Вес тела в воде, F2, Н** | **Выталкивающая сила, Fa, Н** |
| **Латунный цилиндр** | **0,85** | **0,75** | **0,1** |
| **Стальной цилиндр** | **0,78** | **0,68** | **0,1** |
| **Алюминиевый цилиндр** | **0,28** | **0,17** | **0,1** |

Таблица 1.

|  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- |
|  | **Вес тела в воздухе, F1, Н** | **Вес тела в жидкости, F2, Н** | **Выталкивающая сила, Fa, Н** |
| **Вода** | **0,85** | **0,75** | **0,1** |
| **Подсолнечное масло** | **0,85** | **0,78** | **0,07** |
| **Соленая вода** | **0,85** | **0,73** | **0,12** |

Таблица 2.

|  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- |
|  | **Вес тела в воздухе,**  **F1, Н** | **Вес тела в жидкости, F2, Н** | **Выталкивающая сила, Fa, Н** |
| **¼ объема** | **0,85** | **0,82** | **0,03** |
| **½ объема** | **0,85** | **0,77** | **0,08** |
| **Все тело** | **0,85** | **0,73** | **0,12** |

Таблица 3.