

МБОУ СОШ №28 г.Пензы имени В.О. Ключевского

*III РЕГИОНАЛЬНЫЙ ФЕСТИВАЛЬ
ТВОРЧЕСКИХ ОТКРЫТИЙ И ИНИЦИАТИВ
«ЛЕОНАРДО»*

«Физико-математическое направление»

*исследовательская работа
«Почему железные корабли не тонут»*

*Автор: Мельников Евгений Максимович
ученик 3»А» класса МБОУ СОШ №28
г. Пензы имени В.О.Ключевского*

*Руководитель: Кочиева Лариса Николаевна
учитель начальных классов
высшей квалификационной категории*

*Пенза
2023г.*

Оглавление

Введение.....	3
1. Архимед и его открытие	4
1.1. Закон Архимеда	5
2. Опыт с яйцом	6
3. Море, в котором нельзя утонуть	7
4. Кораблестроение.....	8
4.1. Почему корабли не тонут?.....	8
4.2. Подводная лодка	9
5. Физический эксперимент.....	10
Заключение	14
Список использованных источников	15
Приложение 1	16
Приложение 2	18

Введение

Я люблю смотреть научные передачи на разнообразные темы. Однажды, посмотрев документальный фильм о строительстве подводных лодок, у меня возникли вопросы: «Каким образом они погружаются и всплывают, как и за счет чего они держатся на определенной глубине?»

Начав изучать этот вопрос, последовали сразу и следующие: «Что же такое архимедова сила и кто такой Архимед? И что такое плотность вещества?» Я углубился в изучение этих вопросов и прочёл статью о гениальном древнегреческом ученом и его невероятных открытиях, которым до сих пор обязан весь наш Мир. Но в данной работе пойдёт речь о законе Архимеда, который и ответил на мои вопросы и о невероятной истории, которая поспособствовала его открытию.

Цель работы: познакомить одноклассников с законом Архимеда и принципом работы подводной лодки, сформировать представление о плотности вещества.

Задачи:

- изучить закон Архимеда и историю его открытия;
- изучить принцип действия подводной лодки;
- наглядно продемонстрировать закон Архимеда на опыте.

Для достижения цели были исследованы научные статьи, литературные источники, проведены физические опыты. Также было проведено анкетирование одноклассников для оценки уровня знаний в исследуемой мной области. Анкета содержала 8 вопросов (Приложение 1), в анкетировании принимали участие 22 человека. Результаты анкетирования и их анализ представлены в Приложении 2.

Актуальность работы: данная работа дает возможность сформировать у учеников начальных классов представление о законе Архимеда, просто и наглядно объяснить понятие такой физической величины, как плотность вещества и показать значимую роль закона в современном мире.

1. Архимед и его открытие

По легенде изобретатель, инженер и учёный из Сиракуз Архимед служил у царя Гиерона второго. Однажды ювелиры изготовили для царя золотую корону. Царь был человеком подозрительным, вызвал учёного к себе и поручил узнать, не содержит ли корона примесей серебра. Тут нужно сказать, что в то далёкое время никто не решал подобных вопросов, и случай был исключительным.

Архимед долго размышлял и ничего не придумал... Но однажды он решил сходить в баню. Там, сядя в тазик с водой, учёный и нашёл решение вопроса. Архимед обратил внимание на совершенно очевидную вещь: тело, погружаясь в воду, вытесняет объём воды, равный собственному объёму тела. Именно тогда, даже не потрудившись одеться, Архимед выскочил из бани и кричал свое знаменитое: «Эврика!!!», что означает «нашёл». Явившись к царю, Архимед попросил выдать ему слитки серебра и золота, равные по массе короне. Слитки хотя и были равны по массе, но объём значительно отличался – слиток золота был меньше! А все почему? Да потому что плотность золота почти в 2 раза превышает плотность серебра. Архимед погрузил по очереди в воду сначала корону, а затем слиток из чистого золота. И вот что он обнаружил! Корона вытеснила больше воды, чем слиток, а значит, она обладала меньшей плотностью, чем золото! Вот и выяснилось, что в сплав короны добавили более дешёвый металл – серебро. Подозрения царя оказались не напрасны, ювелир его обманул! Так и был открыт принцип, который теперь мы называем законом Архимеда [3]. Памятни Архимеду представлен на рисунке 1.



Рисунок 1 – Памятник Архимеду в Сиракузах

1.1. Закон Архимеда

Спустя много веков ученые сформулировали физический закон: на тело, погружённое в жидкость, действует выталкивающая сила, равная весу жидкости, вытесненного этим телом [1]. Кстати, это верно и для газов.

Сила Архимеда – это сила, выталкивающая тело из жидкости и газа, направленная вертикально вверх.

Сила тяжести – это сила, действующая на тело с противоположной стороны.

На рисунке 2 представлены силы, действующие на тело, погруженное в жидкость.

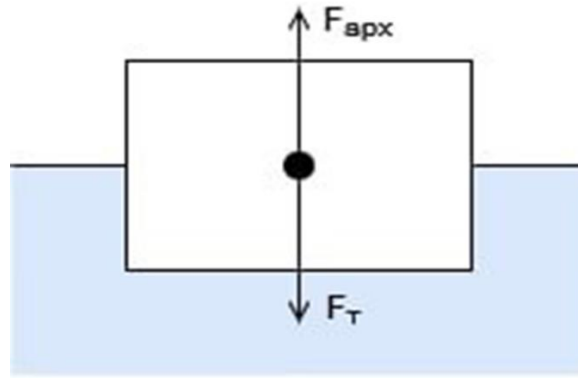


Рисунок 2 – Силы, действующие на тело, погруженное в жидкость

Соответственно:

- если $F_{арх} < F_T$ – тело тонет;
- если $F_{арх} > F_T$ – тело всплывает;
- если $F_{арх} = F_T$ – тело плавает.

Так как здесь замешана сила тяжести, закон Архимеда не работает в условиях космической невесомости.

Ну хорошо, физический закон есть, но как же управлять плавучестью? Очевидно, что есть два пути - либо влиять на выталкивающую силу Архимеда, либо на силу тяжести.

2. Опыт с яйцом

Знаменитый физик Я.И. Перельман, автор книги «Занимательная физика», описывает опыт «Яйцо-батискаф или Вода из Мертвого моря» [2]. Для опыта требуются: высокая стеклянная банка, соль, куриное яйцо (рисунок 3).

Плотность воды может сильно различаться. В основном это зависит от содержания в воде различных примесей. Чаще всего такой примесью бывает обычная соль. Чем больше соли растворено в воде, тем плотнее вода. Опыт прост. Нужно взять высокую стеклянную банку, налить воды и положить туда обычное куриное яйцо. Яйцо опустится на самое дно, потому что его плотность чуть больше, чем плотность чистой водопроводной воды. Теперь будем бросать в банку соль и аккуратно размешивать до тех пор, пока яйцо не начнёт

потихонечку всплывать. Можно добиться того, что яйцо зависнет посередине банки как настоящий глубоководный аппарат, не всплывая на поверхность и не опускаясь на дно! Насыпая соль в банку и растворяя её, мы изменяли такой важный параметр, как плотность. Все предметы, плотность которых больше плотности воды, будут в ней тонуть. Те предметы, плотность которых меньше, будут всплывать. А те, у которых плотность одинаковая с водой, будут занимать равновесное положение – ни тонуть, ни всплывать.

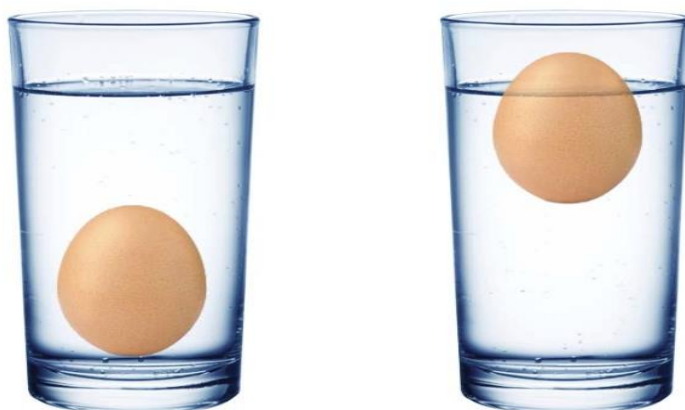


Рисунок 3 – Эксперимент «Яйцо-батискаф»

Здесь есть одна маленькая хитрость. У дна, где больше соли, плотность раствора немного больше. На поверхности, куда соль доходит «с опозданием», – плотность меньше, поэтому яйцо и зависает посередине – примерно на той границе плотность воды равна плотности яйца. Фактически мы получили физический прибор – «плотностемер». Теперь становится понятно, почему в море или океане с соленой водой плавать легче, чем в пресном озере. В пресном озере плотность воды меньше, и тело не так сильно выталкивается на поверхность [2].

3. Море, в котором нельзя утонуть

В стране Израиль есть целое огромное озеро, вода в котором ужасно солёная и очень плотная. Это знаменитое Мертвое море Палестины. Воды его настолько солёные, что в них не может жить ни одно живое существо. Знойный

и сухой климат Палестины вызывает сильное испарение воды с поверхности моря. Но испаряется только чистая вода, растворённые же соли остаются в море и увеличивают солёность воды. Вот почему вода Мертвого моря содержит не 2 или 3 процента соли (по весу), как большинство морей и океанов, а 27 и более процентов. Итак, четвертую часть содержимого Мёртвого моря составляют соли, растворённые в его воде. Общее количество солей в нём оценивается в 40 миллионов тонн.

Вода этого моря из-за высокой солёности значительно тяжелее обыкновенной морской воды. Утонуть в такой тяжёлой жидкости нельзя, т.к. человеческое тело легче неё. В этом озере невозможно даже нырнуть, зато можно лежать на воде без надувного матраса! Тело человека всплывает как куриное яйцо в солёной воде из опыта [2].

4. Кораблестроение

4.1. Почему корабли не тонут?

Некоторые могут сказать: а как же плавают корабли, сделанные из стали, в составе которой основную долю занимает железо? Ведь железо гораздо плотнее воды! Конечно железо намного плотнее воды. Если мы возьмем кусок железа и бросим в воду, вряд ли он всплывёт, это только в сказках волшебный топор из железа всплывал на поверхность. Но корабли сделаны так, что железо опускается в воду вместе с огромным количеством воздуха (который внутри корабля). Поэтому общая плотность судна оказывается меньше плотности воды, и сила Архимеда выталкивает его на поверхность. Но если корабль получит пробоину, и пространство внутри заполнится водой, то общая плотность судна увеличится, и оно утонет. Поэтому если в днище корабля образуется пробоина, то корабль тонет. На тело, плотно прилегающее ко дну, выталкивающая сила не действует. Это учитывают при подъёме затонувших кораблей. Сначала судно слегка приподнимают, позволяя воде проникнуть под него. Тогда давление воды начинает действовать на корабль снизу. Законы физики не обманешь [3]!

4.2. Подводная лодка

Кораблестроители пошли дальше и решили поиграть с силой тяжести, меняя массу корабля и получили подводную лодку.

Подводные лодки (ПЛ) представляют собой корабли отдельного класса, которые могут погружаться и длительное время плавать под водой. Особая конструкция субмарины выдерживает большое давление водной массы, а также обеспечивает необходимую обтекаемость и водонепроницаемость. Принцип погружения и всплытия ПЛ соответствует закону Архимеда. Устройство подводной лодки отличается высокой сложностью.

Принцип работы подводной лодки заключается в следующем: погружение производится в результате наполнения водой носовых, кормовых и средних цистерн главного балласта (ЦГБ). При этом используется забортная вода. Всплытие корабля осуществляется за счёт продувания цистерн сжатым воздухом. ЦГБ могут заполняться и опустошаться одновременно или по очереди. Для срочного набора глубины может применяться специальная цистерна быстрого погружения, находящаяся в прочном корпусе.

Корректировка курса и глубины погружения ПЛ производится при помощи специальных рулевых устройств (горизонтальных и вертикальных). Скорость движения подводного корабля регулируется частотой вращения гребного винта [4]. Схема, демонстрирующая принцип работы, ПЛ представлена на рисунке 4.

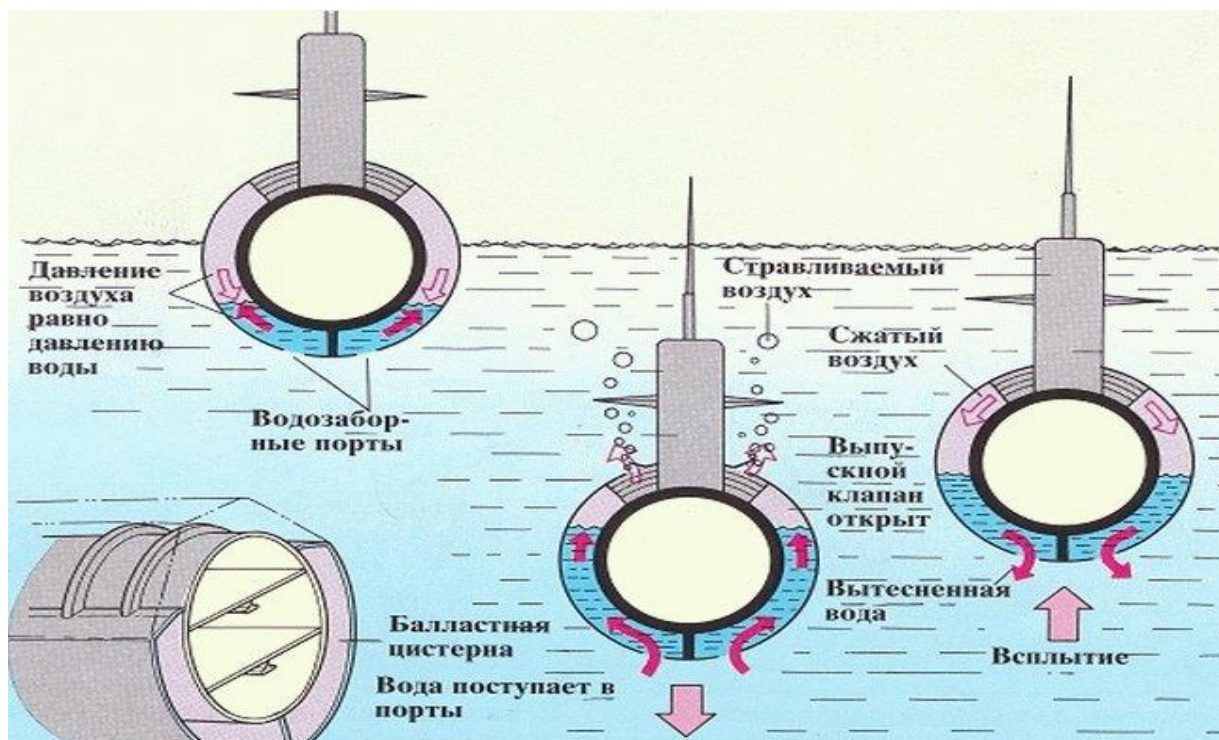


Рисунок 4 – Принцип работы ПЛ

Подводные лодки используются в следующих сферах:

- в военной сфере для нанесения стратегических ядерных ударов, ведения разведки, высадки диверсионных групп;
- в научной сфере для исследования геомагнитного поля, а также изучения подводной флоры и фауны;
- в туристической сфере для проведения экскурсий и осмотра подводного мира на глубинах до 100 м.

5. Физический эксперимент

Попробуем совместить эти знания и поставить интересный физический эксперимент. Для опыта нам потребуются: стеклянный стакан, поплавок, вода – 500 мл, соль – 1 чайная ложка, молоко – 250 мл, растительное масло – 250 мл. Ход эксперимента представлен на рисунке 5.

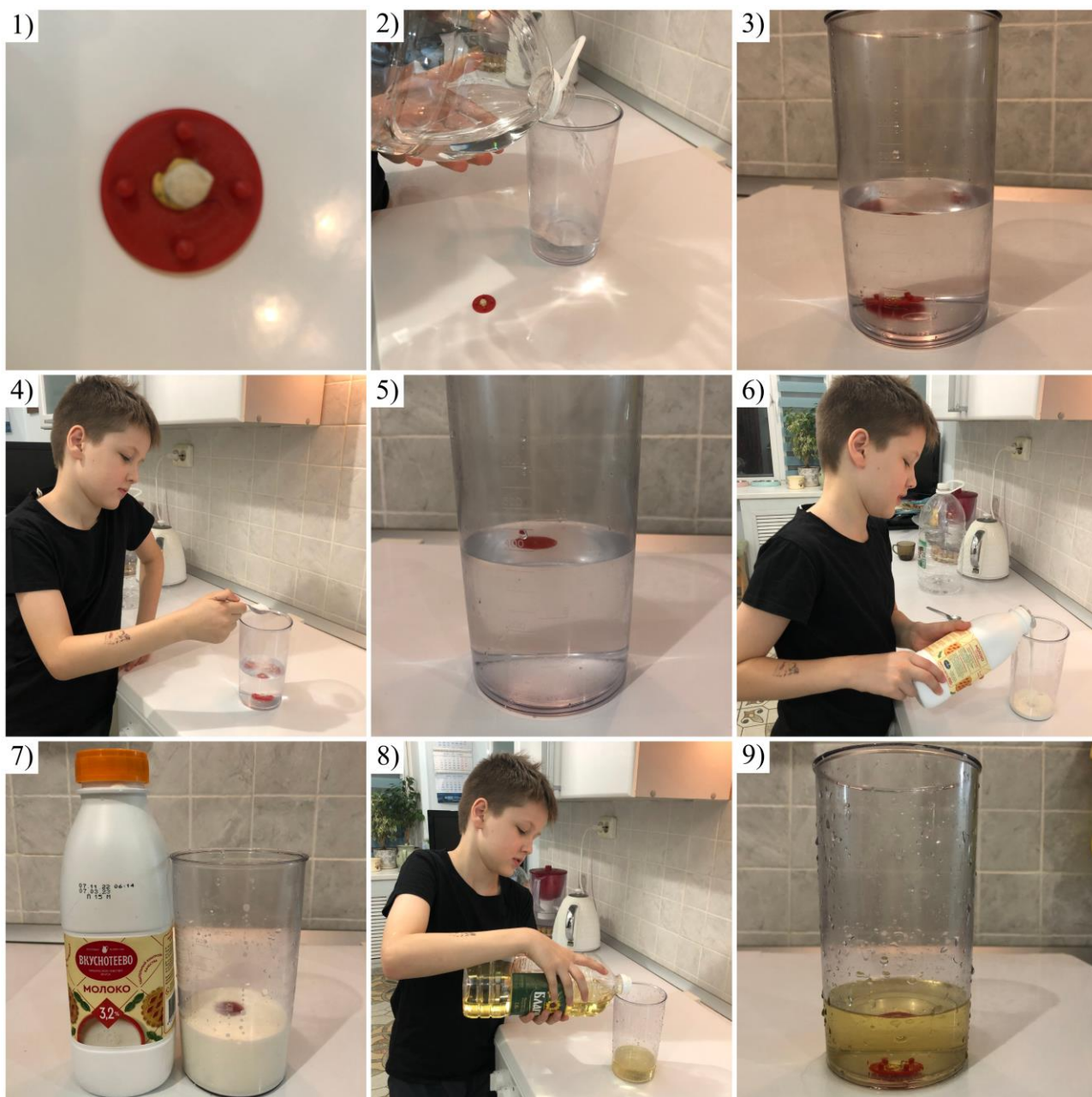


Рисунок 5 – Эксперимент с поплавком

Для начала сделаем «подводную лодку» – поплавок с грузиком из пластилина (1). Нальем в стакан воду и опустим в него поплавок. Грузик подобран таким образом, чтобы поплавок затонул (2-3). Добавим в воду соль (как в опыте с яйцом), поплавок всплыл, что логично, так как плотность воды увеличилась (4-5). Заменяем соленую воду на молоко. Поплавок плавает на поверхности, значит плотность молока равна или выше плотности солёной (морской) воды (6-7). Заменяем содержимое стакана, теперь в нем растительное

масло. Грузик опустился на дно, значит плотность масла ниже или равна плотности чистой воды (8-9).

Проведем другой эксперимент. Исследуем, работает ли сила Архимеда на жидкости. Ход эксперимента представлен на рисунке 6.

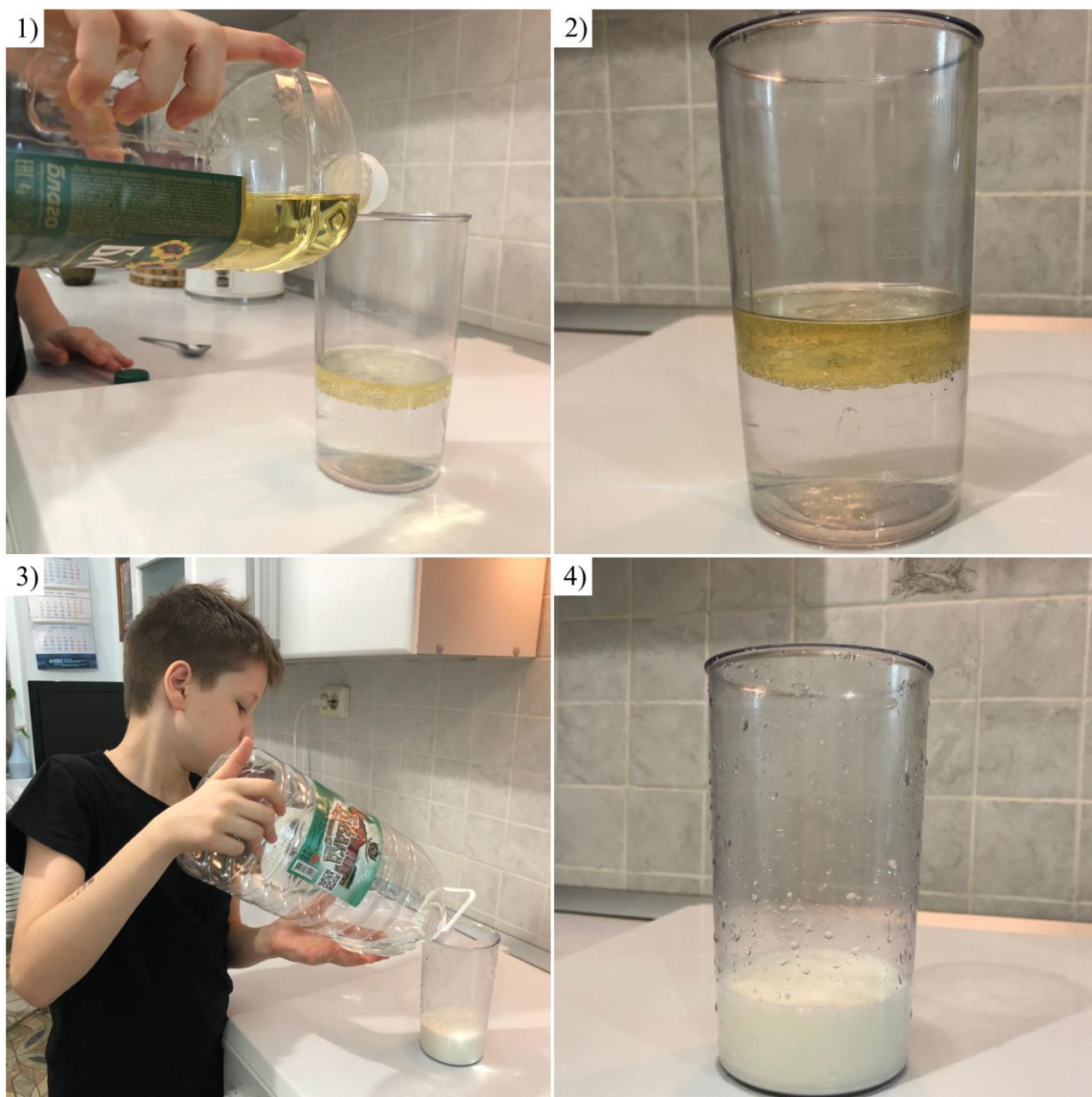


Рисунок 6 – Эксперимент с жидкостями

Нальем в стакан воду, а сверху нальём растительное масло. Что же мы наблюдаем? Вода и растительное масло не смешиваются. Из предыдущих опытов установлено, что вода плотнее и тяжелее, чем масло (1-2). Теперь

проделаем то же самое с водой и молоком. Хотя плотность воды меньше, чем плотность молока, мы не увидим той же картины, которую увидели в предыдущем опыте. Жидкости смешаются, поскольку связь между молекулами молока слабее, чем связь молекул воды. И получится у нас новая жидкость – разбавленное молоко (3-4).

Вот так и работает наш примитивный прибор. Теперь мы можем сравнивать плотности любых жидкостей с водой.

Заключение

Большинство достижений современных науки и техники основываются на открытиях, совершённых много веков назад! Взаимодействие с жидкостями – повседневная и очень важная научно-техническая задача. Закон Архимеда нам в помощь!

Я познакомил с законом Архимеда своих одноклассников, показал действие силы Архимеда на практических опытах, рассказал почему корабли не тонут, и как устроена подводная лодка.

Провёл классный час, а в конце блиц-турнир, по итогам которого мои сверстники смогли ответить на все основные вопросы по исследуемой теме.

Я же мечтаю связать свою жизнь с физикой или химией. И кто знает, может мне посчастливится открыть свой «собственный» закон, который послужит на благо человечеству!

Список использованных источников

1. Пёрышкин А.В., Физика. 7 класс. Учебник: Дрофа, 2013, 224 стр.
2. Перельман Я.И., Занимательная физика. В 2-х книгах. Книга 2: Москва: Наука, 1983, 150 стр.
3. Архимедова сила: что это такое и как действует // Энциклопедия ЭДШ [Электронный ресурс]. – URL: <https://externat.foxford.ru/category/enciklopediya-edsh>
(дата обращения 25.11.2022)
4. Устройство подводной лодки: основные технические особенности // Техкульт [Электронный ресурс]. – URL: <https://www.techcult.ru/technics/9432-ustrojstvo-podvodnoj-lodki> (дата обращения 28.11.2022)

Приложение 1

Анкета

1. Кто такой Архимед?

- a) Учёный
- b) Художник
- c) Путешественник

2. Какая жидкость имеет наибольшую плотность?

- a) Масло растительное
- b) Вода
- c) Цельное молоко

3. Как изменится объём тела (при одинаковой массе) в зависимости от плотности вещества, из которого тело изготовлено?

- a) Чем выше плотность, тем меньше объём
- b) Чем выше плотность, тем больше объём
- c) Плотность не влияет на объём

4. Что стало бы с нашей планетой, если бы плотность льда была бы выше плотности воды?

- a) Ничего бы не изменилось
- b) Наша планета превратилась бы в ледяную пустыню
- c) Нашу планету бы затопило

5. Почему корабль из железа не тонет?

- a) Секреты строения
- b) Корабль не тонет, потому что он имеет особую форму
- c) Потому что внутри корабля есть некоторое пространство, заполненное воздухом

6. Чья плотность выше?

- a) Льда
- b) Пресной воды
- c) Солёной воды

7. Каким образом подводная лодка погружается под воду?

- a) За счёт наполнения специальных цистерн водой
- b) За счёт специального режима работа мощного двигателя
- c) За счёт специальных вёсел

8. В каком море нельзя утонуть?

- a) В Мёртвом
- b) В Чёрном
- c) В Красном

Приложение 2

Результаты анкетирования

1 в	2 в	3 в	4 в	5 в	6 в	7 в	8 в	Сумма	Процент	До 50	До 75	До 100
1	1	0	0	0	1	1	1	5	62,5	0	1	0
1	0	0	1	1	1	0	1	5	62,5	0	1	0
1	0	0	1	0	0	1	1	4	50	1	0	0
0	0	0	0	0	0	0	1	1	12,5	1	0	0
0	0	0	1	0	0	1	1	3	37,5	1	0	0
1	0	1	0	0	0	1	0	3	37,5	1	0	0
1	0	1	1	0	0	0	1	4	50	1	0	0
0	0	1	1	1	0	0	1	4	50	1	0	0
1	0	0	1	1	1	1	0	5	62,5	0	1	0
1	0	0	1	1	0	1	0	4	50	1	0	0
1	1	0	0	0	1	1	0	4	50	1	0	0
1	0	0	1	1	1	0	1	5	62,5	0	1	0
1	0	0	1	1	0	1	1	5	62,5	0	1	0
1	0	1	1	0	0	1	0	4	50	1	0	0
1	0	1	1	1	1	1	1	7	87,5	0	0	1
1	0	0	1	1	0	1	1	5	62,5	0	1	0
1	0	0	1	1	0	1	1	5	62,5	0	1	0
1	0	1	0	0	0	1	0	3	37,5	1	0	0
0	0	0	1	1	0	1	1	4	50	1	0	0
0	0	0	1	1	0	1	1	4	50	1	0	0
1	0	0	0	0	0	0	1	2	25	1	0	0
0	0	0	1	1	0	1	0	3	37,5	1	0	0

	До 50	До 75	До 100
Сумма	14	7	1

