Региональная конференция по научно-техническому творчеству школьников «Лабиринты науки»

Секция физика

Поверхностное натяжение

Мухин Константин

Ученика МОУ СШ №39, 8 «1» класс г. Ярославль

Научный руководитель:

Ягубянц Ирина Владимировна

Почётный работник общего образования РФ

Средняя общеобразовательная Школа №39

Ярославль, 2021

Содержание

Введение…….....3

Глава I. Природа поверхностного натяжения…….....4

1.1. поверхностная энергия…….....4-6

1.2. коэффициент поверхностного натяжения…….…….....6-7

Глава II.Способы измерения поверхностного натяжения……..….....7

Глава III.Поверхностное натяжение в природе и технике…….....7-8

3.1. В технике…….....8

3.2. В природе…….…….....8

Глава IV.Практическая часть……....9-10

Заключение…….....11

Список литературы…….…...11

Приложение 1…….....11

Приложение 2……..…..12

Приложение 3……..……..12

Приложение 4……13

Приложение 5……13

Введение

Я учусь в восьмом классе. Физику изучаю второй год. В седьмом классе мы проходили различные силы, которые встречаются в природе. Это, например, силы тяготения, упругости, трения. Мы ощущаем их непосредственно каждый день. Но в окружающем нас мире повседневных явлений действует ещё одна сила, на которую мы обычно не обращаем никакого внимания. Сила эта сравнительно невелика, её действия никогда не вызывают мощных эффектов. Но о ней нам ещё в начальной школе рассказывал учитель. Все прекрасно знают, что «куличики» и замки можно строить только из мокрого песка. Сухие песчинки не пристают друг к другу. Но не пристают друг к другу и песчинки, целиком погружённые в воду. Это силы поверхностного натяжения. Эти силы удерживают на поверхности воды стальную иглу и насекомое водомерку, удерживают влагу на поверхности ткани. Данную силу мы не изучали на уроках. Мне захотелось в ней разобраться.

Цель: исследовать поверхностное натяжение воды

Задачи:

1.Найти и ознакомиться с материалом по поверхностным явлениям в жидкостях.

2.С помощью опытов выявить влияние примесей на поверхностное натяжение воды.

3.Опытным путём установить зависимость коэффициента поверхностного натяжения воды от температуры.

4.Рассмотреть способы определения поверхностного натяжения жидкости, подходящие для проведения работ физического практикума.

5.Найти практическое применение результатов исследования.

Методы исследования:

Изучение литературы, наблюдение. Проведение опытов.

Природа поверхностного натяжения

Поверхностное натяжение - явление молекулярного давления на жидкость, вызванное притяжением поверхностного слоя молекул к молекулам внутри жидкости. Поверхностное натяжение является оной из фундаментальных характеристик. Возникновение поверхностного натяжения обусловлено тем обстоятельством, что молекулы вещества, находящегося на границе раздела фаз (газ - жидкость, жидкость - жидкость, жидкость - твёрдое тело), обладают избыточной энергией по сравнению с молекулами, находящимися в объёме фаз. Поверхностное натяжение используется для объяснения капиллярности (поднятие жидкости в капилляре), смачивания (будет ли жидкость растекаться по поверхности или находиться на ней в виде капель) и многих других областях.

Рассмотрим обычную каплю воды. Внутри неё существует какая-то сила притяжения, стягивающая все молекулы капли в единое целое. Сила, с которой молекулы притягиваются друг к другу, и придаёт капле округлую форму, так как сила эта стягивает все молекулы на внешней поверхности, как можно ближе к центру капли. Эта сила называется поверхностным натяжением. Она заставляет расположенные на поверхности жидкости молекулы плотнее прижиматься к внутренним молекулам. Таким образом, поверхность действует как плёнка, которая стягивает всю массу капли в одно целое.

Пузырьки в жидкости образуются тоже благодаря поверхностному натяжению. Когда вода льётся из крана, она смешивается с воздухом и часть его уносит с собой. Потом она смешивается с водой, уже налитой в ванну, неся с собой воздушные пузырьки-глобулы.

Поверхностная энергия

Поверхностное натяжение имеет два физических значения: **энергетическое** (термодинамическое) и **силовое** (механическое)

Известно, что жидкость своей формы не имеет, а принимает форму сосуда, в который она налита. Поверхность жидкости не зависит от формы сосуда; она представляет собой гладкую, как зеркало, плоскость. Впрочем, это не совсем так. Форма поверхности жидкости есть форма, концентричная поверхности земного шара. Правда, чтобы подметить это, надо было бы иметь «стакан» слишком больших размеров. В обычных чашках поверхность налитой жидкости можно принимать за горизонтальную плоскость. Однако если приглядеться внимательнее, то заметим, что у краёв поверхность жидкости приподнята и образует вогнутую форму. Это – следствие поверхностного натяжения, причину которого мне надо выяснить.

Наиболее интересной особенностью жидкостей является наличие свободной поверхности. Наличие сил поверхностного натяжения делает поверхность жидкости похожей на упругую растянутую плёнку, с той только разницей, что упругие силы в плёнке зависят от площади её поверхности (то есть от того, как плёнка деформирована), а силы поверхностного натяжения не зависят от площади поверхности жидкости. Любое реальное тело обладает поверхностью, которая отделяет его от других тел. Это может быть граница раздела двух несмешивающихся жидкостей, стенки сосуда, поверхности соприкосновения твёрдых тел и т. п. Свободная поверхность жидкости или твёрдого тела является, по сути дела, границей раздела их с газообразной средой, в частности с парами или воздухом. Поэтому следует говорить не просто о поверхностях тел, а о поверхностях раздела двух сред или фаз. Наличие таких поверхностей приводит к возникновению явлений особого рода, называемых обычно поверхностными или капиллярными явлениями. Своим возникновением они обязаны особым физическим условиям, в которых находятся молекулы вблизи поверхностей раздела.

Молекулы, расположенные в тонком слое жидкости вблизи поверхности, находятся в особых условиях. Она имеют одинаковых с ними соседей только с одной стороны поверхности, в отличие от молекул внутри жидкости,

окружённых со всех сторон такими же молекулами. Поэтому результирующая сила, действующая на молекулу в поверхностном слое, отлична от нуля. При перемещении молекулы с поверхности в объем жидкости совершается положительная работа. Это означает, что молекулы в поверхностном слое обладают избыточной потенциальной энергией по сравнению с молекулами внутри жидкости. Молекулы жидкости находятся в непрерывном тепловом движении – одни молекулы уходят с поверхности, другие, наоборот, попадают на неё. Но можно говорить о средней добавочной энергии поверхностного слоя жидкости – о поверхностной энергии, пропорциональной площади поверхности жидкости.

Для извлечения молекул из внутренних частей жидкости на её поверхность требуется совершить работу. При этом размещение молекулы в поверхностном слое увеличивает поверхность жидкости на конечную величину.

Коэффициент поверхностного натяжения

Коэффициент пропорциональности представляет собой основную характеристику поверхности раздела, зависящую от природы сред и их теплового состояния. Называют его коэффициентом поверхностного натяжения. Таким образом, коэффициент поверхностного натяжения равен работе, необходимой для увеличения площади поверхности жидкости при постоянной температуре на единицу.

В СИ коэффициент поверхностного натяжения измеряется в джоулях на метр квадратный (Дж/м2) или в ньютонах на метр (1 Н/м = 1 Дж/м2). Работа служит мерой изменения энергии, в данном случае потенциальной, поскольку связана с взаимным расположением взаимодействующих молекул.

Из механики известно, что силы действуют так, чтобы привести систему в состояние с наименьшей потенциальной энергией. И силы поверхностного натяжения действуют так, чтобы энергия поверхностного натяжения принимала наименьшее возможное значение. Поэтому поверхность раздела

сред стремится уменьшиться. «Стремление» поверхности жидкости сокращаться до возможного минимума, можно наблюдать на многих явлениях. ещё Галилей задумывался над вопросом: почему капли росы, которые он видел по утрам на листьях капусты, принимают шарообразную форму? Капли имеют форму шара из-за силы поверхностного натяжения воды. При силе поверхностного натяжения площадь поверхности пытается стать минимальной, а, как известно, наименьшая площадь на объем имеет форму шара. Утверждение, что жидкость не имеет своей формы, оказывается не вполне точным. Собственная форма жидкости – шар.

Коэффициент поверхностного натяжения зависит:

1. от природы жидкости (у “летучих” жидкостей, таких как эфир, спирт и бензин, поверхностное натяжение меньше, чем у “нелетучих” – воды, ртути и жидких металлов).
2. от температуры (чем выше температура, тем меньше поверхностное натяжение).
3. от наличия поверхностно активных веществ, уменьшающих поверхностное натяжение (ПАВ), например, мыла или стирального порошка.
4. от свойства газа, граничащего с жидкостью.

Способы измерения поверхностного натяжения

Существуют два типа методов определения поверхностного натяжения: статические и динамические.

Динамические методы, например метод колебания струи, вытекающей из отверстия неправильной формы, позволяют измерить поверхностное натяжение вновь образованной поверхности сразу после её образования. Статическими методами измеряют поверхностное натяжение на границе раздела фаз, пришедших в равновесие.

Если равновесие между фазами устанавливается достаточно быстро, то статическое поверхностное натяжение можно измерить достаточно просто.

Если же равновесие устанавливается за очень длительный промежуток времени, особенно при переходе одного из компонентов системы через границу раздела фаз, то ни один из методов не даёт истинного значения равновесного поверхностного натяжения. В этом случае говорят о полустатических значениях поверхностного натяжения и в обязательном порядке следует оговаривать продолжительность образования новой поверхности раздела фаз.

Поверхностное натяжение в природе и технике

В технике

Большую роль поверхностное натяжение играет в процессах ректификации (образование пузырька пара при кипении) и в процессах очистки природного газа от сероводорода. От присутствия поверхностного натяжения зависит вспенивание очищающего реагента, степень его уноса и условия «захлёбывания» колонны очистки. Особенно важную роль играет поверхностное натяжение в процессах добычи нефти. Некоторые вещества, применяемые в этих процессах способны понижать поверхностное натяжение жидкостей. Такие вещества называются поверхностно-активными (ПАВ). По отношению к воде активными являются карбоновые кислоты, спирты, альдегиды, амины, белки и некоторые другие органические соединения. Такие молекулы способны ориентироваться (адсорбироваться) выравнивая полярности этих фаз, тем самым, снижая поверхностное натяжение между ними.

В природе

С помощью поверхностного натяжения насекомые бегают по поверхности воды. Маленькие предметы держаться на поверхности воды. Внутри воды несмешивающиеся газы выталкиваются в пузыри. Капли воды (от дождя, росы и т.д.) формируются шарообразными.

Практическая часть

I. Для исследования поверхностного натяжения жидкости воспользуемся способом счёта капель.

1. Определение зависимости поверхностного натяжения воды от температуры.

Оборудование: сосуд с водой, капилляры (медицинские для забора крови), термометр.

Цель работы: изучение явления поверхностного натяжения жидкости.

Из капельницы накапать равные массы сначала холодной воды при температуре 150С, затем горячей воды при температуре 750С.

Как и во сколько раз изменится коэффициент поверхностного натяжения воды, если в I случае образовалось 100, а во втором – 80 капель?

Плотность воды считать одинаковой.

Вывод: с ростом температуры высота жидкости в капилляре и поверхностное натяжение уменьшаются. (таб. в приложение 1)

II. Занимательные опыты

Опыт 1. Метод пузырька

Мыльные пузыри сферичны по форме и долго могут свободно парить в воздухе. Давление внутри пузыря оказывается больше атмосферного. Избыточное давление обусловлено тем обстоятельством, что мыльная плёнка, стремясь ещё больше уменьшить свою поверхность, сдавливает воздух внутри пузыря, причём, чем меньше его радиус, тем большим оказывается избыточное давление внутри пузыря. Свободная поверхность жидкости стремится сократиться. Это можно наблюдать в случае, когда жидкость имеет форму тонкой плёнки. Примером такого состояния могут служить мыльные плёнки, подобные тем, которые вы получили в детстве, выдувая мыльные пузыри. Так как толщина мыльных плёнок очень мала, жидкость в плёнке можно рассматривать как два поверхностных слоя, не учитывая влияния молекул, находящихся между слоями. Получив мыльный пузырь от трубки, с

помощью которой он был получен. Вы заметите, что пузырь уменьшается. Это свидетельствует о сокращении поверхности мыльной плёнки. (приложение 2)

Опыт 2. Плавающая иголка

Требуются: Пинцет. Иголка. Стакан. Вода.

Ход опыта:

1. Наполним контейнер водой до краёв.

2. Пинцетом возьмём иглу и осторожно положим на поверхность воды в контейнере.

Результат: игла лежит на поверхности воды.

Вывод. Молекулы на поверхности воды образуют плёнку, способную выдержать вес лёгкого тела. Это явление называется поверхностным натяжением. (приложение 3)

Опыт 3. Как действует на воду мыло?

Материалы: Тальк. Вода. Жидкое мыло. Тазик.

Ход опыта:

Наполняем ёмкость водой. Посыпаем поверхность воды тальком.

Пробуем проткнуть поверхность воды пальцем Продолжаем опыт (приложение 4)

Обмакиваем палец в жидкое мыло, опускаем намыленный палец в воду недалеко от края ёмкости. (приложение 5)

Протыкаем пальцем поверхность воды, покрытую тальком.

Результат. При первом погружении намыленного пальца тальк быстро удаляется от этого места. При последующих погружениях пальца в тальке остаются «дырки».

Вывод: Мыло уменьшает силу поверхностного натяжения в месте погружения пальца. На остальном пространстве поверхностное натяжение оказывается сильнее, оно притягивает и удерживает тальк. Дырки, оставленные мыльным пальцем, не затягиваются потому, что мыло препятствует притяжению молекул.

Заключение

В своём стремлении сократиться поверхностная плёнка стремится придать жидкости сферическую форму, но препятствует сила тяготения. Чем меньше капелька, тем большую роль играют поверхностные силы по сравнению с тяготением. Поэтому маленькие капельки росы близки по форме к шару. При свободном падении возникает состояние невесомости, и поэтому дождевые капли почти строго шарообразны. Из-за преломления солнечных лучей в этих каплях возникает радуга. Не будь капли сферическими, не было бы радуги. Роль поверхностного натяжения в жизни очень разнообразна: без этих сил мы не могли бы писать чернилами; нельзя было бы намылить руки; нарушился бы водный режим почвы, что оказалось бы гибельным для растений; пострадали бы важные функции нашего организма

Проведённое исследование подтвердило зависимость поверхностного натяжения от температуры: оно уменьшается с увеличением температуры жидкости.

На силу поверхностного натяжения в значительной степени влияет химический состав жидкости.

Я с удовольствием и интересом работал над данной темой. Цель и задачи достигнуты

Список литературы

1. Учебник по Физике 10. 2001 г. Москва Мякишев Г.Я. , Синяков А. З.
2. https://ru.wikipedia.org/wiki/Поверхностное_натяжение

Приложение 1

№ п/п	M1,кг	M2, кг	m. кг	N	D, м	t,*C	Ϭ,Н/м
1	0, 029	0,032	0,00003	100	0,002	15	0,046
2	0,029	0,032	0,000027	110	0,002	75	0,043

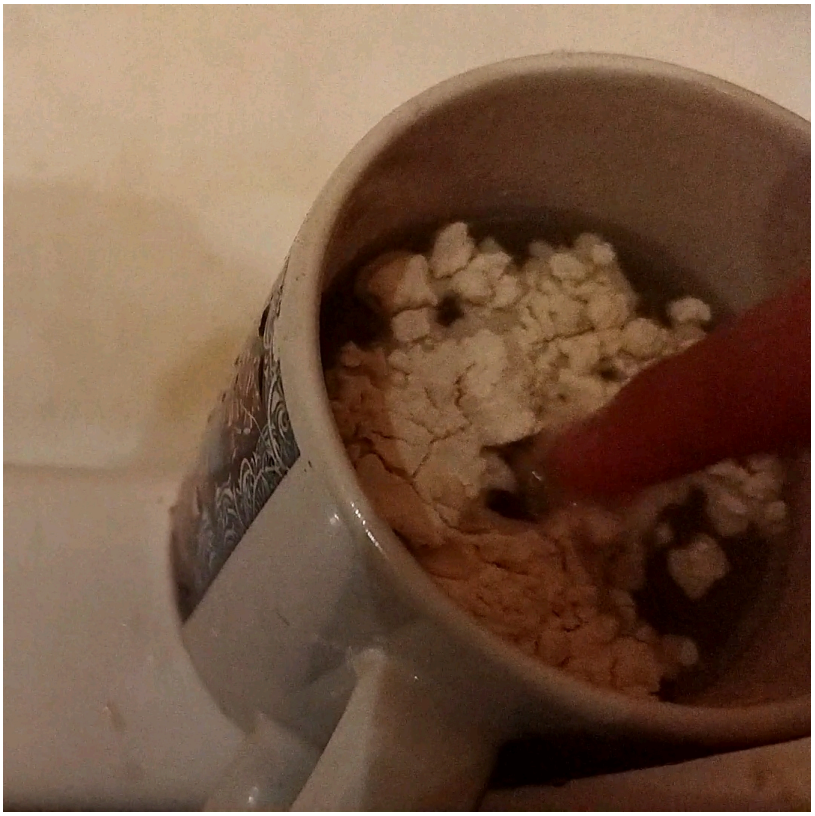
Приложение 2



Приложение 3



Приложение 4



Приложение 5

