отдел образования, спорта и туризма Несвижского райисполкома государственное учреждение образования  
«средняя школа № 1 г. п. Городея»

Исследовательская работа на тему:

Секрет поверхностного натяжения жидкостей

Выполнил:

*Крылов Артем Александрович,*

учащаяся 8 «Б» класса,

Руководитель:  
*Санько Майя Александровна,*учитель физики

Адрес государственного учреждения образования «Средняя школа № 1 г. п. Городея»:

222610, г. п. Городея,

ул. Школьная, 7,

тел. (8 01770) 57532, 57250

Несвиж

2021

Оглавление

[1. Вводная часть. 3](#_Toc66969257)

[1.1. Введение 3](#_Toc66969258)

[1.2. Актуальность работы, её цели и задачи. 3](#_Toc66969259)

[1.3. Оборудование 3](#_Toc66969260)

[1.4. Теоретическое обоснование работы 4](#_Toc66969261)

[2. Основная часть. Выполнение экспериментов 6](#_Toc66969262)

[2.1. Наблюдение формы капли воды 6](#_Toc66969263)

[2.2. Проявление удивительных свойств воды 6](#_Toc66969264)

[2.3. Получение водяной «шапки» и определение её высоты 7](#_Toc66969265)

[2.4. Наблюдение проявления поверхностного натяжения жидкости 7](#_Toc66969266)

[2.5. Получение мыльной пленки в плоских и объемных рамках 8](#_Toc66969267)

[2.6. Измерение силы поверхностного натяжения воды и установление её зависимости от различных факторов 9](#_Toc66969268)

[3. Заключительная часть. Выводы по проделанной работе 11](#_Toc66969269)

[Список использованных источников. 12](#_Toc66969270)

# Вводная часть.

### Введение

«Вода – это бесцветная прозрачная жидкость, химическая формула воды – Н2О, вода падает в виде осадков, и покрывает ¾ земного шара» – так описывает воду Уэбстер в своем толковом словаре. Вода, кроме того, что является одним из наиболее ценных естественных ресурсов, также существенный элемент питания, от которого зависит жизнь человечества. Жидкости, а особенно вода, имеют важную роль в жизни любого человека. Воду мы используем повседневно: пьем, умываемся, поливаем растения, плаваем в ней или просто любуемся, как она течет. Мы часто наблюдаем как идет дождь, образуя капли воды на оконных стеклах, видим, как по воде могут перемещаться насекомые, любуемся каплями росы на траве и цветах. Вот эти удивительные свойства жидкостей образовывать капли сферической формы, удерживать некоторые предметы на своей поверхности нас и заинтересовали.

### Актуальность работы, её цели и задачи.

Цель работы – изучение поверхностного натяжения жидкости и факторов, от которых оно зависит.

Для достижения цели работы были поставлены следующие задачи:

* изучить научные данные по поверхностному натяжению жидкости;
* провести опыты подтверждающие наличие поверхностного натяжения у жидкостей;
* определить способ измерения поверхностного натяжения для различных жидкостей;
* по результатам, полученным при проведении эксперимента определить новые цели и задачи для дальнейшего исследования.

### Оборудование

В качестве предмета исследования мы использовали чистую воду.

Для определения поверхностного натяжения жидкости нам понадобилось следующее оборудование:

* моющие средства: жидкое мыло, шампунь, жидкость для мытья посуды;
* мензурка;
* мерный стаканчик;
* рычажные весы с разновесами;
* мелкие тела различной формы: иголка, скрепка, клемма, булавка;
* сосуды разного объема и формы;
* источник света;
* ватные палочки;
* экран.

### Теоретическое обоснование работы

Для на­ча­ла, об­су­дим осо­бые свой­ства, ко­то­ры­ми об­ла­да­ют мо­ле­ку­лы при­по­верх­ност­но­го слоя жид­ко­сти по срав­не­нию с мо­ле­ку­ла­ми, на­хо­дя­щи­ми­ся в объ­е­ме.

Рас­смот­рим две мо­ле­ку­лы А и Б. Мо­ле­ку­ла А на­хо­дит­ся внут­ри жид­ко­сти, мо­ле­ку­ла Б – на ее по­верх­но­сти. Мо­ле­ку­ла А окру­же­на дру­ги­ми мо­ле­ку­ла­ми жид­ко­сти рав­но­мер­но, по­это­му силы, дей­ству­ю­щие на мо­ле­ку­лу А со сто­ро­ны мо­ле­кул, по­па­да­ю­щих в сферу меж­мо­ле­ку­ляр­но­го вза­и­мо­дей­ствия, ском­пен­си­ро­ва­ны, или их рав­но­дей­ству­ю­щая равна нулю.

Что же про­ис­хо­дит с мо­ле­ку­лой Б, ко­то­рая на­хо­дит­ся у по­верх­но­сти жид­ко­сти? На­пом­ним, что кон­цен­тра­ция мо­ле­кул газа, ко­то­рый на­хо­дит­ся над жид­ко­стью, зна­чи­тель­но мень­ше, чем кон­цен­тра­ция мо­ле­кул жид­ко­сти. Мо­ле­ку­ла Б с одной сто­ро­ны окру­же­на мо­ле­ку­ла­ми жид­ко­сти, а с дру­гой сто­ро­ны – силь­но раз­ре­жен­ны­ми мо­ле­ку­ла­ми газа. По­сколь­ку со сто­ро­ны жид­ко­сти на нее дей­ству­ет го­раз­до боль­ше мо­ле­кул, то рав­но­дей­ству­ю­щая всех меж­мо­ле­ку­ляр­ных сил будет на­прав­ле­на внутрь жид­ко­сти.

Равнодействующая сил, действующих на все молекулы, находящиеся на границе свободной поверхности, и есть **сила поверхностного натяжения**. В целом она действует так, что стремится сократить поверхность жидкости.

По­верх­ност­ное на­тя­же­ние жид­ко­сти или ко­эф­фи­ци­ент по­верх­ност­но­го на­тя­же­ния жид­ко­сти – это фи­зи­че­ская ве­ли­чи­на, ко­то­рая ха­рак­те­ри­зу­ет дан­ную жид­кость и равна от­но­ше­нию по­верх­ност­ной энер­гии к пло­ща­ди по­верх­но­сти жид­ко­сти



Из­ме­ря­ет­ся ко­эф­фи­ци­ент по­верх­ност­но­го на­тя­же­ния в нью­то­нах, де­лен­ных на метр.

Коэффициент поверхностного натяжения зависит от природы жидкости, от температуры и от наличия примесей. При увеличении температуры он уменьшается.

Примеси в основном уменьшают (некоторые увеличивают) коэффициент поверхностного натяжения.

Таким образом, за счет сил поверхностного натяжения поверхностный слой жидкости всегда находится в состоянии натяжения. Однако это состояние существенно отличается от натяжения упругой резиновой пленки. Упругая пленка растягивается за счет увеличения расстояния между частицами, при этом сила натяжения возрастает, при растяжении же жидкой пленки расстояние между частицами не меняется, а увеличение поверхности достигается в результате перехода молекул из толщи жидкости в поверхностный слой. Поэтому при увеличении поверхности жидкости сила поверхностного натяжения не изменяется (она не зависит от площади поверхности).

Итак, ко­эф­фи­ци­ент по­верх­ност­но­го на­тя­же­ния за­ви­сит от:

1. При­ро­ды жид­ко­сти (у «ле­ту­чих» жид­ко­стей, таких как эфир, спирт и бен­зин, по­верх­ност­ное на­тя­же­ние мень­ше, чем у «неле­ту­чих» – воды, ртути и жид­ких ме­тал­лов).

2. Тем­пе­ра­ту­ры :чем выше тем­пе­ра­ту­ра, тем мень­ше по­верх­ност­ное на­тя­же­ние.

3. На­ли­чие по­верх­ност­но ак­тив­ных ве­ществ, умень­ша­ю­щих по­верх­ност­ное на­тя­же­ние, на­при­мер мыла или сти­раль­но­го по­рош­ка.

# Основная часть. Выполнение экспериментов

### Наблюдение формы капли воды

Используя пипетку и воду мы получили капли воды на листьях разных растений. Наблюдая за поведением воды на растениях, мы убедились в том, что жидкость, в частности воды, стремиться принять форму шара.

Вывод: капли воды приобретают сферическую форму, т.е. жид­кость, стре­мит­ся со­кра­тить пло­щадь своей по­верх­но­сти.

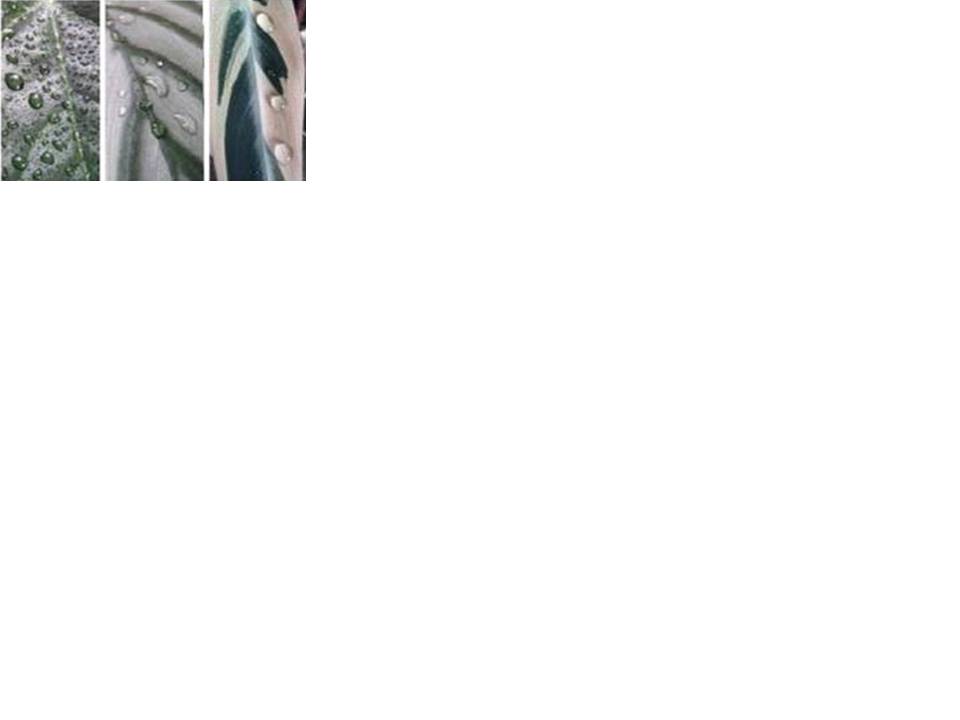


Рис. 1 Вид капли воды на листьях разных растений

### Проявление удивительных свойств воды

Стремление капель воды к сферической форме можно объяснить существованием сил поверхностного натяжения, образующих пленку повышенной плотности на поверхности жидкости. Для доказательства данного факта мы провели ряд экспериментов. На воду аккуратно помещали различные металлические тела. Как известно металл в воде тонет, но в зависимости от способа размещения тел и их массы тела могли плавать на поверхности воды или тонули.

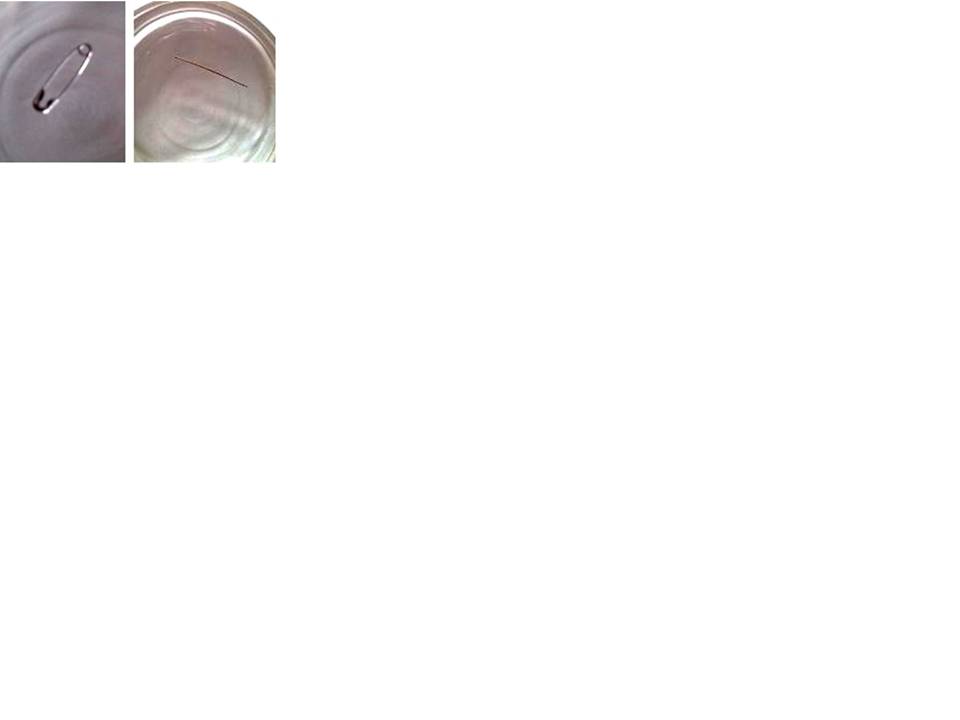


Рис. 2 Проявление сил поверхностного натяжения жидкости

Вывод: поверхностное натяжение воды существует, т.к. благодаря ему мелкие предметы удерживаются на поверхности жидкости.

Однако, с увеличением массы цела, когда сила тяжести сравнима с силой поверхностного натяжения, заставить тело держаться на поверхности достаточно трудно или практически невозможно.

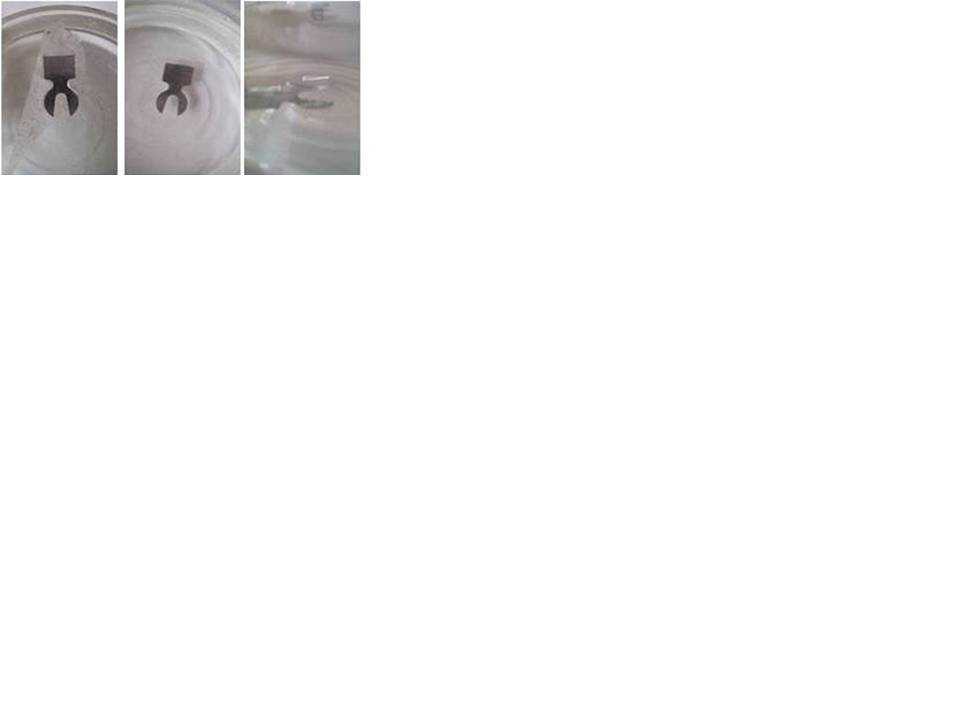


Рис. 3 Эксперимент с клеммой

Вывод: поверхностное натяжения воды удерживает не все тела.

### Получение водяной «шапки» и определение её высоты

Заваривая чай, мы обратили внимание, что жидкость в наполненной чашке иногда, не проливаясь, выступает за её края. Проводя эксперимент с водой, мы решили получить «водяную шапку» и измерить её высоту.

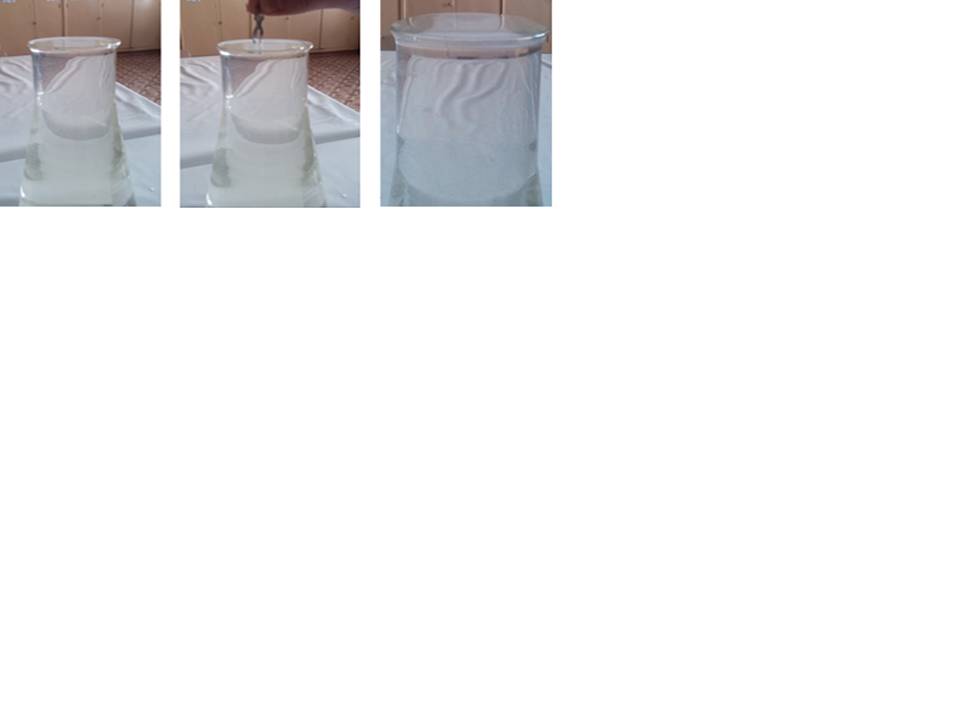


Рис. 4 Получение водяной шапки

Для получения шапки нам пришлось опустить в емкость с водой, наполненной до краев, 57 клемм.

Вывод: поверхность воды приобретает выпуклую форму.

Для определения высоты «шапки» был использован теневой эффект. Прямолинейное распространение света позволило на экране измерить высоту воды над краями емкости. При диаметре ёмкости 7 см нам удалось получить высоту «водяной шапки» равную 4 мм.

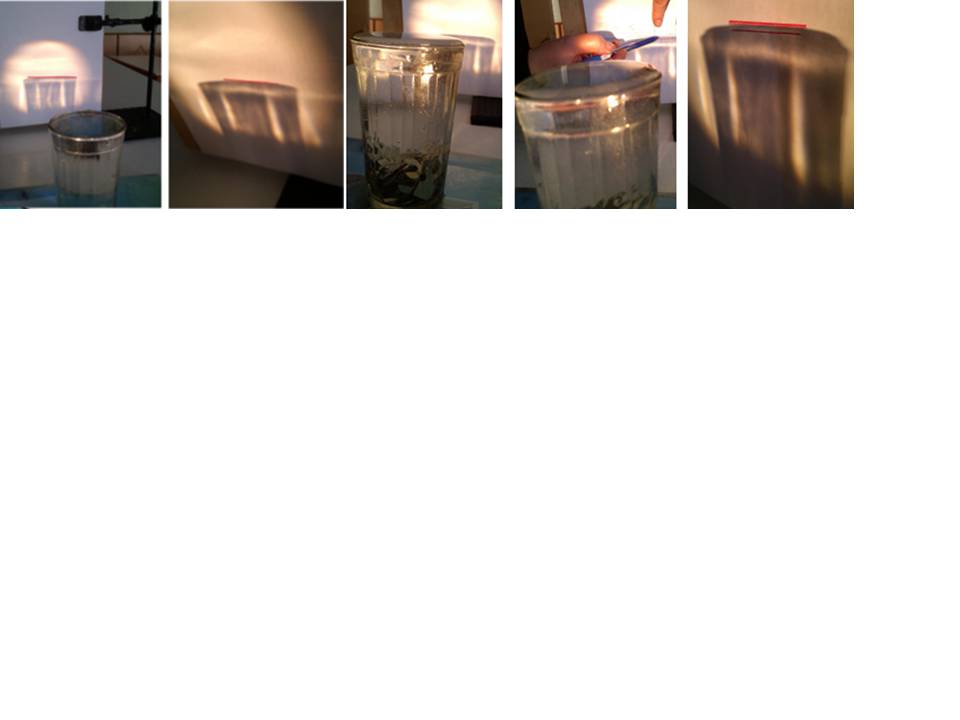


Рис. 5 Определение высоты «водяной шапки»

### Наблюдение проявления поверхностного натяжения жидкости

Следующим этапом эксперимента являлось наблюдение изменения поверхностного натяжения жидкостей. В качестве исследуемой жидкости мы использовали воду и молоко, на поверхность которых было добавлено небольшое количество сыпучего цветного мела, молотого перца, гуаши или «зеленки». При добавлении в полученные смеси жидкого мыла, мы наблюдали в большей или меньшей степени интенсивное движение компонентов, которое можно объяснить изменением силы поверхностного натяжения исследуемой жидкости.



Рис. 6 Эксперимент с водой и сыпучими цветными мелками

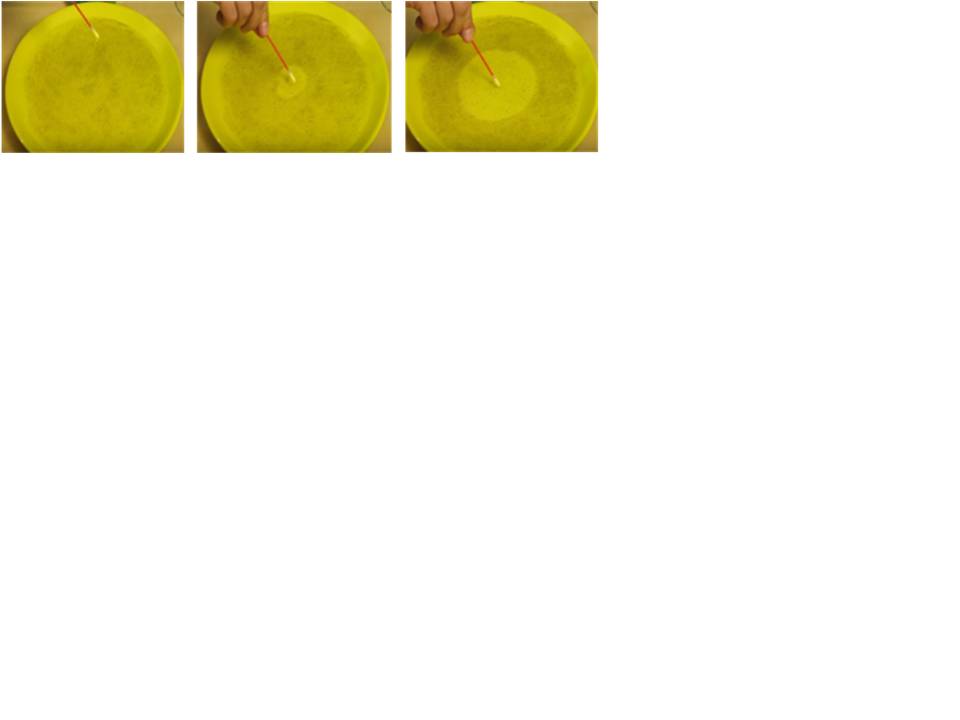


Рис. 7 Эксперимент с водой и молотым перцем.

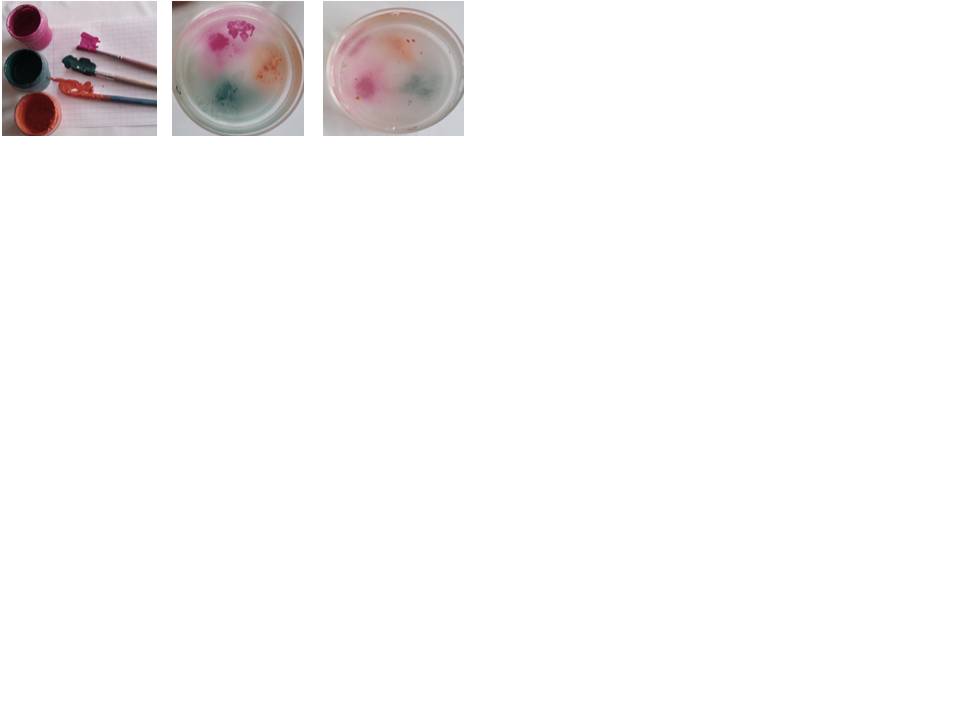


Рис. 8 Эксперимент с водой и гуашью.



Рис. 9 Эксперимент с молоком и гуашью.

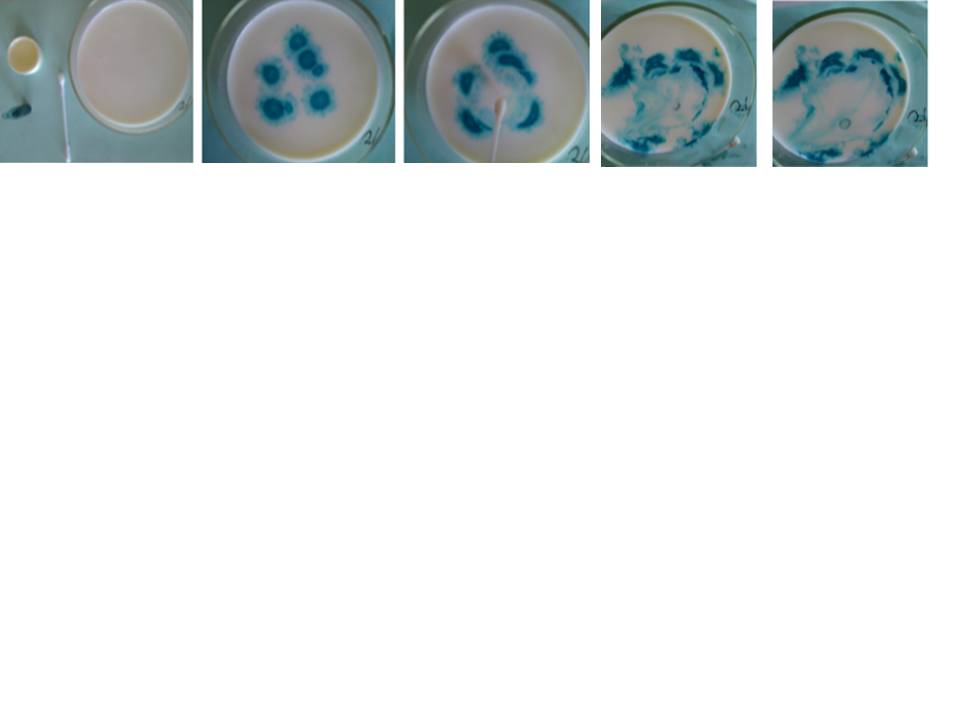


Рис. 10 Эксперимент с молоком и «зеленкой».

Наиболее наглядно влияние жидкого мыла на силу поверхностного натяжения исследуемой жидкости мы наблюдали в случае для воды и перца, а также для молока и «зеленки».

### Получение мыльной пленки в плоских и объемных рамках

Результатом действия сил поверхностного натяжения является стремление жидкости сократить площадь своей поверхности. Для наблюдения данного явления мы провели ряд экспериментов, в которых наблюдали поведение мыльной пленки на плоских рамках и в объемных фигурах. В качестве индикатора сил поверхностного натяжения мы использовали нить, натянутую на проволочную рамку.

Опуская в мыльный раствор объемную проволочную рамку, мы заметили, что благодаря силам поверхностного натяжения мыльная пленка способна создать удивительные геометрические фигуры.

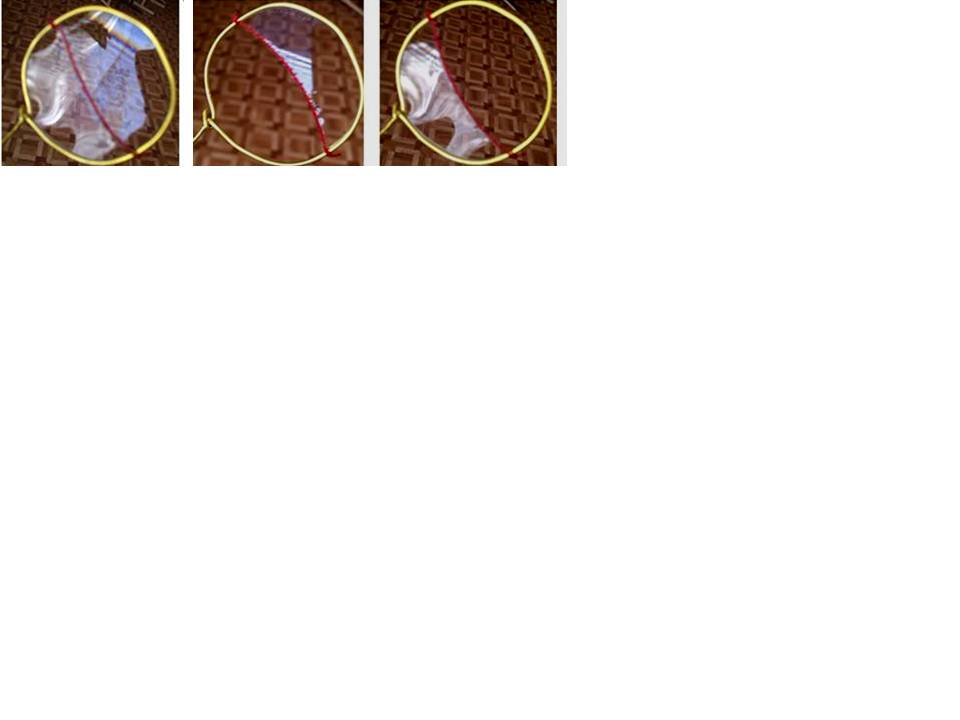


Рис. 11 Получение мыльной пленки на проволочной поверхности с индикатором натяжения



Рис. 12 Получение мыльной пленки на объемных рамках.

### Измерение силы поверхностного натяжения воды и установление её зависимости от различных факторов

Сила поверхностного натяжения является физической, а значит измеряемой величиной. Следующим этапом нашего исследования являлось попытаться оценить силу поверхностного натяжения воды и установить её зависимость от различных факторов: температуры, наличия моющих средств в воде: жидкости для мытья посуды, жидкого мыла, шампуни.

Вывод: С увеличением температуры жидкости, сила поверхностного натяжения жидкости уменьшается. Моющие средства, добавляемые в воду, уменьшают её силу поверхностного натяжения. В наших экспериментах сила поверхностного натяжения воды была наименьшей при добавлении жидкого мыла.

Таблица1.

Зависимость силы поверхностного натяжения от температуры жидкости

|  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- |
| № п/п | масса сахара, который уравновешивал силу поверхностного натяжения воды,  г | | | |
| чистой воды при температуре | | с жидкостью для мытья посуды  при температуре | |
| 20˚С | 40˚С | 20˚С | 40˚С |
| 1 | 2,77 | 2,20 | 1,42 | 1,60 |
| 2 | 2,42 | 2,22 | 1,54 | 1,34 |
| 3 | 2,72 | 1,20 | 1,54 | 1,41 |
| 4 | 2,42 | 2,42 | 1,54 | 1,60 |
| 5 | 2,30 | 2,70 | 1,64 | 1,60 |
| 6 | 2,12 | 2,42 | 1,24 | 1,15 |
| 7 | 2,30 | 2,56 | 1,62 | 1,30 |
| 8 | 2,27 | 2,58 | 1,55 | 1,22 |
| 9 | 2,27 | 1,94 | 1,44 | 1,22 |
| 10 | 2,29 | 2,32 | 1,25 | 1,34 |
| <m> | 2,388 | 2,256 | 1,478 | 1,378 |

Таблица 2.

Изменение силы поверхностного натяжения воды при добавлении моющих средств

|  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- |
| № п/п | масса сахара, который уравновешивал силу поверхностного натяжения жидкостей при комнатной температуре,  г | | | |
| чистой воды | воды с жидкостью для мытья посуды | воды с добавлением жидкого мыла | воды с добавлением шампуни |
| 1 | 2,77 | 1,42 | 1,32 | 1,34 |
| 2 | 2,42 | 1,54 | 1,29 | 1,27 |
| 3 | 2,72 | 1,54 | 1,39 | 1,42 |
| 4 | 2,42 | 1,54 | 1,1 | 1,22 |
| 5 | 2,30 | 1,64 | 1,4 | 1,49 |
| 6 | 2,12 | 1,24 | 1,35 | 1,4 |
| 7 | 2,30 | 1,62 | 1,62 | 1,5 |
| 8 | 2,27 | 1,55 | 1,22 | 1,47 |
| 9 | 2,27 | 1,44 | 1,4 | 1,37 |
| 10 | 2,29 | 1,25 | 1,25 | 1,37 |
| <m> | 2,388 | 1,478 | 1,334 | 1,385 |

# Заключительная часть. Выводы по проделанной работе

* капли воды приобретают сферическую форму, т.е. жид­кость, стре­мит­ся со­кра­тить пло­щадь своей по­верх­но­сти;
* предположительно, натяжение мыльных пленок на объемных рамках подчиняется законам геометрии;
* поверхностное натяжение жидкостей зависит от температуры: с повышением температуры сила поверхностного натяжения уменьшается;
* поверхностное натяжение зависит от вида жидкости – при добавлении в воду моющих средств поверхностное натяжение значительно уменьшается, т.е. моющие средства способствуют увеличению свойств воды как растворителя грязи;
* разные моющие свойства по разному влияют на поверхностное натяжение воды.

В дальнейшем нам интересно будет проследить геометрические закономерности расположения мыльных пленок в различных объемных рамках, а также определить факторы, от которых зависит смачиваемость и несмачиваемость различных поверхностей.

# Список использованных источников.

1. Поклонский, Н.А. Энциклопедия для школьников и студентов том 2 / Н.А. Поклонский. Минск «Беларуская Энцыклапедыя імя Петруся Броўкі», 2010
2. Перышкин, А.В. Физика. Учебник для общеобразовательных учебных заведений 7 класс. – М.,  ОАО «Московские учебники», 2012
3. Клёнов, А.С. Я познаю мир / А.С. Клёнов. М., 1999 г.
4. Кабардин, О.Ф. Справочные материалы / О.Ф. Кабардин. Москва «Просвещение», 1985
5. Википедия/ Свободная энциклопедия [Электронный ресурс]