

## Проект на тему: «Чудо мыльных пузырьков».

Выполнила ученица 8-Б класса Белозерова Анастасия.

| <i>Содержание</i>                              | <i>Страница</i> |
|--|-----------------|
| I.1. Обоснование выбора                        | Стр. 2          |
| I.2. Цель работы                               | Стр. 2          |
| I.3. Задачи                                    | Стр. 2          |
| I.4. Планирование работы по реализации проекта | Стр. 3          |
| I.5. Необходимые ресурсы                       | Стр. 3          |
| II. Основная часть                             | Стр. 3-7        |
| II.1. От теории к практике                     | Стр. 8          |
| III. Выводы                                    | Стр. 9          |
| IV. Список используемой литературы             | Стр. 10         |
| Приложение № 1                                 | Стр. 11-12      |

### I.1 Обоснование выбора

Мыльные пузыри испокон веков всегда радовали глаз. За ними интересно наблюдать. Их цвет завораживает. И нам захотелось узнать, от чего зависит их цвет, форма, прочность

### I.2 Цель работы

1. Узнать от чего зависит цвет, форма, прочность мыльного пузыря и найти наилучший состав мыльного раствора.

### I.3 Задачи работы

1. Узнать из чего состоит стенка мыльного пузыря.
2. Узнать от чего зависит цвет мыльного пузыря.
3. Узнать от чего зависит прочность мыльного пузыря.
4. Узнать от чего зависит форма мыльного пузыря.
5. Найти экспериментальным путем наилучший состав мыльного раствора.
6. Подготовить занимательные уроки для начальной школы и познакомить ребят с приготовлением хорошего раствора для выдувания мыльных пузырей, чтобы они могли разнообразить свой досуг.

### I.4 Этапы работы

| №   | Этапы работы                               |
|-----|--|
| 1.  | Планирование                               |
| 2.  | Сбор литературы                            |
| 3.  | Консультации с учителем химии              |
| 4.  | Проведение опытов                          |
| 5.  | Подведение итогов, обсуждение, оформление. |
| 8.  | Консультация с учителем химии              |
| 9.  | Подготовка                                 |
| 10. | Анализ собранного материала                |
| 11. | Консультация с учителем                    |

### I.5 Необходимые ресурсы

- Техническое оснащение: компьютер, доступ к Интернету, принтер, сканер;
- Как надуть гигантские мыльные пузыри.
- [www.rumbur.ru](http://www.rumbur.ru)
- <http://planetashkol.ru/>
- Другое: пригласить, привлечь к работе учителя химии, учителей начальной школы

## **II. Основная часть**

Английский учёный лорд Кельвин, живший в прошлом веке, однажды сказал: «Выдуйте мыльный пузырь и смотрите на него: вы можете заниматься всю жизнь его изучением, не переставая извлекать из него уроки физики». И это действительно так. Мыльные пузыри засветились и в Книге рекордов Гиннесса: 1996 г. — Алан Маккей пустил мыльный пузырь длиной 32 м; 1997 г. — Фэн Янг соорудил самую большую в мире стену из мыльных пузырей высотой около 48 м и площадью 370 кв. м; 2007 г. — Сэм Хист разместил в мыльном пузыре высотой 1,5 м и шириной 3,3 м 50 человек.

Мыльный пузырь существует очень давно ведь фрески с изображением детей, выдувающих пузыри, были обнаружены при раскопках древнего города Помпеи.

Мыльный пузырь — тонкая многослойная плёнка мыльной воды, наполненная воздухом, обычно в виде сферы с переливчатой поверхностью. Из-за недолговечности мыльный пузырь стал синонимом чего-то привлекательного, но бессодержательного и недолговечного.

### *1. Структура стенки мыльного пузыря*

Плёнка пузыря состоит из тонкого слоя воды, заключённого между двумя слоями молекул, чаще всего мыла. Эти слои содержат в себе молекулы, одна часть которых является гидрофильной, а другая гидрофобной. Гидрофильная часть привлекается тонким слоем воды, в то время как гидрофобная, наоборот, выталкивается. В результате образуются слои, защищающие воду от быстрого испарения, а также уменьшающие поверхностное натяжение

### *2. Пленка мыльного пузыря*

#### *Поверхностное натяжение и форма*

Пузырь существует потому, что поверхностное натяжение делает поведение поверхности похожим на поведение чего-нибудь эластичного. Однако, пузырь, сделанный только из воды, нестабилен и быстро лопается. Для того, чтобы стабилизировать его состояние, в воде растворяют какие-нибудь поверхностно-активные вещества, например, мыло которое уменьшает поверхностное натяжение примерно до трети от поверхностного натяжения чистой воды. Когда мыльная плёнка растягивается, концентрация мыльных молекул на поверхности уменьшается, увеличивая при этом поверхностное натяжение. Таким образом, мыло избирательно усиливает слабые участки пузыря, не давая им растягиваться дальше. В дополнение к этому, мыло предохраняет воду от испарения, тем самым делая время жизни пузыря еще больше.

Сферическая форма пузыря также получается за счёт поверхностного натяжения. Силы натяжения формируют сферу потому, что сфера имеет наименьшую площадь поверхности при данном объёме. Эта форма может быть существенно искажена потоками воздуха и самим процессом надувания пузыря. Однако, если оставить пузырь плавать в спокойном воздухе, его форма очень скоро станет близкой к сферической.

### *3..Соединение мыльных пузырей*

#### *Объединение пузырей*

Когда два пузыря соединяются, они принимают форму с наименьшей возможной площадью поверхности. Их общая стенка будет выпячиваться внутрь большего пузыря, так как меньший пузырь имеет бóльшую среднюю кривизну и большее внутреннее давление. Если пузыри одинакового размера, их общая стенка будет плоской.

Правила, которым подчиняются пузыри при соединении, были экспериментально установлены в XIX веке бельгийским физиком Жозефом Плато и доказаны математически в 1976 г. Жаном Тейлором.

Если пузырей больше чем три, они будут располагаться таким образом, что возле одного края могут соединяться только три стенки, при этом углы между ними будут равны  $120^\circ$ , в силу равенства поверхностного натяжения для каждой соприкасающейся поверхности.

Линии пересечения поверхностей пересекаются в одной точке по четыре штуки, причём угол между любыми двумя равен  $\arccos(-1/3) \approx 109,47^\circ$ .

Пузыри, не подчиняющиеся этим правилам, в принципе могут образовываться, однако будут сильно неустойчивыми и быстро примут правильную форму либо разрушатся. Пчёлы, которые стремятся уменьшить расход воска, соединяют соты в ульях также под углом  $120^\circ$ , формируя, тем самым, правильные шестиугольники.

### *4.Интерференция и отражения.*

#### *Отражение облаков в мыльном пузыре.*

Переливчатые «радужные» цвета мыльных пузырей получаются за счёт интерференции световых волн и определяются толщиной мыльной плёнки.

Когда свет проходит сквозь тонкую плёнку пузыря, часть его отражается от внешней поверхности, в то время как другая часть проникает внутрь плёнки и отражается от внутренней поверхности. Наблюдаемый в отражении цвет излучения определяется интерференцией этих двух отражений. Поскольку каждый проход света через плёнку создает сдвиг по фазе пропорциональный толщине плёнки и обратно пропорциональный длине волны, результат интерференции зависит от двух величин. Отражаясь, некоторые волны складываются в фазе, а другие в противофазе, и в результате белый свет, сталкивающийся с плёнкой, отражается с оттенком, зависящим от толщины плёнки.

По мере того, как плёнка становится тоньше из-за испарения воды, можно наблюдать изменение цвета пузыря. Более толстая плёнка убирает из белого света красный компонент, делая тем самым оттенок отражённого света сине-зелёным. Более тонкая плёнка убирает жёлтый (оставляя синий свет),

затем зелёный (оставляя пурпурный), и затем синий (оставляя золотисто-жёлтый). В конце концов стенка пузыря становится тоньше, чем длина волны видимого света, все отражающиеся волны видимого света складываются в противофазе и мы перестаём видеть отражение совсем (на тёмном фоне эта часть пузыря выглядит «чёрным пятном»). Когда это происходит, толщина стенки мыльного пузыря меньше 25 нанометров, и пузырь, скорее всего, скоро лопнет.

Эффект интерференции также зависит от угла, с которым луч света сталкивается с плёнкой пузыря. Таким образом, даже если бы толщина стенки была везде одинаковой, мы бы всё равно наблюдали различные цвета из-за движения пузыря. Но толщина пузыря постоянно меняется из-за гравитации, которая стягивает жидкость в нижнюю часть так, что обычно мы можем наблюдать полосы различного цвета, которые движутся сверху вниз.

## *5. Математические свойства*

### *Мыльные пузыри образуют пену*

Мыльные пузыри также являются физической иллюстрацией проблемы минимальной поверхности, сложной математической задачи. Например, несмотря на то, что с 1884 года известно, что мыльный пузырь имеет минимальную площадь поверхности при заданном объёме, только в 2000 году было доказано, что два объединённых пузыря также имеют минимальную площадь поверхности при заданном объединённом объёме. Эта задача была названа теоремой двойного пузыря.

Плётка мыльного пузыря всегда стремится минимизировать свою площадь поверхности. Это связано с тем, что свободная энергия жидкой плёнки пропорциональна площади её поверхности и стремится к достижению минимума.

### *6. Рецепты мыльных пузырей.*

Самый простой способ — использовать специальную жидкость для мыльных пузырей (которая продается в качестве игрушки) или просто смешать средство для мытья посуды с водой. Но это не всегда даёт положительный эффект. Лучше сделать самому, что бы быть уверенным в качестве раствора.

#### **Способ №1:**

На 1 литр воды берем 200 мл. моющего средства. В этот раствор добавляем 25 мл. глицерина (продается в любой аптеке). Хорошо перемешиваем, стараясь не пенить раствор. И он готов можно выдувать мыльные пузыри.

#### **Способ №2:**

Берем 1 литр дистиллированной воды и добавляем 100 мл. моющего средства.

#### **Способ №3:**

В 1 литр воды добавляем 75 мл. шампуня, 50 грамм сахара и 2.5 грамма обойного клея. Перемешиваем и оставляем до растворения. Не забывайте, что если раствор оставить на долго не закрытым, то испарение воды может привести к повышенной плотности раствора и пузыри не смогут надуться.

#### **Способ №4:**

На 150 мл воды берем 50 мл любого моющего средства, добавляем 10 грамм сахара. Тщательно перемешиваем до растворения сахара и раствор готов.

### **Способ №5:**

Очень похож на 1 способ, но с разными пропорциями. Берем 600 мл воды, добавляем 200 мл моющего средства и 100 мл глицерина. Смесь готова.

Это только малая часть всех рецептов мыльных пузырей, но и из них можно выбрать лучший.

То, насколько просто будет делать пузыри, зависит от множества разных факторов. Разное мыло, разные условия окружающей среды, например, лучше избегать пыльного воздуха или ветра. Также, чем больше влажность воздуха, тем лучше, а значит лучше делать пузыри в дождливый день.

Другими словами, наилучший способ найти идеальное решение — это метод проб и ошибок

### ***II.1. От теории к практике***

Мы провели химические эксперименты, чтобы выяснить

- какие рецепты мыльного раствора дают самые прочные пузыри.
- какое моющее средство дает самые прочные мыльные пузыри
- какая вода в составе растворов дает самые прочные мыльные пузыри

1. Определяли время жизни мыльного пузыря, изменяя компоненты смеси для выдувания мыльных пузырей. Мы использовали различные моющие средства: «Lexus», «Pril», «Fairi» и детский шампунь «Ушастый нянь».

Время жизни пузырей:

«Lexus» - 15-16 с

«Pril» - 23-59 с

«Fairi» - 58-84 с

Детский шампунь «Ушастый нянь» - 74 – 227с

Вывод: что самые стабильные пузыри получаются при использовании детского шампуня.

Мы использовали различную воду: фильтрованную, водопроводную.

Время жизни пузырей на основе детского шампуня

Фильтрованная – 227с

Водопроводная – 149с

Вывод: самые долгоживущие мыльные пузыри получаются при использовании фильтрованной воды.

Мы изменяли соотношение моющего средства и глицерина.

Вывод: на одну часть глицерина нужно взять четыре части моющего средства и двадцать частей воды. Например: на 100 мл воды нужно взять 20 мл моющего средства и 5 мл глицерина.

Мы изучали влияние различных добавок для стабилизации мыльной пены. Для этого использовали раствор сахара и обойного клея.

Вывод: раствор из сахара и обойного клея не улучшают мыльную смесь. Мы изучали, влияет ли время приготовления мыльной пены на стабильность. При хранении раствора для мыльных пузырей в открытых сосудах ухудшаются свойства раствора. Не забывайте, что если раствор оставить на

долго не закрытым, то испарение воды может привести к повышенной плотности раствора и пузыри не смогут надуться.

Пользуясь всем собранным нами материалом и научным экспериментом, я хочу разработать познавательную игру «Мыльные пузыри!» для учащихся начальных классов (1-4).

### III. Выводы

1. Мыльные пузыри лучше из рецепта под №1, чем из рецепта №5. И результаты у пузырей из 5 рецепта более разрозненные, чем у пузырей из рецепта №1.
2. Рецепт №1 наилучший из приведенных.
1. Прделав данную работу, мы узнали, от чего зависит:
  - цвет мыльного пузыря
  - форма мыльного пузыря
  - прочность мыльного пузыря.
2. Мы доказали:
  - что фильтрованная вода наилучший компонент для мыльного раствора.
  - Что глицерин лучший стабилизатор мыльной пены.
  - что детский шампунь наилучший компонент для мыльного раствора.
3. Мы выявили наилучший рецепт смеси.
4. Планируем провести познавательную игру для учащихся начальной школы.

### IV. Список используемой литературы.

- 1.. M. Hutchings, F. Morgan, M. Ritoré, A. Ros Proof of the double bubble conjecture // Ann. of Math. (2), Vol. 155 (2002), № 2, 459—489.
- "Charles V. Boys" Soap-Bubbles. Their colors and the forces which mold them. — Dover Publications, New York 1990, ISBN 0-486-20542-8
- "Cyriel Isenberg" The Science of Soap Films and Soap Bubbles. — Tieto Books, Clevedon North Somerset, 1978, ISBN 0-905028-02-3
- Я. Е. Как надувать гигантские мыльные пузыри.
- [www.rumbur.ru](http://www.rumbur.ru)
- <http://planetashkol.ru/>

### Приложение 1.

Выяснение времени жизни пузыря в зависимости от моющего средства и типа воды.

#### ОПЫТ№1

Моющее средство «PRIL».

|                     | 1   | 2   | 3   | Среднее значение. |
|---------------------|-----|-----|-----|-------------------|
| 3Фильтрованная вода | 39с | 44с | 26с | <b>36с</b>        |
| 4Водопроводная      | 67с | 56с | 55с | <b>59с</b>        |

Вывод: На первом месте обычная вода, на втором кипяченая вода, на третьем фильтрованная, на четвертом дистиллированная.

## ОПЫТ №2 Моющее средство «FAIRI».

|                      | 1    | 2    | 3   | Среднее значение. |
|----------------------|------|------|-----|-------------------|
| 6 Фильтрованная вода | 75с  | 109с | 70с | <b>84с</b>        |
| 9 Водопроводная      | 100с | 60с  | 44с | <b>68с</b>        |

Вывод: Фильтрованная вода показала наилучший результат.

## ОПЫТ №3

Моющее средство детский шампунь «УШАСТЫЙ НЯНЬ».

|                      | 1    | 2    | 3    | Среднее значение. |
|----------------------|------|------|------|-------------------|
| 7 Фильтрованная вода | 272с | 110с | 300с | <b>227с</b>       |
| 10 Водопроводная     | 150с | 153с | 145с | <b>149с</b>       |

Вывод: По результатам 1, 2, 3 опыта мы выявили, что фильтрованная вода и детский шампунь, лучшие компоненты для мыльного раствора.

Во всех приведенных выше опытах дистиллированная вода показала худший результат. Все последующие образцы будут проверяться на основе фильтрованной воды, так как раствор на ее основе показал наилучший результат

## ОПЫТ №4

Мы решили проверить станут ли лучше пузыри если они немного постоят.

Время жизни мыльного пузыря из растворов №3, 6 и 7 после 24 часов. (3, 6 и 7, потому что они сделаны на основе фильтрованной воды)

|            | 1   | 2    | 3    | 4    | Среднее значение. |
|------------|-----|------|------|------|-------------------|
| Образец №3 | 90с | 76с  | 50с  | 45с  | <b>65с</b>        |
| Образец №6 | 50с | 69с  | 55с  | 72с  | <b>61с</b>        |
| Образец №7 | 85с | 146с | 160с | 720с | <b>187с</b>       |

Вывод:

Средняя продолжительность жизни мыльного пузыря увеличилась только из раствора №3. А у пузырей из остальных растворов уменьшилась. В основном эффективность раствора падает.

## ОПЫТ №5

Мы решили проверить, будут мыльные пузыри лучше, если в них добавить вместо глицерина обойный клей или сахар (из рецептов, найденных в сети Интернет).

Время жизни мыльного пузыря с раствором №7 с разными составляющими.

ПЛАН.

1. Раствор №7 делим на две равные части.

2. В первую часть добавляем сахар, а во вторую клей.

3. Готовим раствор №7, но без глицерина. И делим попалам.

4. В одну часть добавляем сахар, а в другую клей.

5. Измеряем время мыльного пузыря из каждого раствора по четыре раза.

|  | <b>1</b> | <b>2</b> | <b>3</b> | <b>4</b> | <b>Среднее значение</b> |
|--|----------|----------|----------|----------|-------------------------|
| Образец №7+сахар                       | 169 с    | 146 с    | 235 с    | 165с     | <b>178 с</b>            |
| Образец №7+обойный клей                | 160 с    | 237 с    | 164 с    | 164 с    | <b>181 с</b>            |
| Образец №7(без глицерина)+сахар        | 57 с     | 73 с     | 58 с     | 74 с     | <b>65 с</b>             |
| Образец №7(без глицерина)+обойный клей | 96 с     | 128 с    | 58 с     | 52 с     | <b>83 с</b>             |

Вывод:

Ни один из показателей не превысил максимальный результат средней продолжительности жизни мыльного пузыря из раствора под №7. Значит лучше всего, действует один глицерин без примесей.

#### **ОПЫТ№6**

Проверить время жизни мыльного пузыря при различных пропорциях составляющих: моющего средства «УШАСТЫЙ НЯНЬ» и глицерина. По рецепту 1 и 5.

Опыт проводится по рецепту №5, и его результаты сравниваются с результатами раствора из рецепта №1.

|              | <b>1</b> | <b>2</b> | <b>3</b> | <b>4</b> | <b>5</b> | <b>Среднее значение.</b> |
|--------------|----------|----------|----------|----------|----------|--------------------------|
| Образец №7.2 | 91 с     | 121 с    | 114 с    | 91 с     | 583 с    | <b>200 с</b>             |