

Управление общего образования администрация города Ливны
МУНИЦИПАЛЬНОЕ БЮДЖЕТНОЕ ОБЩЕОБРАЗОВАТЕЛЬНОЕ
УЧРЕЖДЕНИЕ «СРЕДНЯЯ ОБЩЕОБРАЗОВАТЕЛЬНАЯ ШКОЛА №1»


«Поверхностное натяжение жидкости»

*исследовательская работа по физике
XV городские чтения имени братьев Белоцерковских*

*Выполнила ученица 11 «А» класса
МБОУ СОШ №1
Бахтина Анна
Руководитель: учитель физики Агеева
Галина Юрьевна*

*Город Ливны
2013 год*

Содержание:

1. Поверхностное натяжение (теория).....	2
 2. Способы измерения поверхностного натяжения.....	6
2.1. Метод капель.....	7
2.2. Метод проволочной рамки.....	7
2.3. Метод кольца.(Метод Дю Нуи).....	8
2.4. Метод бегущих волн.....	9
3. Для измерения можно провести следующие эксперименты.....	9
3.1. стакан с жидкостью, налитой с бугорком.....	9
3.2. Пузырь под стеклом.....	10
3.3. Вытекание жидкости из пипетки.....	11
3.4. Метод сравнения.....	11
3.5. Подъём или опускание жидкости в капиллярах.....	11
3.6. Буль - Буль.....	12
3.7. Параллельные пластинки.....	13
3.8. Вытекание жидкости из эллиптического отверстия.....	14
4. Результаты проведенных измерений поверхностного натяжения чистых жидкостей и жидкостей с примесями.....	15
5. Опыты с уменьшением и увеличением коэффициента поверхностного натяжения жидкости.....	16
6. Зависимость поверхностного натяжения от температуры.....	18
6.1. стакан с жидкостью, налитой с бугорком.....	18
7. Фильтры для воды и поверхностное натяжение.....	20
8. Качественные показатели питьевой воды систем водоснабжения.....	21
9. Мыльные пузыри.....	23
9.1. Рецепт мыльных пузырей.....	24
9.2. Инструменты.....	26
9.3. Природа мыльных пузырей.....	26
9.4. Наука о мыльных пузырях.....	27
9.5. Секрет мыльных пузырей.....	27
10. Применение поверхностного натяжения.....	28
11. Опыт практического назначения.....	30
12. Список литературы.....	31

Эпиграф «Изучение и наблюдение природы породило науку» Цицерон

ВВЕДЕНИЕ.

Такие силы, как тяготение, упругость и трение, бросаются в глаза; мы ощущаем их непосредственно каждый день. Но в окружающем нас мире повседневных явлениях действует еще одна сила, на которую мы обычно не обращаем никакого внимания. Сила эта сравнительно невелика, ее действия никогда не вызывают мощных эффектов. Она даже в последнее время исключена из программ приемных экзаменов для поступающих в вузы. Тем не менее мы не можем налить воды в стакан, вообще ничего не можем проделать с какой-либо жидкостью без того, чтобы не привести в действие силы, о которых у нас сейчас пойдет речь. Это силы поверхностного натяжения.

К вызываемым поверхностным натяжением эффектам мы настолько привыкли, что не замечаем их, если не развлекаемся пусканием мыльных пузырей. Однако в природе и нашей жизни они играют немалую роль. Слабый дождик промочил бы нас насквозь, а радугу нельзя было бы видеть ни при какой погоде. Нарушился бы водный режим почвы, что оказалось бы губительным для растений. Пострадали бы важные функции нашего организма.

Проще всего уловить характер сил поверхностного натяжения, наблюдая образование капли у плохо закрытого или неисправного крана. Всмотритесь внимательно, как постепенно растет капля, образуется сужение — шейка, и капля отрывается. Не нужно много фантазии, чтобы представить себе, что вода как бы заключена в эластичный мешочек, и этот мешочек разрывается, когда вес превысит его прочность. В действительности, конечно, ничего, кроме воды, в капле нет, но сам поверхностный слой воды ведет себя как растянутая эластичная пленка.

Прогиб пленки не позволит выливаться воде, осторожно налитой в достаточно частое решето. (показать, капая воду в решето пипеткой) Так что можно «носить воду в решете». Это показывает, как трудно порой, даже при желании, сказать настоящую бессмыслицу. Ткань — это то же решето, образованное переплетением нитей. Поверхностное натяжение сильно затрудняет просачивание воды сквозь нее, и потому она не промокает насквозь мгновенно.

Любопытно, что...

...с давних времен для успешной ловли рыбы с помощью остроги поверхность воды сбрызгивали маслом. Даже легкое волнение воды сильно искажает видимое изображение рыбы и мешает прицелиться, тонкая же пленка масла, благодаря силам поверхностного натяжения, способствует затуханию волн и успокоению воды.

Итак поговорим о поверхностном натяжении жидкостей.

1. Поверхностное натяжение .

Молекулы вещества в жидком состоянии расположены почти вплотную друг к другу. В отличие от твердых кристаллических тел, в которых молекулы образуют упорядоченные структуры во всем объеме кристалла и могут совершать тепловые колебания около

фиксированных центров, молекулы жидкости обладают большей свободой. Каждая молекула жидкости, также как и в твердом теле, «зажата» со всех сторон соседними молекулами и совершает тепловые колебания около некоторого положения равновесия. Однако, время от времени любая молекула может переместиться в соседнее вакантное место. Такие перескоки в жидкостях происходят довольно часто; поэтому молекулы не привязаны к определенным центрам, как в кристаллах, и могут перемещаться по всему объему жидкости. Этим объясняется текучесть жидкостей. Из-за сильного взаимодействия между близко расположенными молекулами они могут образовывать локальные (неустойчивые) упорядоченные группы, содержащие несколько молекул. Это явление называется ближним порядком (рис. 3.5.1).

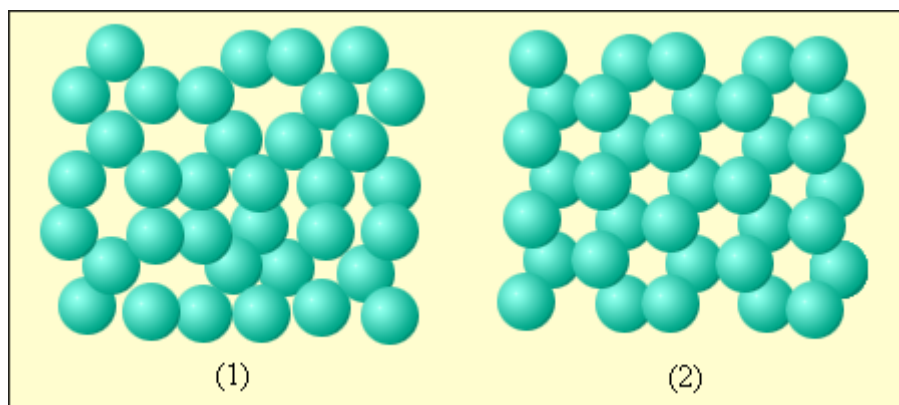


Рисунок 3.5.1.

Пример ближнего порядка молекул жидкости и дальнего порядка молекул кристаллического вещества: 1 – вода; 2 – лед

Рис. 3.5.2 иллюстрирует отличие газообразного вещества от жидкости на примере воды. Молекула воды H_2O состоит из одного атома кислорода и двух атомов водорода, расположенных под углом 104° . Среднее расстояние между молекулами пара в десятки раз превышает среднее расстояние между молекулами воды. В отличие от рис. 3.5.1, где молекулы воды изображены в виде шариков, рис. 3.5.2 дает представление о структуре молекулы воды.

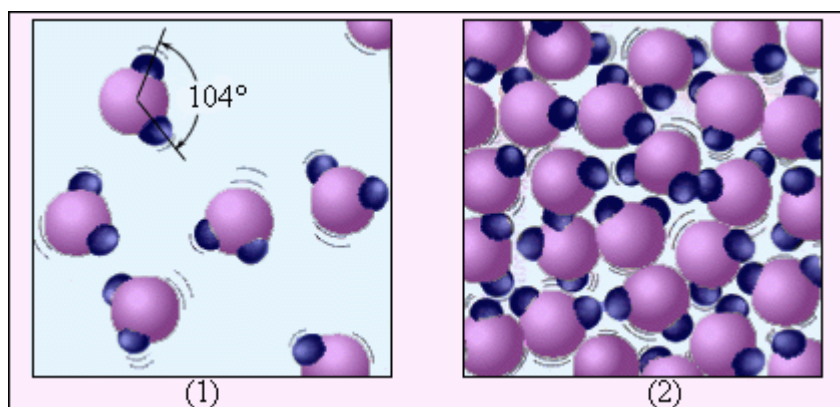
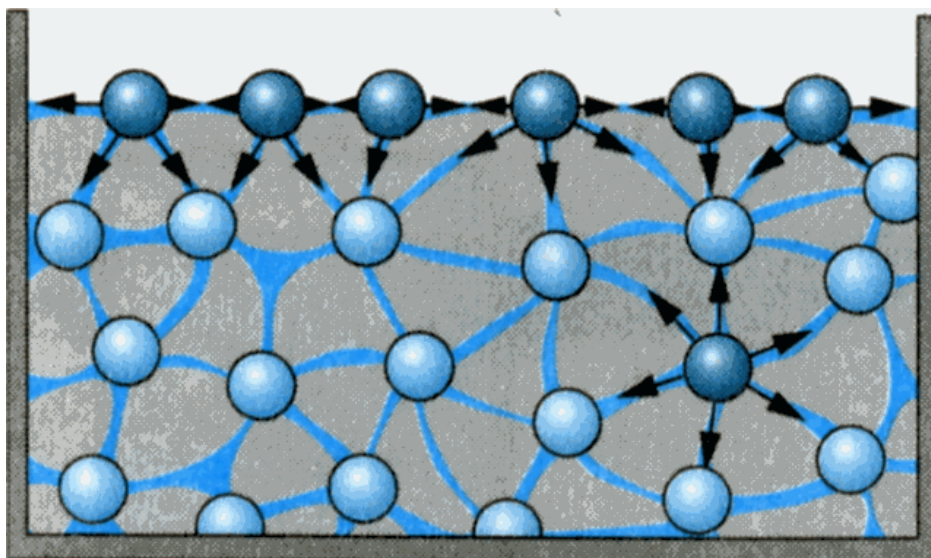


Рисунок 3.5.2. Водяной пар (1) и вода (2). Молекулы воды увеличены примерно в $5 \cdot 10^7$ раз

Наиболее интересной особенностью жидкостей является наличие свободной поверхности. Жидкость, в отличие от газов, не заполняет весь объем сосуда, в который она налита. Между жидкостью и газом (или паром) образуется граница раздела, которая находится в особых условиях по сравнению с остальной массой жидкости. Молекулы в

пограничном слое жидкости, в отличие от молекул в ее глубине, окружены другими молекулами той же жидкости не со всех сторон. Силы межмолекулярного взаимодействия, действующие на одну из молекул внутри жидкости со стороны соседних молекул, в среднем взаимно скомпенсированы. Любая молекула в пограничном слое притягивается молекулами, находящимися внутри жидкости (силами, действующими на данную молекулу жидкости со стороны молекул газа (или пара) можно пренебречь). В результате появляется некоторая равнодействующая сила, направленная вглубь жидкости. Поверхностные молекулы силами межмолекулярного притяжения втягиваются внутрь жидкости.



Но все молекулы, в том числе и молекулы пограничного слоя, должны находиться в состоянии равновесия. Это равновесие достигается за счет некоторого уменьшения расстояния между молекулами поверхностного слоя и их ближайшими соседями внутри жидкости. При уменьшении расстояния между молекулами возникают силы отталкивания. Если среднее расстояние между молекулами внутри жидкости равно r_0 , то молекулы поверхностного слоя упакованы несколько более плотно, а поэтому они обладают дополнительным запасом потенциальной энергии по сравнению с внутренними молекулами. Следует иметь в виду, что вследствие крайне низкой сжимаемости наличие более плотно упакованного поверхностного слоя не приводит к сколь-нибудь заметному изменению объема жидкости. Если молекула переместится с поверхности внутрь жидкости, силы межмолекулярного взаимодействия совершат положительную работу. Наоборот, чтобы вытащить некоторое количество молекул из глубины жидкости на поверхность (т. е. увеличить площадь поверхности жидкости), внешние силы должны совершить положительную работу $\Delta A_{\text{внеш}}$, пропорциональную изменению ΔS площади поверхности:

$$\Delta A_{\text{внеш}} = \sigma \Delta S.$$

Коэффициент σ называется коэффициентом поверхностного натяжения ($\sigma > 0$). 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 ($\text{Дж}/\text{м}^2$) или в ньютонах на метр ($1 \text{ Н}/\text{м} = 1 \text{ Дж}/\text{м}^2$).

Следовательно, молекулы поверхностного слоя жидкости обладают избыточной по сравнению с молекулами внутри жидкости потенциальной энергией. Потенциальная энергия E_p поверхности жидкости пропорциональна ее площади:

$$E_p = A_{\text{внеш}} = \sigma S.$$

Из механики известно, что равновесным состояниям системы соответствует минимальное значение ее потенциальной энергии. Отсюда следует, что свободная поверхность жидкости стремится сократить свою площадь. По этой причине свободная капля жидкости принимает шарообразную форму.



Жидкость ведет себя так, как будто по касательной к ее поверхности действуют силы, сокращающие (стягивающие) эту поверхность. Эти силы называются силами поверхностного натяжения.

Наличие сил поверхностного натяжения делает поверхность жидкости похожей на упругую растянутую пленку, с той только разницей, что упругие силы в пленке зависят от площади ее поверхности (т. е. от того, как пленка деформирована), а силы поверхностного натяжения не зависят от площади поверхности жидкости.

Вблизи границы между жидкостью, твердым телом и газом форма свободной поверхности жидкости зависит от сил взаимодействия молекул жидкости с молекулами твердого тела (взаимодействием с молекулами газа (или пара) можно пренебречь). Если эти силы больше сил взаимодействия между молекулами самой жидкости, то жидкость смачивает поверхность твердого тела. В этом случае жидкость подходит к поверхности твердого тела под некоторым острым углом θ , характерным для данной пары жидкость – твердое тело. Угол θ называется краевым углом. Если силы взаимодействия между молекулами жидкости превосходят силы их взаимодействия с молекулами твердого тела, то краевой угол θ оказывается тупым (рис. 3.5.5). В этом случае говорят, что жидкость не смачивает поверхность твердого тела. При полном смачивании $\theta = 0$, при полном несмачивании $\theta = 180^\circ$.

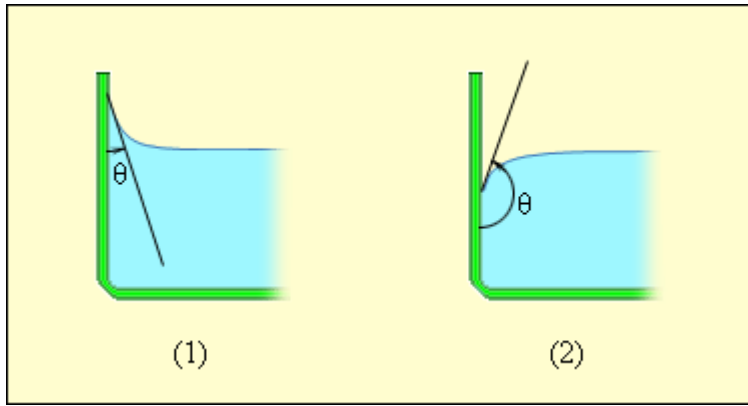


Рисунок 3.5.5.

Краевые углы смачивающей (1) и несмачивающей (2) жидкостей

Капиллярными явлениями называют подъем или опускание жидкости в трубках малого диаметра – капиллярах. Смачивающие жидкости поднимаются по капиллярам, несмачивающие – опускаются.

На рис. 3.5.6 изображена капиллярная трубка некоторого радиуса r , опущенная нижним концом в смачивающую жидкость плотности ρ . Верхний конец капилляра открыт. Подъем жидкости в капилляре продолжается до тех пор, пока сила тяжести \vec{F}_T

действующая на столб жидкости в капилляре, не станет равной по модулю результирующей F_H сил поверхностного натяжения, действующих вдоль границы соприкосновения жидкости с поверхностью капилляра: $F_T = F_H$, где $F_T = mg = \rho h \pi r^2 g$, $F_H = \sigma 2\pi r \cos \theta$.

Отсюда следует:

$$h = \frac{2\sigma \cos \theta}{\rho g r}$$

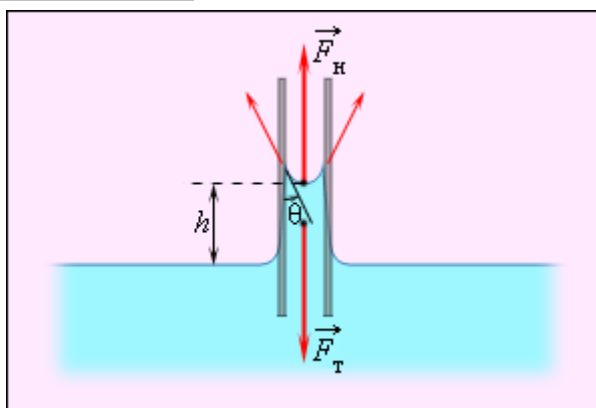


Рисунок 3.5.6.

Подъем смачивающей жидкости в капилляре

При полном смачивании $\theta = 0$, $\cos \theta = 1$. В этом случае

$$h = \frac{2\sigma}{\rho g r}$$

При полном несмачивании $\theta = 180^\circ$, $\cos \theta = -1$ и, следовательно, $h < 0$. Уровень несмачивающей жидкости в капилляре опускается ниже уровня жидкости в сосуде, в которую опущен капилляр.

Вода практически полностью смачивает чистую поверхность стекла. Наоборот, ртуть полностью не смачивает стеклянную поверхность. Поэтому уровень ртути в стеклянном капилляре опускается ниже уровня в сосуде.

Проявления

Так как появление поверхности жидкости требует совершения работы, каждая среда «стремится» уменьшить площадь своей поверхности:

- в невесомости капля принимает сферическую форму (сфера имеет наименьшую площадь поверхности среди всех фигур одинаковой ёмкости).
- струя воды «слипается» в цилиндр.
- маленькие объекты с плотностью, большей плотности жидкости, способны «плавать» на поверхности жидкости, так как сила тяготения меньше силы, препятствующей увеличению площади жидкости.
- На многих поверхностях, именуемых несмачиваемыми, вода (или другая жидкость) собирается в капли.



2. Способы измерения поверхностного натяжения

Способы определения поверхностного натяжения делятся на статические и динамические. В статических методах поверхностное натяжение определяется у сформировавшейся поверхности, находящейся в равновесии. Динамические методы связаны с разрушением поверхностного слоя. В случае измерения поверхностного натяжения растворов (особенно полимеров или ПАВ) следует пользоваться

статическими методами. В ряде случаев равновесие на поверхности может наступать в течение нескольких часов (например, в случае концентрированных растворов полимеров с высокой вязкостью). Динамические методы могут быть применены для определения равновесного поверхностного натяжения и динамического поверхностного натяжения. Например, для раствора мыла после перемешивания поверхностное натяжение 58 Дж/м², а после отстаивания — 35 Дж/м². То есть поверхностное натяжение меняется. До установления равновесного оно будет динамическое.

Статические методы:

1. Метод поднятия в капилляре
2. Метод Вильгельми
3. Метод лежащей капли
4. Метод определения по форме висячей капли.
5. Метод вращающейся капли

Динамические методы:

1. Метод Дю Нуи (метод отрыва кольца).
2. Сталагмометрический, или метод счета капель.
3. Метод максимального давления пузырька.
4. Метод осциллирующей струи
5. Метод стоячих волн

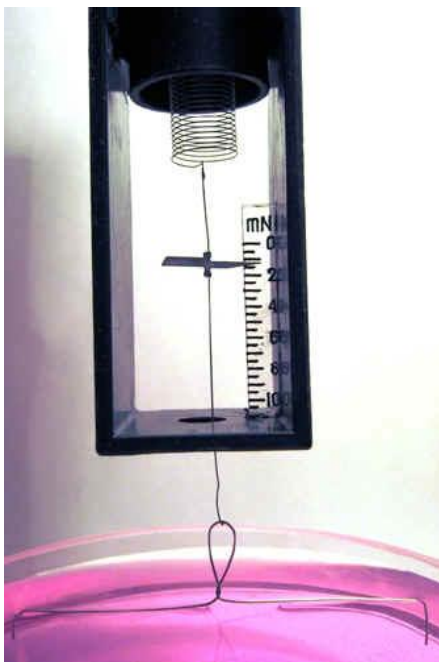
2.1. Метод капель.

Сущностью метода является измерение диаметра капли жидкости, вращающейся в более тяжелой жидкости. Этот способ измерения годится для измерения низких или сверхнизких значений межфазного натяжения. Он широко применяется для микроэмульсий, измерения эффективности ПАВ (поверхностно активных веществ) в нефтедобыче, а также для определения адсорбционных свойств.

2.2. Метод проволочной рамки.

Простой прибор для грубых измерений такого рода показан на рис. Опустим в воду медную проволочку, изогнутую, как показано на рисунке, зацепим проволочку чувствительным пружинным динамометром и будем очень медленно, без толчков поднимать ее вверх. Показание динамометра будет постепенно увеличиваться и достигнет максимального значения, когда из воды покажется водяная пленка, повисшая на проволочке. Отсчитав показание динамометра и приняв во внимание вес проволочки, мы найдем силу, которая растягивает пленку. При длине проволочки 5 см эта сила составляет около 0,0070 Н. Тогда коэффициент поверхностного натяжения можно рассчитать по формуле:

$$\sigma = \frac{F_{\text{ПОВ}}}{l}$$



Для уменьшения влияния примесей нужно непосредственно перед опытом обработать рамку спиртом. Большое влияние на результаты оказывает так же то, насколько равномерно поднимается динамометр. Эту равномерность обычно достигают тем, что динамометр оставляют неподвижным, а уровень жидкости постепенно уменьшают. Выполняются серии опытов с проволочными рамками разной длины.

2.3. Метод кольца.(Метод Дю Нуи)

Отрыв смачивающегося кольца от поверхности жидкости.

Прикрепить горизонтальное проволочное кольцо с помощью нитей или тонких проволок к вертикально закреплённому в штатив динамометру. Действующая на кольцо сила тяжести mg уравнивается направленной вверх силой F_0 упругости пружины динамометра

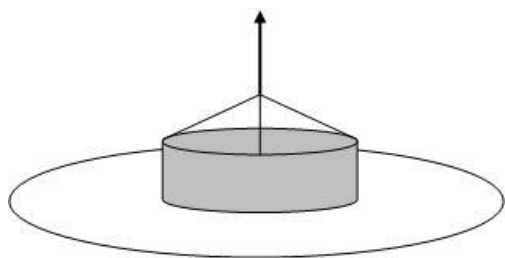


Рисунок 5

Теперь на кольцо действуют сила тяжести mg направленная вниз, сила упругости пружины динамометра F_1 , направленная вверх, две силы поверхностного натяжения жидкости (на внутренней и внешней стороне плёнки) $2F_{\text{пов}}$, и сила тяжести самой плёнки.

Пренебрегая силой тяжести самой пленки, можно записать условие равновесия сил, действующих на кольцо в проекции на вертикально вверх направленную ось: $F_1 - mg - 2F_{\text{нсс}} = 0$, где $F_0 = mg$

Отсюда выражаем $F_{\text{нсс}} = \frac{F_1 - F_0}{2}$. $F_{\text{нсс}} = 2(2\pi r \sigma)$. Приравняв, получим для $\sigma = \frac{F_1 - F_0}{8r}$

Этот метод подобен методу проволочной рамки единственным отличием является то, что вместо рамки в нем используется металлическое кольцо. В этом случае длина пленки определяется как сумма длин окружностей внешней и внутренней сторон кольца.

Метод является классическим. Сущность метода вытекает из названия. Платиновое кольцо поднимают из жидкости, смачивающей его, усилие отрыва и есть сила поверхностного натяжения и может быть пересчитано в поверхностную энергию. Метод подходит для измерения ПАВ, трансформаторных масел и т. д.

Кроме элементарных методов определения коэффициента поверхностного натяжения жидкостей, которые были приведены выше существуют многие другие, более точные методы. некоторые из них описываются ниже.

2.4. Метод бегущих волн

При возмущении жидкости пластиной «лежащей» на её поверхности, по ней начинает распространяться цуг волн. Если просветить кювету с жидкостью импульсным источником света с частотой равной частоте возмущения, то на экран спроецируется «стоячая» волновая картина. Измеряя длину волны на экране и геометрически перерассчитывая её (зная расстояние от источника света до поверхности жидкости и расстояние от поверхности до экрана, а также про [подобие треугольников](#)) можно

получить величину поверхностного натяжения по формуле: $\sigma = \frac{\rho \lambda^2}{4\pi^2} (2\pi\nu^2 \lambda - g)$, где:

- σ — поверхностное натяжение;
- ρ — плотность жидкости;
- λ — длина волны;
- ν — вынуждающая частота;
- g — ускорение свободного падения.

2.5. Метод максимального давления пузырька.

Можно проделать и наоборот, вместо бугорка получить под не смачивающейся жидкостью пластиной, расположенной на поверхности жидкости, большой, плоский воздушный пузырь, в который нагнетать воздух до тех пор, пока его стенки не станут вертикальными. В этот момент начнётся отделение воздуха от пузыря.



Диаметр пузыря можно измерить, объём воздуха в пузыре можно узнать, если закачивать воздух из медицинского шприца по его шкале. Давление воздуха в пузыре и шприце одинаковое. Нетрудно показать, что и здесь

$$\sigma = \frac{8g, V^2}{\pi^2 d^4}$$

2.6. . Сталагмометрический

При медленном надавливании из пипетки появляется капля, которая растёт и в момент отрыва модуль силы поверхностного натяжения равен модулю силы тяжести, действующей на каплю массой m . Примем диаметр (d) шейки капли равным диаметру пипетки. Тогда: $\sigma \pi d = mg$ Массу капли вычислим методом рядов: накапаем n капель,

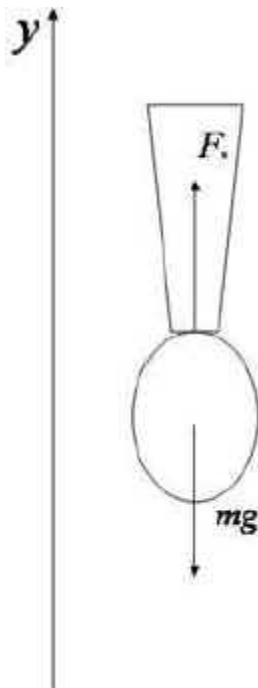
$$\sigma = \frac{Mg}{n \pi d}$$

измерим их массу M и поделим одно на другое. Тогда $\sigma = \frac{Mg}{n \pi d}$. Можно обойтись без взвешивания жидкости, если знать плотность жидкости и иметь мензурку (медицинский

шприц) для измерения объёма $\sigma = \frac{\rho g V}{n \pi d}$.

2.8 Метод сравнения.

Для измерения σ , имея равноплечие весы без разновесов, положить на обе чашки весов по небольшой ёмкости, затем весы уравновесить, накапать равные массы двух разных жидкостей в емкости на левой и правой чашке весов. Тогда моменты сил тяжести $M_1 = M_2$ или $m_1 g N_1 L = m_2 g N_2 L$, но из предыдущего $\sigma \pi d = mg$. Поэтому после подстановок и сокращений имеем: $\sigma_1 N_1 = \sigma_2 N_2$ Легко вычисляется неизвестный коэффициент поверхностного натяжения.



2.9. Подъём или опускание жидкости в капиллярах.

$$F_{\text{кос}} \cdot \cos \Theta - mg = 0 \quad \sigma \cdot 2 \pi \cdot \cos \Theta - \rho g \pi r^2 h = 0 \Rightarrow h = \frac{2 \sigma \cos \Theta}{\rho g r}$$

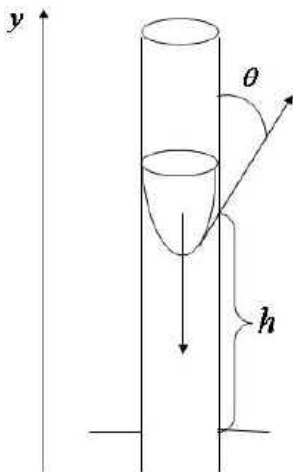
Пусть далее $\cos = 1$

Работу предлагается выполнять с медицинским капилляром для взятия на анализ крови из пальца. На нём есть кольцевая метка, обозначающая его объём. Имеются капилляры с объёмом 0,02мл и ,04мл. По известному объёму и длине капилляра до метки находится его

радиус. $V = \pi^2 L \Rightarrow r = \sqrt{\frac{V}{\pi L}}$

$$\sigma = \frac{\rho g h}{2} \sqrt{\frac{V}{\pi L}}$$

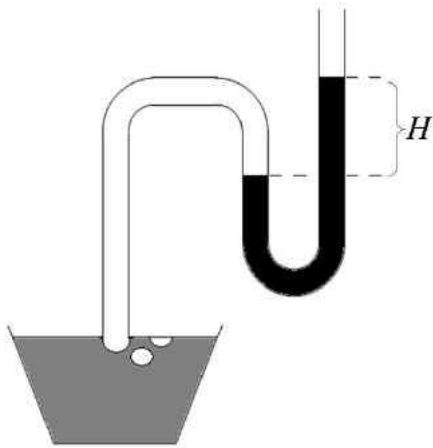
Окончательно для неизвестного



2.10 Буль - Буль.

Для измерения коэффициента поверхностного натяжения жидкости способом сравнения можно воспользоваться следующей установкой.

В широкую чашку налить жидкость с известным коэффициентом поверхностного натяжения. Над жидкостью вертикально расположить капилляр так, чтобы его нижний конец касался жидкости. Верхний конец капилляра гибкой трубкой соединить с жидкостным манометром, изготовленным из гибкой прозрачной трубки. Поднимать открытое колено манометра до тех пор, пока из капилляра не начнёт проскакивать пузырёк воздуха в жидкость. При каждом появлении пузырька измерить разность высот жидкости в его коленах. (Давление Лапласа).



$$P_1 = \frac{2\sigma_1}{r} \quad P_1 = \rho_1 g H_1 \quad \frac{2\sigma_1}{r} = \rho_1 g H_1$$

Проделав то же самое со второй жидкостью, получим $\frac{2\sigma_2}{r} = \rho_2 g H_2$

Поделив одно уравнение на другое, окончательно имеем: $\sigma_2 = \sigma_1 \frac{\rho_1 H_1}{\rho_2 H_2}$

2.11 Параллельные пластинки.

Для измерения коэффициента поверхностного натяжения жидкости можно воспользоваться двумя параллельными стеклянными пластинками. (Предметные стёкла для микроскопа). Для достижения их параллельности я располагаю между ними проволоку известного диаметра (D) изогнутую в виде буквы П. Придерживаю пластины пальцами и опускаю в сосуд с жидкостью так, чтобы нижний их край коснулся жидкости. Жидкость поднимается между пластинами на высоту H, которую измеряют.

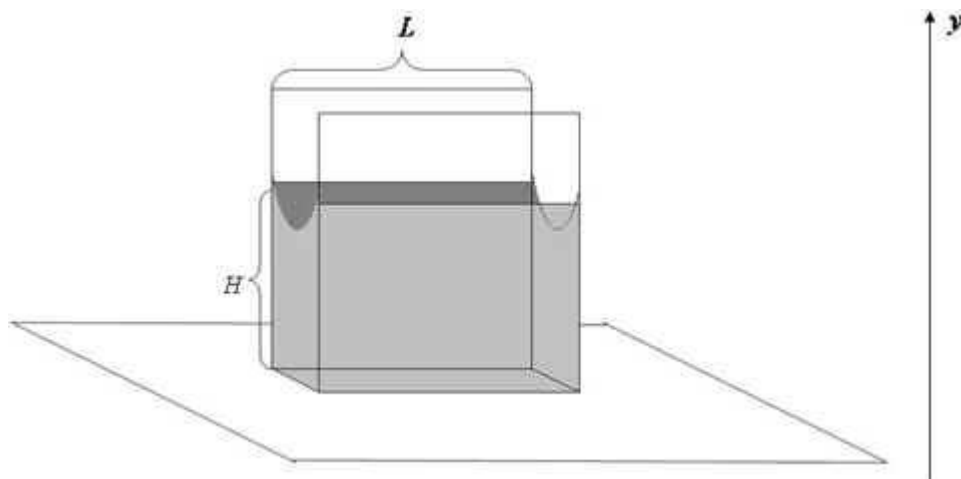


Рисунок 11

Уравнение равновесия сил в проекции на вертикальную ось координат:

$$2F_{\text{нат}} = mg \quad 2dL = \rho g L D H \quad \sigma = \frac{\rho g D H}{2}$$

Если с одной стороны проволоку убрать, а пластинки сжать вместе, то в узком месте жидкость поднимется выше, образуя поверхность, сечение которой – гипербола.

Из подобия треугольников $\frac{X}{L} = \frac{d}{D}$ находим D и подставляем в

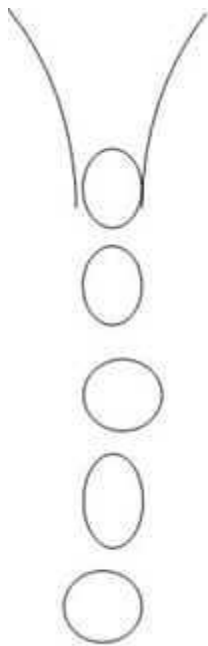
$$\sigma = \frac{\rho g D H}{2} \Rightarrow \sigma = \frac{\rho g H D X}{2L} \Rightarrow H = \frac{2dL}{\rho g D} \cdot \frac{1}{X}$$

Получили уравнение гиперболы. Интересно на опыте проверить последнее выражение.

2.12. Вытекание жидкости из эллиптического отверстия.

Выше рассматривались способы измерения коэффициента поверхностного натяжения неподвижной жидкости. Однако данную величину можно измерить и в движущейся жидкости. В качестве предисловия привожу задачу Релея о колебаниях сферической капельки. Если из пипетки выдавить каплю, то естественно считать, что в равновесии она должна иметь сферическую форму. Но даже самые малые деформации приведут к тому, что силы поверхностного натяжения заставят её пульсировать – форма капли будет периодически меняться. Эти колебания будут продолжаться достаточно долго, если затухание их мало. Интересен вопрос о частоте (или периоде) процесса. Частота может зависеть от величины σ жидкости, её плотности ρ , радиуса капли r .

Воспользуемся методом размерностей, и будем искать эту зависимость в виде: $\omega = k \sigma^x \cdot \rho^y \cdot r^z$,



Рисунок

Заставим струю жидкости вытекать из эллиптического отверстия. Из-за силы поверхностного натяжения форма струи будет меняться, эллипс в сечении струи будет поворачиваться. Длина волны (расстояние между двумя сечениями с эллипсом в одной фазе) $\lambda = T \cdot v$ где v - скорость вытекающей струи, которую необходимо поддерживать постоянной, T – период колебания струи. Для поддержания скорости постоянной, использую сосуд Мариотта, около дна которого эллиптическое отверстие. Это простое автоматическое устройство для поддержания постоянной скорости вытекания жидкости является исключительно надежным и безотказным благодаря своей простоте.

Сравним истечение двух жидкостей с различными σ в сходных условиях:

$$\frac{\lambda_1}{\lambda_2} = \frac{T_1 v}{T_2 v} = \frac{\frac{2\pi}{\omega_1}}{\frac{2\pi}{\omega_2}} = \frac{\omega_2}{\omega_1} \quad \omega = k \sqrt{\frac{\sigma}{\rho^3}}$$

Частоты подставим из задачи Релея

Тогда: $\frac{\lambda_1}{\lambda_2} = \frac{\omega_2}{\omega_1} = \sqrt{\frac{\sigma_2}{\sigma_1}}$ откуда находится σ неизвестной жидкости.

3. Практическая часть

3.1. Измерений поверхностного натяжения чистых жидкостей и жидкостей с примесями.

При измерении поверхностного натяжения нужно следить за тем, чтобы жидкость была химически чистой, ибо примесь растворимых в жидкости веществ может заметно изменить поверхностное натяжение. Изменение поверхностного натяжения жидкости при растворении в ней примесей можно обнаружить при помощи следующего опыта

Насыпем на поверхность воды какой-нибудь плавающий на ее поверхности порошок (например, тальк). Таким способом мы сделаем заметными перемещения поверхностного слоя воды. Теперь пустим на поверхность воды маленькую каплю мыльного раствора или эфира. Мы увидим, что порошок стремительно побежит от капельки во все стороны. Это показывает, что поверхностное натяжение раствора мыла или эфира меньше, чем поверхностное натяжение чистой воды.

То обстоятельство, что на поверхности воды образуется пленка раствора мыла или эфира, а следовательно, молекулы воды уходят вглубь, означает, что силы, стягивающие молекулы воды внутрь, больше, чем силы, стягивающие молекулы мыла или эфира; отсюда следует, что работа по вытягиванию молекул воды на поверхность больше, т. е. поверхностное натяжение чистой воды больше поверхностного натяжения раствора мыла или эфира.

3.2 Уменьшение и увеличение коэффициента поверхностного натяжения жидкости.

В широкий стеклянный сосуд наливаем воду. На поверхность бросаем кусочки пенопласта.

а) Прикоснёмся к центру поверхности воды кусочком мыла – кусочки пенопласта начинают двигаться от центра к краям сосуда. Тот же эффект мы наблюдали, когда капали в центр сосуда бензином, керосином, эфиром, спиртом, моющими средствами «Mr. Proper» или «Faigu», гелем для чистки раковин «MAX», кухонным бальзамом «ROJKOV» для мытья посуды, чистящими средствами для изделий из металла «Luxus». Из опытов видно, что поверхностное натяжение этих веществ меньше, чем у воды (подкрашенной марганцовкой). Они используются для удаления грязи, жирных пятен, сажи, т.е. не растворимых в воде веществ.

Из-за достаточно высокого поверхностного натяжения вода сама по себе не обладает очень хорошим чистящим действием. Вступая в контакт с пятном, например, молекулы воды притягиваются друг к другу больше, чем к частицам нерастворимой грязи.

Мыло и синтетические моющие средства (СМС) содержат вещества, уменьшающие поверхностное натяжение воды. Первое СМС появилось в 1916 г., его изобрёл немецкий химик Фриц Гюнтер для промышленных целей. Бытовые СМС, более или менее безвредные для рук, стали выпускаться в 1993 г. Сейчас производство СМС стало важной отраслью химической промышленности. Эти вещества называют поверхностно-активными веществами (ПАВ), поскольку действуют они на поверхности жидкости.

Молекулы ПАВ можно представить в виде головастиков. Головами они «цепляются» за воду, а «хвостами» – за жир. Когда ПАВ смешиваются с водой, их молекулы на поверхности обращены «головами» вниз, а «хвостиками» наружу. Раздробив таким образом поверхность воды, эти молекулы значительно уменьшают эффект поверхностного натяжения, тем самым помогая воде проникнуть в ткань. Этими же «хвостиками» молекулы ПАВ захватывают попадающиеся им молекулы жира. При мытье посуды, стирке с использованием ПАВ поверхность кожи рук страдает в той или иной степени от обезжиривания, наблюдается сухость кожных покровов, могут образовываться трещины.

б) Теперь прикоснёмся к центру поверхности воды кусочком сахара (или соли) – кусочки пенопласта (бумаги) начинают двигаться от краёв сосуда к центру. Значит, поверхностное натяжение водного раствора сахара или соли больше, чем чистой воды. Я думаю, что отстирать белье, загрязнённое не растворимыми в воде веществами, в морской воде, например, тяжелее, чем в речной, т.к. притяжение между молекулами солёной воды ещё больше, чем чистой, и ещё больше, чем молекул воды и «грязи».

в) Налъём в блюдце молоко, чтобы оно закрывало дно. Капнем на поверхность 2–3 капли зелёнки (или йода). Наблюдаем, как зелёнка «увлекается» от центра к краям. Две капли зелёнки покрывают всю поверхность молока! Значит, поверхностное натяжение зелёнки намного меньше, чем молока. Если же на поверхность зелёнки капнуть жидкость для мытья посуды «Faigu», то увидим, как эта жидкость растечётся по всей поверхности, а это значит, что поверхностное натяжение моющего средства меньше, чем зелёнки.

Коэффициенты поверхностного натяжения некоторых жидкостей:

Вода при 20°C - 0,0725 Н/м

Раствор мыла в воде при 20°C - 0,040 Н/м

Спирт при 20°C- 0,022 Н/м
 Эфир при 25°C- 0,017 Н/м
 Ртуть при 20°C- 0,47 Н/м
 Золото при 1130°C- 1.102 Н/м
 Жидкий водород при -253°C- 0,0021 Н/м
 Жидкий гелий при -269°C- 0,00012 Н/м

Таблица результатов исследований чистых жидкостей

№ п/п	Название чистой жидкости	Коэффициент поверхностного натяжения, σ , Н/м
1	Вода	0,073
2	Молоко (2,5%)	0,046
3	Оливковое масло	0,033
4	Уксус	0,027
5	Спирт этиловый	0,022
6	Бензин	0,021

Таблица результатов исследований жидкостей с примесями

№ п/п	Название жидкости с примесями	Коэффициент поверхностного натяжения, σ , Н/м
1	Бальзам для мытья посуды	0,056
2	Раствор мыла	0,040
3	Фери	0,046
4	Раствор порошка персил	0,035
5	Раствор порошка E-color	0,034

Спирт этиловый 22 мН/м
 Бензин 21 мН/м
 Керосин 24 мН/м
 Оливковое масло 32 мН/м
 Молоко (1,5%) 50 мН/м
 Молоко (2,5%) 46 мН/м
 Молоко (коровье домашнее) 41 мН/м
 Раствор порошка «Миф» 31 мН/м
 Раствор порошка «E-color» 34 мН/м
 Раствор порошка «Persil» 35 мН/м
 Моющее средство «Fairgy» 46 мН/м
 Моющее средство «Dish drops» 53 мН/м
 Кухонный бальзам для мытья посуды 56 мН/м

Вывод: из исследованных кухонных моющих средств при всех остальных одинаковых параметрах, влияющих на качество «отмывания», лучше использовать средство «Fairgy»; из исследованных стиральных порошков – «Миф», т.к. именно их растворы обладают наименьшим поверхностным натяжением. Следовательно, первое средство лучше помогает смывать нерастворимые в воде жиры с посуды, являясь хорошим эмульгатором – средством, облегчающим получение эмульсий (взвесей мельчайших частиц жидкого вещества в воде). второе лучше отстирывает бельё, проникая в поры между волокнами тканей. Заметим, что при использовании кухонных моющих средств, мы заставляем вещество (в частности, жир) хотя бы на некоторое время

раствориться в воде, т.к. происходит «дробление» его на мельчайшие частицы. За это время рекомендуем смыть нанесённое моющее средство струёй чистой воды, а не ополаскивать посуду через какое-то время в ёмкости.

Кроме этого мы исследовали поверхностное натяжение шампуней и гелей для душа. Из-за достаточно высокой вязкости этих жидкостей сложно точно определить коэффициент поверхностного натяжения их, но зато можно сравнить. Были исследованы (методом отрыва капель) шампуни «Яичный», «Schauma» и «Timotei», а также гели для душа «Монпансье», «WILD Rain» и «Senses».

Выводы

1. Поверхностное натяжение уменьшается в шампунях в ряду «Яичный»–«Schauma»–«Timotei», в гелях – в ряду «Монпансье»–«WILD Rain»–«Senses».
2. Поверхностное натяжение шампуней меньше поверхностного натяжения гелей (например, «Timotei» < «Senses» на 65 мН/м), что оправдывает их назначение: шампуни – для мытья волос, гели – для мытья тела.
3. При всех остальных одинаковых характеристиках, влияющих на качество мытья, из исследованных шампуней лучше использовать «Timotei», из исследованных гелей для душа – «Senses».

3.3. Зависимость поверхностного натяжения от температуры

Как известно, с увеличением температуры интенсивность межмолекулярного взаимодействия уменьшается, поэтому снижается и поверхностное натяжение жидкостей на границе с воздухом или с собственным паром. Вдали от критической температуры поверхностное натяжение уменьшается прямо пропорционально росту температуры. Эту зависимость обычно описывают эмпирическим уравнением

$$\sigma = \sigma_{25} + \frac{d\sigma}{dt}t$$

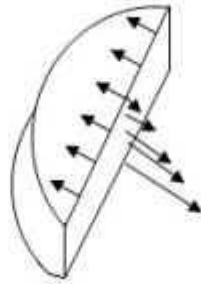
где σ_{25} – поверхностное натяжение при температуре 25 °С.

Будем измерять коэффициент поверхностного натяжения воды с помощью бугорка жидкости в стакане.

Стакан с жидкостью, налитой с бугорком.

Возьмём цилиндрический стакан с не смачивающимися стенками диаметром d , поставим его в тарелку. Установим край стакана в горизонтальной плоскости и будем наливать в него жидкость, пока над плоскостью края не образуется бугорок максимальной высоты с вертикальными стенками (пока не выльется первая капелька). Накроем стакан стеклом. Жидкость бугорка выльется в тарелку. Соберём её с помощью медицинского шприца и им же измерим объём бугорка. Пренебрегая закруглением на краях, будем считать его цилиндрическим. Мысленно рассечем бугорок вертикальной плоскостью, проходящей через диаметр.

Силы
поверхностного
натяжения



Силы
Гидростатического
давления

Рисунок 2

Сила гидростатического давления и сила поверхностного натяжения направлены, как показано на рисунке. Эти силы приложены к одному телу, направлены в противоположные стороны, поэтому компенсируют друг друга, (бугорок находится в равновесии).

$F_{\text{нн}} = \sigma(d + 2h)$ диаметр бугорка много больше высоты его, поэтому $2h$ пренебрежём

$F_{\text{гидр}} = \frac{\rho g h}{2} d h$ здесь гидростатическое давление взято среднее, так как оно линейно

растёт с глубиной бугорка. Приравняв силы, выразим $\sigma = \frac{\rho g h^2}{2}$.(1) Высоту бугорка

вычислим из известного его объёма $V = \frac{\pi d^2}{4} h$.Откуда $h = \frac{4V}{\pi d^2}$ (2) Окончательно

получим: $\sigma = \frac{8g \rho V^2}{\pi^2 d^4}$

Примечание:

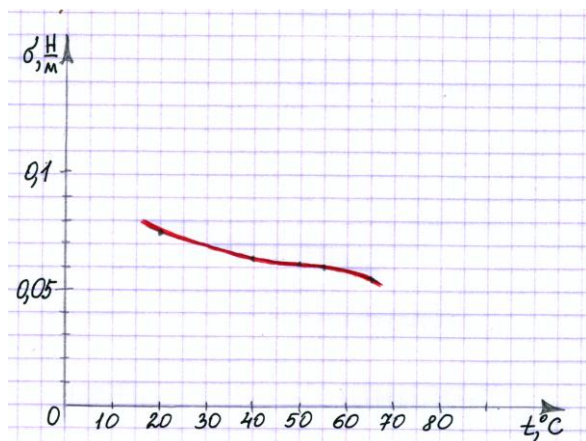
Данным способом можно выявить зависимость коэффициента поверхностного натяжения от температуры жидкости, что трудно сделать методом капле и отрывом кольца. В капле жидкости и пленке температура быстро изменяется.

Для изготовления пластины, не смачиваемой большинством жидкостей, нужно заранее растворить парафин в бензине, и обмакнуть в раствор стеклянную пластину. После высыхания бензина на стекле остаётся тончайший слой парафина.

Окончательно получим следующие результаты:

№ опыта	Температура °С	Диаметр см	Объем бугорка, мл	Коэффициент поверхностного натяжения, Н/м
1	20	6,5	13	0,075
2	40	6,5	12	0,064
3	50	6,5	11,8	0,062
4	55	6,5	11,6	0,061
5	65	6,5	11,2	0,056

Зависимость коэффициента поверхностного натяжения воды от температуры



Вывод: с ростом температуры поверхностное натяжение жидкостей уменьшается.

4. Качественные показатели питьевой воды систем водоснабжения

Питьевая вода – это вода, пригодная к употреблению человеком и отвечающая критериям качества, то есть, - вода безопасная и приятная на вкус. В масштабах мирового сообщества критерии качества были утверждены Европейским сообществом и приняты каждой из стран. В России действует ГОСТ «Вода питьевая».

Качество воды, поступающей потребителю из систем водоснабжения, зависит от состава исходной воды и определяется технологическими требованиями, исходящими от соответствующих контролирующих организаций. Санитарные Правила и Нормы 2.1.4.559-96 «Питьевая вода. Гигиенические требования к качеству воды централизованных систем питьевого водоснабжения. Контроль качества», утверждены постановлением Госкомсанэпиднадзора РФ от 24.10.1996 г. и введены в действие с 1 июля 1997 года.

СанПиН устанавливают гигиенические требования к питьевой воде, нормирует содержание вредных химических веществ, наиболее часто встречающихся в природных водах, а также поступающих в источники водоснабжения в результате хозяйственной деятельности человека, определяет органолептические и некоторые физико-химические параметры питьевой воды. По большинству параметров российский СанПиН не уступает зарубежным стандартам. Качество воды характеризуют следующие параметры: общие физико-химические показатели качества воды, органолептические показатели, бактериологические и паразитологические показатели, радиологические показатели, показатели неорганических и органических примесей, а также ряд других параметров, часто употребляемых в водоподготовке. Многие из этих величин не нормируются и, тем не менее, важны для оценки физико-химических свойств воды. Как правило, эти дополнительные параметры не только непосредственно определяют качество воды, но, главным образом, содержат информацию, без которой невозможно подобрать оптимальную схему очистки воды.

Почему-то считается, что если у воды понижается поверхностное натяжение, то эта вода хуже (лучше) влияет на человека. И виноваты в этом фильтры для воды.

Давайте, разберёмся, что такое поверхностное натяжение воды, могут ли менять его фильтры для воды и есть ли от этого польза или вред для человека.

Могут ли они иметь какое-либо отношение к поверхностному натяжению?

Пройдём весь путь воды. Вода, которая содержит примеси, поступает на фильтр грубой очистки. Там она лишается песка и прочих соразмерных частиц.

Далее, чаще всего, вода проходит через фильтр с активированным углём. Здесь сложнее, поскольку здесь начинаются игры с поверхностным натяжением самого активированного угля. Но в результате вода лишается хлора (если он есть) и органических веществ с тяжёлыми металлами (если это позволяет уголь).

Следующая, финальная и чаще всего встречающаяся ступень, - это использование технологии обратного осмоса. Вода пропускается через полупроницаемую для воды перегородку, вследствие чего в стакан вытекает чистая вода, а прочие соли и т.д. сливаются в канализацию. Вот в этом случае, возможно и возникают какие-либо изменения, связанные с поверхностным натяжением воды, поскольку вода пропускается через очень тонкие и маленькие поры, по сути, дробясь на мелкие части (если бы они у воды были). Это дробление может снижать поверхностное натяжение воды.

Примерно то же самое происходит, когда вода кипит (тоже своеобразный способ очистки воды) - объём воды дробится на более мелкие относительно неподвижные части.

Кстати, в результате получается температурно-активированная вода. У которой, согласно ряду исследователей, поверхностное натяжение меньше, чем у исходной воды. Ещё один пример, хоть и спорный, это магнитная обработка воды. Часто упоминается (хоть и сложно воспроизводятся результаты), что вода после магнитной обработки имеет меньшее поверхностное натяжение.

Итак, какие есть данные. Поверхностное натяжение воды уменьшается после того, как вода кипела (иногда это оспаривается тем, что вода не достигла исходной температуры). Поверхностное натяжение воды теоретически уменьшается после прохождения воды через систему обратного осмоса. Поверхностное натяжение воды спорно уменьшается после магнитной обработки. К сожалению, в доступной литературе отсутствуют сравнительные данные по этим вопросам с достаточной повторяемостью и надёжной статистической обработкой. Так что какие-либо выводы по поводу фильтров для воды и поверхностного натяжения будут исключительно теоретическими.

Что в этом самое интересное - это то, что все эти вопросы могут быть решены очень простыми опытами по определению поверхностного натяжения. Так, для эксперимента нужен десяток чистых стеклянных капилляров (например, таких, которые используются врачами, когда из пальца берётся кровь). А также контрольная вода и вода после фильтров.

Мы знаем, что вода поднимается по тонкой трубке на определённую высоту. Высота подъёма зависит от диаметра трубочки и от поверхностного натяжения воды. При одинаковом диаметре (внутреннем) трубочки вода поднимается тем выше, чем больше поверхностное натяжение.

Процедура проста: несколько чашек с различной водой одинаковой температуры (помнить про контроль). Количество чашек чем больше тем лучше, удобнее проводить математическую обработку данных. Капилляры опускаются в воду на одинаковую глубину. Вода поднимается по капиллярам выше или ниже, в зависимости от того, поверхностное натяжение больше или меньше.

5. Фильтры для воды и поверхностное натяжение

Питьевая вода имеет важнейшее значение для существования человека, определяя его здоровье и качество жизни. Вода выполняет роль универсального растворителя, в котором происходят все без исключения биохимические процессы организма. Однако если состав воды несбалансирован, в ней содержатся вредные минеральные или органические примеси, потребление такой воды может привести не только к ухудшению

общего самочувствия, но и к стойкому нарушению обмена веществ в организме и, как следствие, к хроническим заболеваниям желудочно-кишечного тракта, кровеносной и сердечно-сосудистой системы, печени и почек. Безвозвратно ушло то время, когда можно было без опаски для здоровья пить воду из родников, рек и озер. Таких мест в природе становится все меньше, а в больших городах не осталось совсем. Городской водопровод лишь частично решает эту проблему.

Современный житель мегаполиса проводит значительную часть своей жизни в стенах офиса. Трудно представить начало рабочего дня, совещания или переговоры без чашечки горячего кофе или чая, однако чтобы их заварить нужно где-то набрать воды. На помощь приходит ближайший умывальник, но к сожалению качество воды в офисных зданиях и на предприятиях (по многим объективным и не очень факторам) оставляет желать лучшего.

Жизнь в мегаполисе характеризуется нарушенной экологией во всех проявлениях: плохой воздух, загазованность, недостаточное количество зеленых насаждений. И вода не является исключением. При колоссальном строительстве новостроек муниципальные органы не в силах обеспечить население питьевой водой, не содержащих вредных примесей. Поэтому, из-за огромных объемов потребляемой воды мы получаем воду, обработанную хлорированным веществом, небезопасным для здоровья человека.

Вот только некоторые причины не пользоваться водой из-под крана:

1. Ухудшается и стареет кожа
2. Содержатся токсины, которые фильтруются почками и оседают в организме
3. Повышается риск сердечного приступа
4. Понижается активность человека
5. Засоряются сосуды, что приводит к мышечным спазмам
6. Изжога
7. Увеличивается риск заболеваний и инфекций
8. Приводит к дисбактериозу
9. Отрицательно воздействует на общее состояние организма

Дома мы употребляем больше всего воды, ведь дома мы не только пьем ее, но и используем для приготовления пищи. Перед питьем воду из под крана принято фильтровать и кипятить, безусловно, это снижает опасность заражения и попадания в организм вредных веществ, но к сожалению никоим образом не улучшает ее вкусовые качества.

Огромный процент риска – дети, часто пьющие воду прямо из-под крана, и неспособные оценить реальный вред, наносимый здоровью. Детям, при активном жизненном темпе и постоянном росте требуется примерно 1,5 л воды в день, а для организма полезнее всего, чтобы это была очищенная от вредных примесей вода, сохранившая в себе полезные компоненты и минералы. Фильтры Аквафор способны очистить и смягчить воду, сохраняя ее природный состав, полезный для микрофлоры человека.

Помимо вреда здоровью, жесткая, неочищенная вода, содержащая как правило, железо и другие тяжелые металлы, оказывает разрушающее действие на бытовую технику (стиральные машины, посудомоечные машины, электрочайники)

Эксперимент.

Попробуем определить разницу в поверхностном натяжении дистиллированной воды, воды из фильтра и воды из водопровода методом счета капель. (подсчитаем количество капель пипеткой в объеме 2 мл)

Результаты:

Дистиллированная вода - 30 капель

Вода из фильтра - 25 капель

Водопроводная вода - 20 капель

Значит поверхностное натяжение тем меньше, чем чище вода!!!

Результат подъёма измеряется и записывается. Определяется погрешность, среднее и достоверность. Всё, ответ есть. Интересно, почему эти исследования не проводились, или, если проводились, широко не публикуются. Важно ведь знать, уменьшают фильтры для воды поверхностное натяжение, или нет...

Кстати, важно ли это?

Можно предположить, что чем меньше поверхностное натяжение воды, тем лучше она, попав в организм, всасывается в клетки (поскольку не сопротивляется и не препятствует поверхностное натяжение). Следовательно, из клеток будут быстрее выводиться продукты метаболизма и прочие вредные вещества. В целом, организм будет в большей степени здоров, чем тот, у которого продукты обмена веществ и ядовитые вещества выводятся медленнее.

6. Мыльные пузыри.

Тётушка Фло



Когда у старушки, У тётушки Фло,
Бывает порой На душе тяжело,
Когда поясница Болит у неё,
Цветы засыхают, Не сохнет бельё,
Когда на дворе Моросит без конца,
Когда расшатались Ступеньки крыльца,
И лопнул на полке С мукою пакет,
И моль обглодала Приличный жакет,
И клумбу попортил Соседский петух,
И нету всё лето Спасенья от мух,
В духовке опять Пригорает пирог
И письма от внуков Приходят не в срок...
Когда заплатить За квартиру пора,
Когда на чулке Появилась дыра,
Когда просто так Нападает Хандра -

На кухню уныло Уходит она,
И в мисочке мыло Разводит она,
И дует, собрав свой Ослабленный дух.
И первый пузырь, Невесомый, как пух,
И радужный, будто Цветное стекло,
Растёт на соломинке Тётушки Фло...
Летят и летят Пузырьки к потолку,
С собою уносят Хандру и тоску,
Парят, и танцуют, И выются вокруг;
И тётушка вскочит, Закружится вдруг
И, вспомнив, Что дел ещё Невпроворот,
Вприпрыжку помчится Полоть огород!

(Джеймс Ривз)

Мыльные пузыри - любимая забава для детей и даже для взрослых. Они парят в воздухе, переливаясь всеми радужными красками, и всегда вызывают улыбку.

Пузырь существует потому, что поверхность любой жидкости (в данном случае воды) имеет некоторое поверхностное натяжение, которое делает поведение поверхности похожим на поведение чего-нибудь эластичного. Однако, пузырь, сделанный только из воды, нестабилен и быстро лопаётся. Для того, чтобы стабилизировать его состояние, в воде растворяют какие-нибудь поверхностно-активные вещества, например, мыло. Распространённое заблуждение состоит в том, что мыло увеличивает поверхностное натяжение воды. На самом деле, оно делает как раз обратное, 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 ещё 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.

Маленькую баночку с мыльными пузырями, сейчас легко можно купить в магазине. Однако, она быстро заканчивается, а ещё зачастую в них бывает не слишком хороший состав, и ожидаемый фейерверк мыльных пузырей, ограничивается лишь десятком маленьких пузырьков.



А это значит, что вы наверняка, ни раз, задумывались о том, чтобы сделать раствор для мыльных пузырей самостоятельно. А ещё лучше, чтобы из такого раствора получались мыльные пузыри больших размеров.

английский ученый Джеймс Дьюар, изобретший сосуд для хранения сжиженных газов, сумел в особых бутылках продержат мыльные пузыри более месяца. А рекордный по размерам пузырь, правда, удлиненной формы, достигал в наибольшем поперечнике

четырёх

метров!

Многие из нас, еще в детстве пытались надуть большие мыльные пузыри, бесконечно экспериментируя с шампунями, порошками и мылом. Однако и в таком, казалось простом, мыльном деле, есть немало хитростей. Безусловно, всё зависит от состава мыльных пузырей.

6.1. Рецепт мыльных пузырей:

0,5 чашки посудного мыла или детского шампуня, 1,5 чашки воды, 2 ч. л. сахара
капелька пищевого красителя

Когда каплю мыльной воды раздуваешь с помощью соломинки, то, благодаря сцеплению частиц, она обращается в красивые пузыри. Если хотите получить более прочные пузыри, примешайте к мыльному раствору равную долю глицерина. Из такой смеси можно выдувать очень большие и всякие фигурные пузыри. Особенно если выдувать их вы будете с помощью бумажной или какой иной воронки. Обмакнув в жидкость воронку, очень осторожно приподнимите ее, и отверстие воронки будет покрыто тонкой пленкой. Таким образом можно выдуть пузырь до полу аршина в диаметре. Если пускать мыльные пузыри только из чистой воды (без примеси глицерина) зимой на улице, то они покроются узорами, похожими на те, что бывают от мороза на окнах.

Пузыри - не ново, но весело О! Нашла игру, которая увлекает детей, независимо от возраста. Берем кусок клеенки и мажем детским шампунем. Потом берем часть пластмассовой ручки, у которой дырочка на одном конце значительно меньше, чем на другой. Конус, короче должен быть. Потом в маленькую чашечку наливаем детский шампунь (лучше всего пока пошел Маленькая фея, видимо потому, что он 2 в 1), окунаем туда широкий конец трубочки, вынимаем и выдуваем пузыри. Если они не получаются, добавляем совсем чуть-чуть воды. Хорошие пузыри можно выдувать на мыльную клеенку. Строить из них фигуры - черепаху, Лошарика. Можно делать пузырь в пузыре. Если ребенку намазать руки шампунем, ребенок может брать пузыри руками, или захватывать в них руки, или можно выдувать пузырь прямо детке на ладошку.

Несколько капель глицерина, добавленные в мыльный раствор, сделают ваши пузыри незабываемыми. Наслаждение цветом, размером и, может быть, даже вкусом.

Для этого только советское хоз. мыло подходит. Настрогайте в воду, можно даже вскипятить при помешивании, чтобы быстрее стружки растворились. Только осторожно, густой горячий мыльный раствор - то же самое, что горячий кисель - можно сильно обжечься.

Выдувают пузырь так: окунув трубочку в раствор и держа ее отвесно, так чтобы на конце образовалась пленка жидкости, осторожно дуют в нее. Так как пузырь наполняется при этом теплым воздухом наших легких, который легче окружающего комнатного воздуха, то выдутый пузырь тотчас же поднимается вверх.

Если удастся сразу выдуть пузырь в 10 см диаметром, то раствор годен; в противном случае прибавляют в жидкость еще .мыло, до тех пор пока можно будет выдувать пузыри указанного размера. Но этого испытания мало. Выдув пузырь, обмакивают палец в мыльный раствор и стараются пузырь проткнуть; если он не лопнет, можно приступить к опытам; если же пузырь не выдержит, надо прибавить еще немного мыла.

Производить опыты нужно медленно, осторожно, спокойно. Освещение должно быть, по возможности, яркое: иначе пузыри не покажут своих радужных переливов. Вот несколько занимательных опытов с пузырями.

Мыльный пузырь вокруг цветка. В тарелку или на поднос наливают мыльного раствора настолько, чтобы дно тарелки было покрыто слоем в 2-3 мм высоты; в середину кладут цветок или вазочку и накрывают стеклянной воронкой.

Затем, медленно поднимая воронку, дуют в ее узкую трубочку - образуется мыльный пузырь; когда же этот пузырь достигнет достаточных размеров, наклоняют воронку, как показано на рис., высвобождая из-под нее пузырь. Тогда цветок окажется лежащим под прозрачным полукруглым колпаком из мыльной пленки, переливающейся всеми цветами радуга. Вместо цветка можно взять статуэтку, увенчав ее голову мыльным пузырьком. Для этого необходимо предварительно капнуть на голову статуэтки немного раствора; а затем, когда большой пузырь уже выдут, проткнуть его и выдуть внутри его маленький.

Несколько пузырей друг в друге. Из воронки, употребленной для описанного выше опыта, выдувают большой мыльный пузырь. Затем совершенно погружают соломинку в мыльный раствор так, чтобы только кончик ее, который придется взять в рот, остался сухим, и просовывают ее осторожно через стену первого пузыря до центра; медленно вытягивая затем соломинку обратно, не доводя ее, однако, до края, выдувают второй пузырь, заключенный в левом., в нем - третий, четвертый и т.д.

Из тонкой проволоки и ниток можно соорудить выдувалки самой разной конфигурации. Главный принцип - конструкция должна быть легкой. Хороши также для выдувания такие пластиковые корзиночки, дырчатые, типа сетки с не очень большими дырочками, в которых ягоды в магазине продаются. Можно использовать и пластик, в который вставляются банки от пива или от колы. Сразу целые грозди пузырей получаются.

Самый крупный зарегистрированный мыльный пузырь достигал 32 метров!

На самом деле, рецепт приготовления мыльных пузырей с использованием жидких моющих средств, мыла и воды очень прост. Вода должна быть мягкая или, еще лучше, дистиллированная. Тяжёлая вода из-за минерального содержания будет причиной хрупких пузырей, которые не будут жить долго.

Какое моющее средство применить? На собственном опыте убедился, что лучшее что может быть — это наше отечественное хозяйственное мыло. Всевозможные сорта туалетного пригодны менее всего, хотя из чистого оливкового или миндального получаются превосходные пузыри. Для пузырей-долгожителей рекомендуется добавление в получившийся раствор 1/3 объёма чистого глицерина. Вообще-то, для пузырей подойдёт любая моющая жидкость, но самый лучший результат будет получен с использованием описанных ингредиентов.

Пропорции растворения мыла сильно зависят от вашей местности и текущего времени года, так как такие факторы, как температурный режим, влажность воздуха и подобные — сильно влияют на качество пузырей. Средний диапазон — 10 частей воды к одной части мыла. Но наилучшего сочетания вы должны будете добиться сами опытным путём.

Как долго живёт пузырь, зависит от того, как долго он будет оставаться влажным. Глицерин, как было сказано выше, отлично замедляет время высыхания. Так же действует и водный раствор сахара с желатином. Решения с глицерином — лучшее, но сахар и желатин менее дороги и вероятнее всего уже находятся у вас на кухне. Пропорции также

индивидуальны, но в среднем, глицерина добавляют от 1/5 до 1/3 частей по отношению к объёму мыльной смеси. Либо 1/4 части раствора сахара с желатином.

Скажу вам по-секрету, самая лучшая смесь для очень больших пузырей — **2 части мыла, 4 части глицерина и 1 часть сиропа, разведённые в 8 частях воды.**

6.2. Инструменты

Простейшая проволочная петля. Берёте отрезок тонкого но жесткого провода и формируете на одном из его концов петлю приблизительно 4 см. в диаметре. Для использования, окунаете петлю в раствор и мягко дуете.

Коктейльные соломки дают неплохой результат. Эффект будет лучше, если сделать на одном из концов 4 коротких разреза (примерно 3см) и развести их в разные стороны, как ромашку.

Петля для пузырей-гигантов. Продеваете сквозь две длинные и прочные соломинки резинку (венгерку) длиной в четыре раза больше, чем длина трубочки и связываете её в кольцо. Для использования опускаете смыкающиеся трубочки в раствор, медленно разводите до натяжения резинки и осторожно вынимаете. Думаю, вам понадобятся сильные лёгкие, чтобы выдуть такой пузырь. Я бы посоветовал ставить это кольцо перпендикулярно ветру, и пусть он делает всю работу!

Существует ещё целая гора различных приспособления для запуска пузырей — трубы, вершины от пластмассовых бутылок, петли, сформированные большим и указательным пальцем. Экспериментируйте!

6.3. Природа мыльных пузырей

Цвета

Мыльный пузырь — это слой мыла на внешней стороне, слой молекул воды в середине и слой мыла на внутренней части. Свет отражает от первого и второго слоя мыла. Волны света смешиваются, добавляя или вычитая частоты друг друга. Эта смесь и образует различные сочетания цветов.

А случайная распределённость цветов обусловлена различной толщиной слоёв мыла в разных местах пузыря.

Форма

Мыльные пузыри — упругое вещество, поэтому содержа в себе некоторый инородный объём (воздух), оно старается принять форму, имеющую наименьшую площадь поверхности при наибольшем объёме. Такими свойствами обладает шар. Вот почему мыльные пузыри выглядят как почти правильные сферы.

6.4. Наука о мыльных пузырях

Мыло для мыльных пузырей годится не всякое. Самая плохая мыльная вода получается из лучших сортов туалетного мыла. Так что мыло нужно брать хозяйственное.

Самое подходящее для пускания пузырей так называемое 72-процентное, светлое. Хорошо и 70-процентное мыло. Но, на худой конец, годится и самое обычное — 65-процентное. Оно все же больше подходит для нашей цели, чем туалетное.

Мыло нужно растереть и развести в мягкой, а еще лучше в дистиллированной воде. Не разводи очень жидко: от этого пузыри скоро лопаются. Процеди раствор через чистую тряпочку, чтобы в нем не осталось нерастворившихся кусочков мыла.

Чтобы пузыри были прочнее, хорошо прибавить глицерина, две ложки на каждые три ложки мыльного раствора. Хорошенько взболтай эту смесь и дай постоять, пока на ее поверхности не образуется белая пенка. Пенку сними, а готовый раствор сохраняй в плотно закупоренной бутылке. Он может храниться несколько дней.

Трубка для пузырей тоже годится не всякая. С помощью соломинки, настоящей или пластмассовой, или стеклянной трубки можно выдувать только маленькие пузыри. Если расщепишь соломинку или на конец трубки наденешь кружок из пробки или школьной резинки, это будет служить пузырям поддержкой. Можно будет выдувать пузыри побольше. Для самых больших пузырей понадобится воронка или же игрушечная детская труба. С помощью воронки можно выдуть пузырь-великан диаметром до 30 см. Конечно, дуть придется с перерывами, каждый раз зажимая отверстие. "Единым духом" такой пузырь не надуешь: в него входит почти ведро воздуха!

Края трубки или воронки хорошенько смочи раствором. Иначе пузыри лопаются при спускании. И слюна, попавшая в трубочку, тоже враг пузырей. И даже капля мыльного раствора, повисшая на пузыре снизу, очень опасна. Осторожно удали ее смоченным в растворе пальцем, чтобы неженка пузырь не лопнул!

Ну, вот и вся наука о пузырях. Теперь принимайся за дело!

Выдуй большой пузырь, диаметром сантиметров 20. Легким толчком отдели его от трубки. Пузырь сначала поднимется немного кверху и только потом, переливаясь всеми цветами радуги, начнет опускаться. Наконец он лопнет, прикоснувшись к полу.

Почему же сначала пузырь поднялся? Да потому, что он был наполнен твоим горячим дыханием. Теплый воздух в пузыре был легче воздуха в комнате. Но потом он остыл, и шар опустился.

Очень красивый опыт с летающим пузырем можно сделать в большой стеклянной банке. На дно банки поставь маленькую чашечку с кусочками мела. Полей мел раствором соляной кислоты (1 часть кислоты на 10 частей воды). Попав на мел, раствор зашипит, забурлит, запузирится. Подожди, пока кипение в чашечке закончится. Тогда и воздух в банке станет спокойным.

В морозный, но тихий день выйди из дому и выдуй большой мыльный пузырь. Сейчас же вода в тонкой пленке мыльного раствора начнет замерзать. В ней появятся ледяные иголочки. У тебя на глазах они будут собираться в чудесные ледяные звездочки и цветы.

6.5. Секрет мыльных пузырей

В чем же секрет мыльных пузырей? В них обнаруживается то самое явление, которое создает «кожу» у воды. Только состав раствора для пузырей подобран специально, чтобы пленка была более прочной и более упругой. Эта пленка на поверхности жидкости всегда туго натянута. Поэтому и все явление называют поверхностным натяжением.

Чтобы лишний раз убедиться в упругости поверхностной пленки, сделай еще несколько опытов с мыльным раствором.

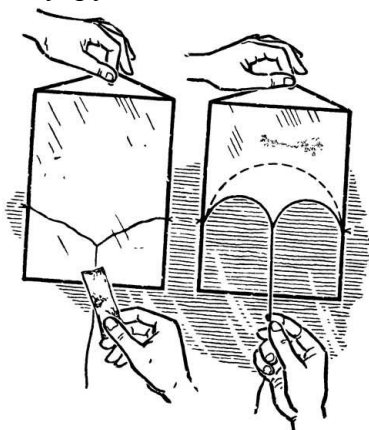
Проволочное кольцо окуни в мыльный раствор и осторожно вынь так, чтобы на нем образовалась мыльная пленка. Свяжи из кусочка нитки небольшую петельку, смочи

ее мыльной водой и осторожно положи на пленку. Петелька будет лежать так, как легла, неровная, неаккуратная. Но попробуй прикоснуться углом промокашки к мыльной пленке внутри петельки. Ого, как она расправится! Внутри петли пленка лопнет, а та, что осталась снаружи, растянется нитку в правильное кольцо. Это кольцо будет растягиваться натяжением ободка пленки, оставшегося между ниткой и наружным кольцом. Поверхностное натяжение действует во все стороны одинаково. Поэтому кольцо из нитки расположится точно посередине проволочного кольца!

А вот еще один очень наглядный опыт с поверхностным натяжением. Согни из проволоки прямоугольную рамку с ручкой. Между боковыми сторонами этой рамки привяжи нитку так, чтобы она немного провисала, а к середине этой нитки — еще одну нитку, подлиннее. Пусть свисает хвостом.

Теперь опусти все сооружение в мыльный раствор с глицерином, приготовленный для пузырей. Медленно вынимай рамку — на ней образуется мыльная пленка. Нитки лежат на мыльной пленке свободно. Но если ты дотронешься кусочком промокашки до пленки в нижней части рамки, она лопнет и поперечная нитка натянется кверху дугой.

Это напоминает опыт с кольцом из нитки. Но мы недаром привязали еще нитяный «хвост». Осторожно потя-ли за него — и отверстие в пленке примет форму двустворчатых ворот. Отпусти нитку — и снова пленка, как резиновая, натянет поперечную нить полукругом.



7. Применение поверхностного натяжения

Понятие поверхностного натяжения впервые ввел Я. Сегнер (1752). В 1-й половине 19 в. на основе представления о поверхностном натяжении была разработана математическая теория капиллярных явлений (П. Лаплас, С. Пуассон, К. Гаусс, А.Ю. Давидов). Во 2-й половине 19 в. Дж. Гиббс развил термодинамическую теорию поверхностных явлений, в которой решающую роль играет поверхностное натяжение. В 20 в. разрабатываются методы регулирования поверхностного натяжения с помощью ПАВ и электрокапиллярных эффектов (И. Ленгмюр, П. А. Ребиндер, А. Н. Фрумкин). Среди современных актуальных проблем - развитие молекулярной теории поверхностного натяжения различных жидкостей, включая расплавленные металлы. Силы поверхностного натяжения играют существенную роль в явлениях природы, биологии, медицине, в различных современных технологиях, полиграфии, технике, в физиологии нашего организма.

Без этих сил мы не могли бы писать чернилами. Обычная ручка не зачерпнула бы чернил из чернильницы, а автоматическая сразу же поставила бы большую кляксу, опорожнив весь свой резервуар. Нельзя было бы намылить руки: пена не образовалась бы. Нарушился бы водный режим почвы, что оказалось бы губительным для растений.

Пострадали бы важные функции нашего организма. Проявления сил поверхностного натяжения столь многообразны, что даже перечислить их все нет возможности.

В медицине измеряют динамическое и равновесное поверхностное натяжение сыворотки венозной крови, по которым можно диагностировать заболевание и вести контроль над проводимым лечением. Установлено, что вода с низким поверхностным натяжением биологически более доступна. Она легче вступает в молекулярные взаимодействия, тогда клеткам не надо будет тратить энергию на преодоление поверхностного натяжения.

Рассмотрены методы и технические средства сбора нефтепродуктов с поверхности воды. Поверхностное натяжение является определяющим фактором многих технологических процессов: флотации, пропитки пористых материалов, нанесения покрытий, моющего действия, порошковой металлургии, пайки и др.

Основные задачи ПАВ в процессе очистки тканей при стирке - уменьшение поверхностного натяжения воды для достижения смачивания и удаления загрязнения с поверхности.

Стабилизация - один из важнейших этапов моющего процесса, суть его заключается в способности моющего раствора удерживать в объеме загрязнения, препятствуя обратному осаждению их на отмытые поверхности.

В итоге моющий процесс можно представить состоящим из ряда последовательных этапов. Поскольку почти все загрязнения гидрофобны, то вода, обладая большим поверхностным натяжением, не смачивает загрязненные поверхности и стягивается в отдельные капли

При растворении в воде моющего средства поверхностное натяжение раствора уменьшается и раствор смачивает загрязнение проникая в его трещины и поры. При этом снижается сцепляемость частиц загрязнения между собой и с поверхностью.

При механическом воздействии увлекаемые молекулами моющего средства грязевые частицы переходят в раствор. Молекулы моющего средства обволакивают загрязнения и отмытую поверхность, что препятствует укрупнению частиц и оседанию их на поверхности. В результате частицы загрязнения во взвешенном состоянии стабилизируются в растворе и удаляются вместе с ним.

Также на качество процесса очистки поверхности оказывают большое влияние ряд факторов такие как природа загрязнения, температура процесса, время воздействия, концентрация и т.д.

Велика роль поверхностного натяжения в процессах, происходящих в невесомости.

Непрерывно растут объёмы печати на полимерных плёнках благодаря бурному развитию упаковочной индустрии, высокому спросу на потребительские товары в красочной полимерной упаковке. Важное условие грамотного внедрения подобных технологий — точное определение условий их применения в полиграфических процессах.

В полиграфии обработка пластика перед печатью необходима для того, чтобы краска ложилась на материал. Причина заключается в поверхностном натяжении материала. Результат определяется тем, как жидкость смачивает поверхность изделия. Смачивание считается оптимальным, когда капля жидкости остается там же, где она была нанесена. В других случаях жидкость может скатываться в каплю, либо, наоборот, растекаться. Оба случая в равной степени приводят к отрицательным результатам во время переноса краски.

Специальные вещества с меньшим поверхностным натяжением, чем у воды, могут при малом расходе покрыть тонкой защитной пленкой большую площадь открытых водоемов, уменьшая испарение. Это особенно важно в засушливых районах, где таким

способом можно предотвратить ежегодную потерю десятков миллионов литров драгоценной влаги с каждого гектара.

Главным врагом тонких жидких нитей являются капиллярные силы, приводящие к неустойчивости нитей. Это приходится учитывать при формовании изделий из стекла, в том числе тончайших оптических волокон — основы современной техники передачи информации.

7.1. Практические советы.

1. Удалим с поверхности ткани жировое пятно. Смочим для этого бензином ватку (или марлю) и будем этой ваткой смачивать края пятна (а не само пятно!). Бензин уменьшает поверхностное натяжение, поэтому жир собирается к центру пятна и оттуда его можно удалить этой же ваткой (если же смачивать само пятно, то оно может увеличиться в размерах вследствие уменьшения поверхностного натяжения).

2. Пятно. Для удаления жирных пятен ткань проглаживают горячим утюгом, подложив под неё лист бумаги. Почему жир при этом впитывается в бумагу, а не расходится по ткани?

Решение. (I): И ткань, и бумага пронизаны капиллярами, которые смачиваются жиром. При нагревании жир становится жидким и втягивается в капилляры тем сильнее, чем меньше их диаметр. Диаметр капилляров в бумаге меньше, чем в ткани.

3. Крыша. Чем объяснить, что соломенная кровля на крыше, состоящая из отдельных стебельков, между которыми имеется множество пустот, надёжно защищает от дождя.

Решение. (I): Солома не смачивается водой, поэтому капли дождя скатываются вниз по внешним и внутренним соломинкам. Оптимальный угол наклона, обеспечивающий наименьшее время скатывания капель, около 45° .

8. Заключение

В первой половине XIX века на основе представления о поверхностном натяжении была разработана математическая теория капиллярных явлений (П. Лаплас, С. Пуассон, К. Гаусс, А. Ю. Давидов).

В XX веке разрабатывались методы регулирования поверхностного натяжения с помощью ПАВ и электрокапиллярных эффектов (И. Ленгмюр, П. А. Ребиндер, А. Н. Фрумкин).

В настоящее время существует актуальная проблема — развитие молекулярной теории поверхностного натяжения, влияние кривизны поверхности на поверхностное натяжение.

Удивительно разнообразны проявления поверхностного натяжения жидкости в природе и технике. Поверхностное натяжение играет важную роль не только в физиологии нашего организма и нас самих, но и в жизни насекомых.

Пузырь и капля.

Пуская из тростинки пузыри

И видя, как взлетающая пена

Вдруг расцветает пламенем зари,

Малыш на них глядит самозабвенно.

Старик, студент, малыш — любой творит

Из пены майи дивные виденья,

По существу лишённые значенья.

Но через них нам вечный путь открыт,

А он, открывшись, радостней горит.
Герман Гессе. «Игра в бисер».

9. Список литературы.

- Гегузин Я.С. “Пузыри” М. Наука, 1985.
- Буховцев Б.Б., Климонтович Ю. А., Мякишев Г. Я. “Физика” М. Просвещение 1975.
- Пинский А. А. “Физика – 10 М. Просвещение 1995.
- Бутиков С. И., Быков А. а., Кондратьев А. С. “Физика в примерах и задачах” М. Наука 1983.
- Блудов М. И. “Беседы по физике” М. Просвещение, 1992.
- Брук Ю, Стасенко А. “Метод размерностей помогает решать задачи” // Квант – 1981. №6 – с.15.
- Остроумов С. А., Лазарева Е. В. Поверхностное натяжение водных растворов додецилсульфата натрия в присутствии водных растений — Вода: технология и экология. 2008 № 3 с. 57-60.

Енохович А.С. Справочник по физике.- М.: Просвещение, 1990.

2. Касьянов В.А. Физика, 10 класс.- М.: Дрофа, 2000.

3. Буров В.А.,Зворыкин Б.С. и др. Демонстрационный эксперимент по физике в средней школе. М.: Просвещение, 1978

5. 1. «Удивительная физика», Л. Г. Асламазов, А. А. Варламов, изд.: «Наука», Москва, 1988 г.

6. 2. Учебник физики для 10 класса средней школы, Н. М. Шахмаев, С. Н. Шахмаев, Д. Ш. Шодиев, изд.: «Просвещение», Москва, 1991 г.