

РОССИЙСКАЯ ФЕДЕРАЦИЯ

Негосударственное образовательное учреждение
«Научно – образовательный производственный центр»

РЕФЕРАТ

по физике

на тему:

Поверхностное натяжение жидкости В Космосе

Исполнитель

Илющихина Н.Д.

Руководитель

Кошкина А.Н.

Химки

2007г.

Оглавление

| | |
|---|-----------|
| ПОВЕРХНОСТНОЕ НАТЯЖЕНИЕ ВОДЫ В КОСМОСЕ..... | 3 |
| СВОБОДНАЯ ПОВЕРХНОСТЬ ЖИДКОСТИ. | |
| ПОВЕРХНОСТНОЕ НАТЯЖЕНИЕ | 10 |
| Опыт 2..... | 11 |
| Опыт 3..... | 11 |
| Опыт 4..... | 12 |
| Опыт 5..... | 12 |
| ИССЛЕДОВАНИЕ КОЭФФИЦИЕНТА ПОВЕРХНОСТНОГО НАТЯЖЕНИЯ ВОДЫ..... | 15 |
| ПОВЕРХНОСТНОЕ НАТЯЖЕНИЕ. | 17 |
| 1. свободная поверхность жидкости | 17 |
| 2. сила поверхностного натяжения..... | 17 |
| 3. определение поверхностного натяжения воды. | 18 |
| НЕУСТОЙЧИВОСТЬ ПЛАВАЮЩИХ КАПЕЛЬ..... | 19 |
| Вывод: | 20 |

Введение

В данной работе рассматриваются свойства свободной поверхности жидкости, и о силе поверхностного натяжения. Существование этой силы подтверждает большое количество опытов, описанных в работе. А также приводится пример расчёта коэффициента поверхностного натяжения и исследование его зависимости от температуры, большое количество опытов, в которых можно сравнить поверхностное натяжение воды и масла. Наиболее значительным исследованием является поведение жидкости в Космосе. Необычное состояние воды при отсутствии веса также объясняется существованием силы поверхностного натяжения, а самое главное, подтверждение, что единые законы природы верны и для Земли и для всей Вселенной.

Поверхностное натяжение воды в космосе.(1)

Спутники, станции, корабли на космических орбитах и всё что в них находится, прибывает в невесомости. В этом состоянии тела теряют вес, а в жидкостях и газах исчезает выталкивающая сила, которую знаменитый древнегреческий учёный Архимед открыл более 2000 лет назад. По закону Архимеда выталкивающая сила равна весу жидкости вытесненной телом, но



в космосе нет веса, потому и нет выталкивающей силы.

Исчезновение веса приводит к тому, что многие физические процессы в жидкостях протекают не так как на земле. Поведение тел лишенных веса изучает новое научное направление « Физика невесомости ». В недалёком будущем в космосе станут работать промышленные установки

для производства кристаллов, сплавов и других материалов с уникальными свойствами, которые невозможно получить в земных условиях. Грядёт эра космических фабрик и заводов, а практически во всех космических технологиях материалы проходят через жидкую фазу расплава или раствора. Поведение жидкости на орбите во многом зависит от работы космонавтов.

Пить в космосе приходится иначе, чем на земле. Согревать воду и



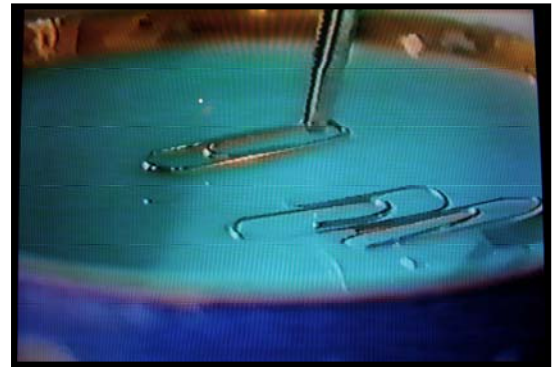
готовить чай тоже. Мыться, и париться в бане тоже приходится по иному.

Даже капельки пота, обильно выступающие на лбу космонавта при занятиях физкультурой, ведут себя не так как на земле. Какая же сила правит жидкостью?

Все предметы на земле находятся под действием силы тяжести. Именно она заставляет потоки воды падать с горных склонов. Поведение же покоящейся жидкости на земле определяется в основном двумя силами. Первая – это вес. Мы знаем, что вес на земле по величине равен силе тяжести. Благодаря весу поверхность покоящейся жидкости в земных условиях стремится принять горизонтальное положение. Как бы вы не наклоняли бутылку или графин с водой, поверхность воды будет оставаться горизонтальной.



Вторая сила – это сила поверхностного натяжения. Благодаря ей поверхность воды ведёт себя как натянутая, эластичная плёнка. Стальная иголка или железная скрепка спокойно плавает на поверхности воды, хотя железо намного тяжелее воды их веса явно не хватает, чтобы продавить воображаемую плёнку.



Сила веса и сила поверхностного натяжения постоянно соперничают друг с другом. Вес старается разлить воду, поверхностное натяжение наоборот старается собрать и стянуть в шар.

Когда воды мало побеждает поверхностное натяжение, и мы можем наблюдать сверкающие на солнце капли росы или дождя на листьях и лепестках цветов и растений, а эффект смачивания не даёт водяным капелькам упасть на землю.

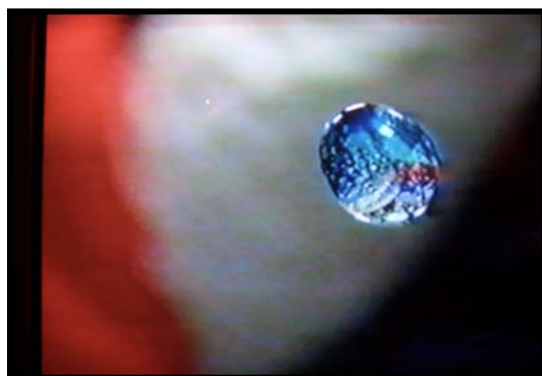


На околоземной орбите вес исчезает, остаётся только поверхностное натяжение. И в этом основная причина различного поведения жидкости на земле и на орбитальной станции. В невесомости нельзя вылить воду из сосуда, и потому космонавт даже не может выпить воду из стакана, и налить её в стакан может только под напором.



А какую форму примет жидкость в космосе, предоставленная сама себе? Капля воды, которую выдавливает космонавт из шприца, постепенно растёт и принимает форму сферы. Сила поверхностного натяжения стягивает жидкость в шар, в этом случае её поверхность имеет наименьшую площадь, а, следовательно, и потенциальная энергия поверхностной плёнки минимальна. Это известно из основных законов природы. Всякое тело

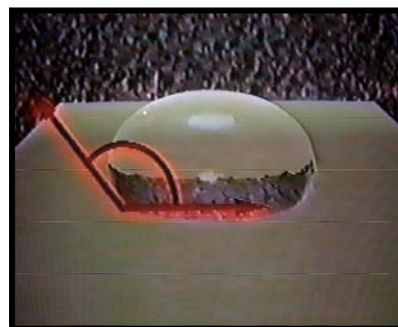
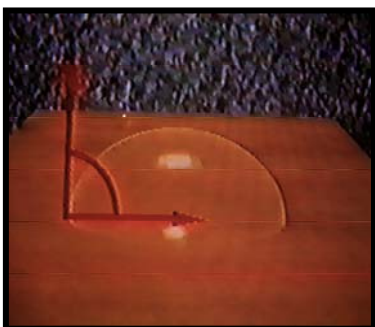
стремиться к равновесию, при котором его энергия минимальна. Очевидно, что сфера и есть та естественная форма, которую принимает свободная капля в невесомости.



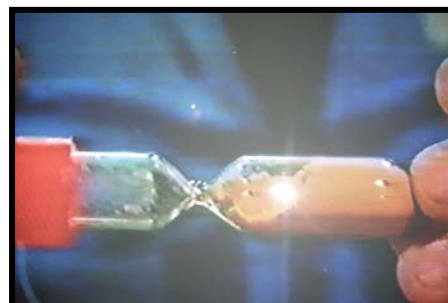
Интересно, что пузырьки воздуха, которые можно вдуть внутрь водяного шара тоже имеют сферическую форму. И водяным шаром и пузырьком воздуха управляет сила поверхностного натяжения. Пузырёк в жидкости – это водяной шарик в воздухе только наоборот. Шар устойчив, его можно проткнуть трубочкой, но он всё равно сохраняет свою форму. Нужны усилия чтобы разрушить шар, к примеру, это можно сделать бормашиной, которую космонавты предусмотрительно захватили на борт станции, зубы могут заболеть и в космосе. И шар разрушается не сразу, силы поверхностного натяжения правят в мире невесомости.



Все мы знаем, что после дождя капоты автомобилей, стекла окон усеяны каплями. С точки зрения физики граница, по которой капля соприкасается с поверхностью твёрдого тела, называется поверхностью раздела фаз, жидкой и твёрдой. Угол между поверхностью капли и твёрдой поверхностью называют углом смачивания. Если этот угол меньше 90 градусов и капля частично растекается по поверхности, то говорят что жидкость хорошо смачивает поверхность. Вода смачивает стекло, потому что молекулы в поверхностном слое воды сильнее притягиваются молекулами стекла, чем молекулами самой воды. Если угол больше 90 градусов, то капля стягивается в сплюснутый под давлением собственного веса водяной шар. И здесь уже силы притяжения между молекулами воды сильнее, чем силы притяжения молекул воды у поверхности, эти силы в невесомости работают, так же как и на земле.



В космосе песочные часы ведут себя совсем не так как на земле. На первый взгляд частицы песка должны быть во взвешенном состоянии, но песчинки сцепились друг с другом образуя единое целое. Они не только не пересыпаются в другую колбу, но и не хотят равномерно заполнить объём колбы. В отсутствии веса силы межмолекулярного притяжения заставляют песчинки слипаться. При прикосновении рук космонавта к часам микровибрации колбы встряхивают частицы, и они приходят в движение. Молекулы воды можно уподобить частицам песка, они тоже притягиваются друг к другу, но стоит им вступить во взаимодействие со стеклянной

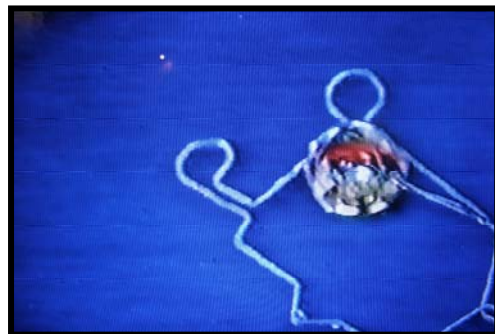


поверхностью, как в этом месте в действие вступают силы взаимного притяжения воды и стекла.



Теперь посмотрим, куда побежит наш растянутый узкими пластинками водяной шарик. Космонавт разводит их, и капля устремляется туда, где на рисунке верх. Хотя мы употребили слово верх, надо напомнить, что понятие верха и низа в космосе условное. Теперь разведём верхние концы пластин и вода устремится вниз. Почему движущей силой водяной капли является все таки сила поверхностного натяжения, которая стягивает верхнюю и нижнюю поверхность капли. Чем меньше расстояние между пластинками, тем меньше радиус поверхности, а, следовательно, сильнее поверхностное натяжение и капля устремляется туда, где уже. Стоит запомнить простое правило: там, где поверхность жидкости сгибается сильнее, там и больше сила поверхностного натяжения. Поэтому малые водяные шарики труднее разрушить, чем большие. Небольшие водяные шарики довольно стабильны, их трудно заставить поджать талию и протиснуться в отверстие меньших размеров или смочить их.

Мы знаем, что на земле жирная поверхность плохо смачивается, а как в космосе? Хотя поверхность пластилинового шарика жирная и плохо смачивается, она всё равно удерживает водяной шар, на земле вода сразу же скатилась бы с него, но в космосе водяному шару достаточно даже не большого эффекта смачивания. Из водяного шарика можно сделать сосуд со стенками из воды космонавт, словно стеклодув выдувает в каплю воздух и сосуд готов. Только вот его горловина прилипла к пластилину.



Не только мы, но и жидкость предпочитает места, где потеплей, и в космосе она не изменяет своим привычкам. Достав из холодильника пластилиновый шарик, охлаждённый до температуры -20 градусов. Между ним и другим пластилиновым шариком комнатной температуры он помещает водяной шарик. Воде тепло нравится, она сильнее обнимает тёплый шарик, чем его собрата с мороза, а наука такое пристрастие объясняет так: с увеличением температуры сила поверхностного натяжения уменьшается, поэтому требуется меньше усилий, чтобы растянуть водную поверхность со стороны теплого шарика, она становится более податливой. Если развести шарики и разорвать водную каплю, то на тёплой поверхности останется больше воды, чем на холодном шарике. Говорят: «Терпение и труд всё перетрут» к космосу это изречение имеет самое прямое отношение. Даже



плохо смачиваемый пластилин на земле, в космосе можно полностью или почти полностью закатать в водяную одежду, если его долго макать в воду.

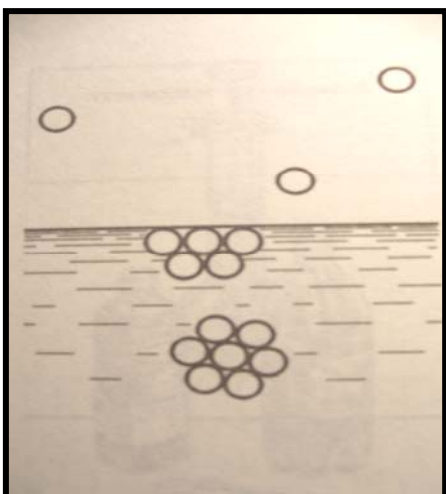
Изучать жидкость в космосе можно не только с помощью опытов, даже лакомства могут многое рассказать о смачивании в невесомости. Мёд – это та же жидкость, но только очень вязкая, он такой же тягучий, как и на земле и вести себя на первый взгляд должен так же, но нет можно увидеть, как он высоко смочил стенки банки, на земле такое вы вряд ли увидите.



Свободная поверхность жидкости. Поверхностное натяжение.(3)

Свободная поверхность жидкости – это граница, отделяющая жидкость от окружающего её воздуха. А в нём обязательно находятся пары этой жидкости, ведь жидкости испаряются при любых температурах.

Каждый, кто представляет себе строение жидкости, сразу сообразит, что

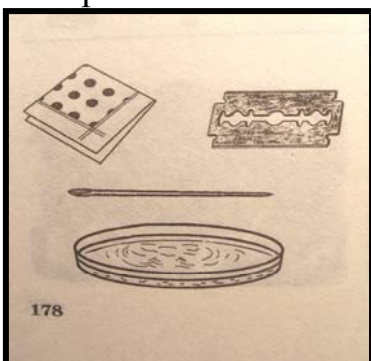
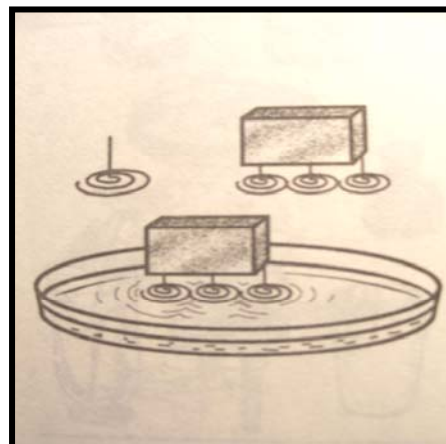


молекулы жидкости, расположены внутри её, и молекулы, оказавшиеся в поверхностном слое, находятся в разных условиях (состояниях). Действительно, у молекул внутри жидкости соседи имеются со всех сторон, по всем направлениям, и с каждым соседом молекула взаимодействует. А у молекул в поверхностном слое соседей значительно меньше и расположены они неравномерно: снизу их много, а сверху почти нет.

Не означает ли это, что поверхность

жидкости обладает какими-то особыми свойствами? Можно даже высказать предположение о том, что, когда эта свободная поверхность образуется, молекулы из внешнего слоя «стремятся» проникнуть внутрь жидкости и свободная поверхность принимает такие размеры, которые оказываются минимально возможными. Так ли это? Ответы на эти вопросы можно получить опытным путём.

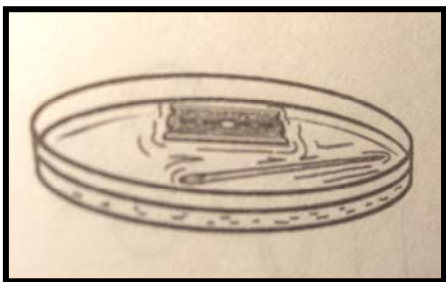
Сначала попытаемся найти ответ на первый вопрос: действительно ли у свободной поверхности есть какие-то особые свойства?



Опыт 1. Вооружимся широким сосудом с водой и подберём несколько тел: стальную иглу, лезвие бритвы, плоскую пружинку из тонкой проволоки, маленький шарик из пластилина и бумажную салфетку.

Все эти тела изготовлены из материалов, плотность которых больше плотности воды. Поэтому, попав в воду, они непременно утонут.

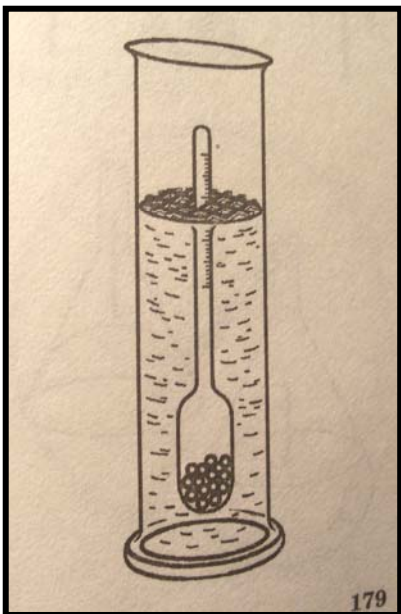
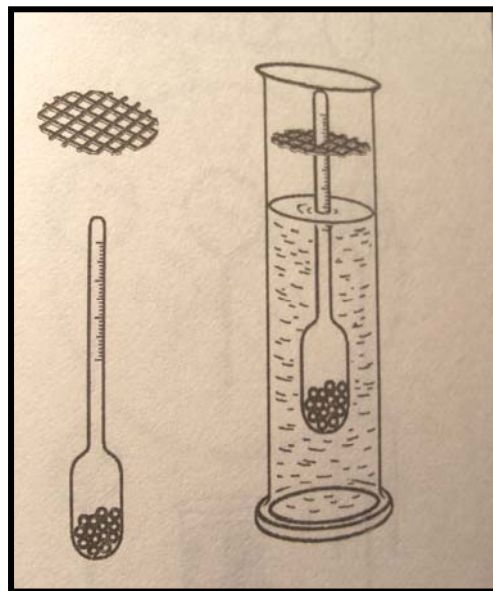
Теперь извлечём эти тела из воды, положим на салфетку и дадим им высохнуть. Тем временем оторвём от бумажной салфетки небольшой кусочек. Осторожно положим кусок салфетки на поверхность воды в сосуде и сразу сверху на него – лезвие бритвы. Когда



салфетка намокнет, осторожно, не задевая лезвия, остриём ручки или карандаша утопим салфетку и извлечём её из сосуда. Что при этом происходит с лезвием? Посмотрим, как прогнулась поверхность воды под ним.

Опыт 2. Возьмём цилиндрический сосуд с водой, ареометр и кусок металлической сетки, и плотного картона. Размеры сетки или куска картона должны быть немного меньше внутреннего диаметра сосуда.

Прделаем в сетке (или картоне) небольшое отверстие и насадим её на стержень ареометра в его верхней части. Теперь поместим ареометр в сосуд с водой и, перемещая сетку по стержню, расположим её так, чтобы она находилась на 3-4 см. выше поверхности воды. В каком состоянии находится ареометр (вместе с сеткой?) Какая сила уравнивает силу тяжести ареометра?

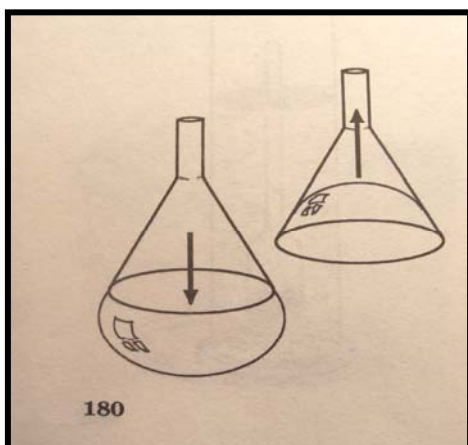
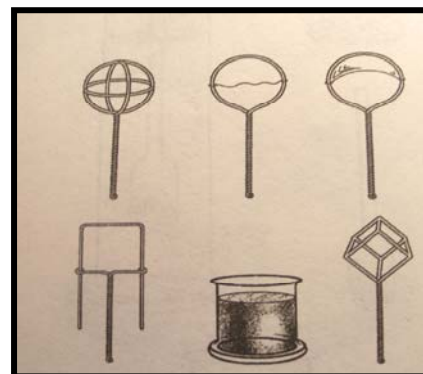
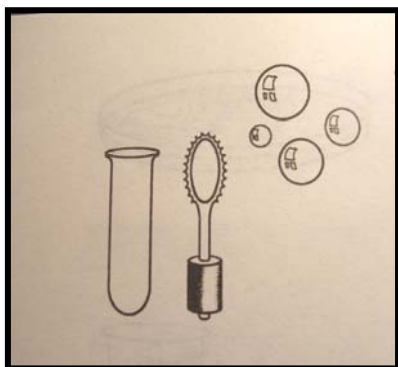


Изменится ли эта сила, если ареометр погрузить в воду глубже и положить сетку на поверхность воды? Удалось обнаружить, что поверхность воды способна удерживать на себе такие предметы, как иголка, лезвие и многие другие. Она ведёт себя как упругая плёнка, которая прогибается под действием веса этих тел и отвечает на него появлением силы, компенсирующей силу тяжести лежащих тел. Обратите внимание: это не архимедова сила, а совсем другая. Её называют силой **поверхностного натяжения**.

Теперь можно попытаться найти ответ на второй вопрос, какими свойствами обладает свободная поверхность? Для этого тоже проведём исследование.

Опыт 3. В стакане находится мыльный раствор. Из толстой медной или алюминиевой проволоки изготовим несколько плоских каркасов и привяжем, к ним нитки так, чтобы они провисали, а не были сильно натянуты. Погрузим каркас в мыльный раствор, а затем осторожно вынем его. Каркас затянут мыльной плёнкой, а нитку можно расположить на плёнке, придав ей любую конфигурацию.

Теперь осторожно разорвём плёнку с одной стороны нитки.

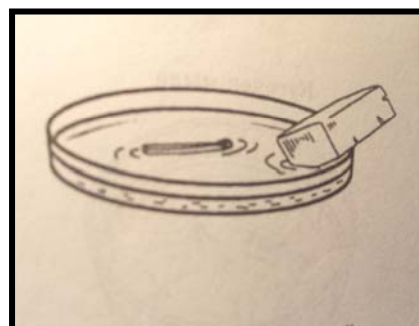


Опыт 4. Для проведения этого опыта потребуются мыльный раствор и стеклянная воронка. Погрузим в мыльный раствор стеклянную воронку, а затем осторожно вытащим её из раствора. Нужно, чтобы на раструбе образовалась мыльная плёнка. Выдуем небольшой пузырь и предскажем, что произойдёт, если перестать удерживать воздух внутри воронки.

Опыт 5. Всем известно, что сравнительно легко выдуть пузырь из мыльного раствора, а вот из чистой воды сделать это практически не удаётся. Почему?



Для опытов потребуется широкий сосуд с водой, спичка, кусочек мыла и кусочек сахара или карамели. Осторожно положим спичку на поверхность воды. Обратим внимание: спичка плавёт, она «разрвала» поверхность воды на две части. Вдоль этой границы может происходить сокращение свободной поверхности воды. Почему же оно не происходит?

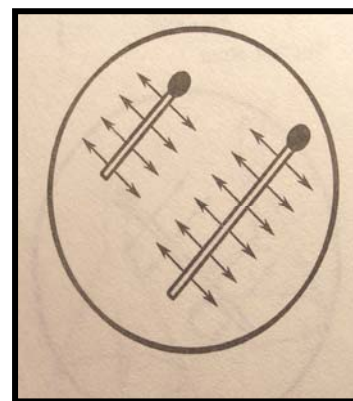


Теперь слегка коснемся, поверхности воды кусочком мыла.

Итак, нам удалось обнаружить явление, происхождения которого связано с особым свойством свободной поверхности жидкости. Это явление называется **поверхностным натяжением**.



Мы установили, что **свободная поверхность жидкости** принимает в каждом случае такую форму, при которой её площадь **минимальна**. Чаще



всего это сферическая или плоская поверхность. Если поверхность имеет возможность сокращаться вдоль подвижной границы (нитка на каркасе), то граница также принимает форму дуги окружности.

Свободная поверхность жидкости действует на любое тело, соприкасающееся с ней, силами поверхностного натяжения. Они приложены к этому телу и направлены по касательной к свободной поверхности в сторону её возможного уменьшения.

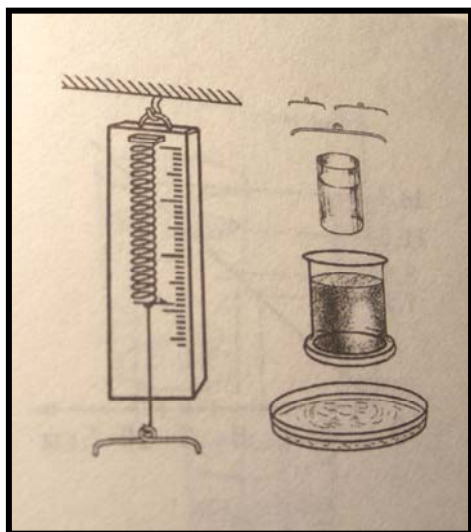
Силы поверхностного натяжения зависят от рода жидкости. Раствор мыла или сахара в воде изменяет её поверхностное натяжение.

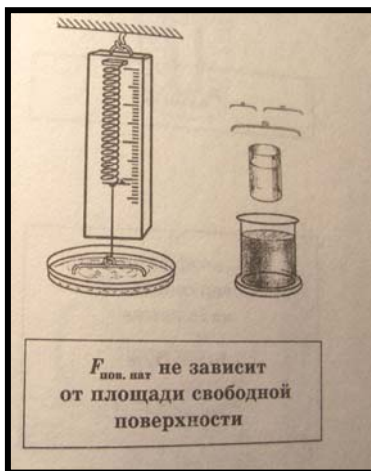
Но коль скоро мы обнаружили силы поверхностного натяжения, нужно узнать, от чего они зависят. Мы уже знаем, что они зависят от рода жидкости это легко объяснить тем, что молекулярные силы, действующие между молекулами разных веществ, различны. Это различие и проявляется в разной величине сил при прочих равных условиях.

Модель помогает также предсказать ещё не установленную нами зависимость. Поскольку эти силы обусловлены межмолекулярным взаимодействием, то величина силы поверхностного натяжения, действующая вдоль участка границы, зависит только от того, сколько молекул находится вдоль длины этой границы, а не от общего числа молекул в поверхностном слое. Иначе говоря, сила поверхностного натяжения в

данной жидкости не должна зависеть от величины площади свободной поверхности, а зависит от длины границы, вдоль которой эта поверхность может сокращаться.

Проверить этот прогноз очень легко: возьмём чувствительный динамометр и выберем несколько плоских скобок из тонкой проволоки разной длины. Возьмём также несколько сосудов разного диаметра. Посмотрим на рисунок. Площадь свободной поверхности воды в этих сосудах сильно отличается друг от друга. Если скобку, подвешенную на крючке динамометра, поместить в воду и начать





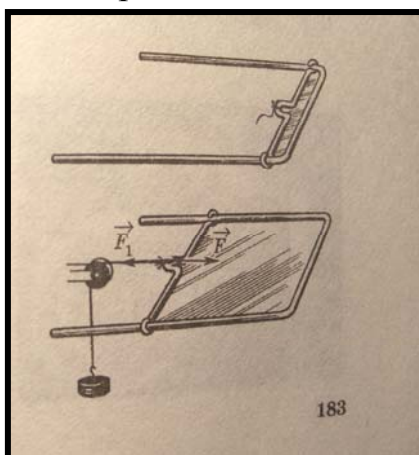
опускать в сосуд, то силы поверхностного натяжения, препятствующие увеличению свободной поверхности, будут удерживать скобку. Пружина динамометра раньше компенсировала только силу тяжести скобки, а теперь компенсирует ещё и силу поверхностного натяжения, поэтому она растягивается дополнительно. Пока сила упругости

| | | | |
|-----------------------------------|-----|-----|-----|
| Площадь свободной Поверхности, см | 20 | 40 | 60 |
| Сила поверхностного натяжения, мН | 7,2 | 7,2 | 7,2 |

деформированной пружины меньше силы поверхностного натяжения, скобка удерживается на поверхности воды. В момент отрыва скобки сила упругости компенсирует силу тяжести и силу поверхностного натяжения.

Будем повторять опыт с одной скобкой, используя разные сосуды. Результаты таких опытов со скобкой длиной 5 см. приведены в таблице.

Смотрите, площадь свободной поверхности воды в сосудах увеличивается, а сила поверхностного натяжения остаётся постоянной в пределах погрешностей измерений. Значит, наш вывод в том, что сила поверхностного натяжения не зависит от площади свободной поверхности, подтверждается опытом.

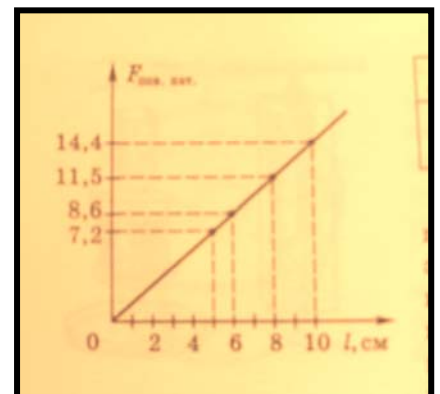


Теперь проверим другое предсказание. Для этого будем измерять силы, действующие на скобки разной длины. Результаты опять представлены на следующей таблице.

| | | | | |
|-----------------------------------|-----|-----|------|------|
| Длина скобки, см | 5 | 6 | 8 | 10 |
| Сила поверхностного натяжения, мН | 7,2 | 8,6 | 11,5 | 14,4 |

Опыты по измерению силы поверхностного натяжения показывают, что её величина зависит от длины участка границы, вдоль которого может происходить изменение площади свободной поверхности. Если построить график этой зависимости, то легко обнаружить, что сила поверхностного натяжения прямо пропорциональна длине границы.

Коэффициент пропорциональности зависит от рода жидкости и называется **коэффициентом поверхностного натяжения**. Этот коэффициент показывает, чему равна сила поверхностного натяжения в данной жидкости, приходящаяся на единицу длины границы



свободной поверхности. Он имеет наименование Н/м и обозначается греческой буквой σ (сигма).

Поверхностное натяжение – явление, играющее значительную роли в природе, технике и жизни человека, ведь вода – одно из самых распространённых веществ в природе. Благодаря поверхностному натяжению маленькие капли жидкости имеют форму шара, а в состоянии невесомости такую собственную форму имеют любые жидкости. Большую роль силы поверхностного натяжения играют в процессе образования волн на больших открытых пространствах воды.

С помощью специальных веществ (их называют поверхностно-активными) можно управлять величиной коэффициента поверхностного натяжения, уменьшая или увеличивая его в зависимости от поставленной задачи.

Исследование коэффициента поверхностного натяжения воды.(4)

Лабораторная работа «исследование зависимости коэффициента натяжения жидкости от её температуры и плотности».

Оборудование: капилляры (медицинские для забора крови), термометр, стакан с горячей водой, нагреватель.

Ход работы

1. Возьмём стакан с водой комнатной температурой (20°C), опустим в него капилляр и измерим высоту h подъём жидкости в нём. Занесём данные в таблицу.
2. Нальём в стакан воду, нагретую до 90°C , опустим в неё термометр и капилляр. Измерим высоту подъёма воды в капилляре. Занесём данные в таблицу.
3. Остужая воду до 20°C , измерим высоту столба жидкости в капилляре при нескольких промежуточных температурах.
4. Проведём подобный эксперимент с капилляром большего диаметра.
5. С использованием табличных данных по плотности воды при температурах измерения рассчитаем по результатам эксперимента коэффициент поверхностного натяжения воды. Диаметр капилляра считаем ($1 \pm 0,1$) мм. Заполним таблицу.

| d, 10^{-3} м. | t, $^{\circ}\text{C}$ | ρ кг/м^3 | h, 10^{-3} м | σ мН |
|--------------------|--------------------------|---------------------------|-------------------|----------------|
| 1 | 20 | 998,2 | 30 | 72 |
| 1 | 30 | 995,64 | 29 | 71,5 |
| 1 | 50 | 988,04 | 28 | 68 |
| 1 | 70 | 977,78 | 27 | 64,4 |
| 1 | 90 | 965,31 | 26 | 62,7 |

6. Построим графики зависимости $h(t^0)$, $\rho(t^0)$ и $\sigma(t^0)$. Убедимся, что высота подъёма воды в капилляре, её плотность и коэффициент поверхностного натяжения линейно зависят от температуры.
7. Построим график $\sigma(\rho)$ и убедимся, что коэффициент поверхностного натяжения воды линейно зависит от её плотности.
8. рассчитаем погрешность измерения: относительную ε_σ и абсолютную $\Delta\sigma$ ошибки. Покажем на графике $\sigma(\rho)$ ошибку $\Delta\sigma$ в каждой точке.

Примечание:

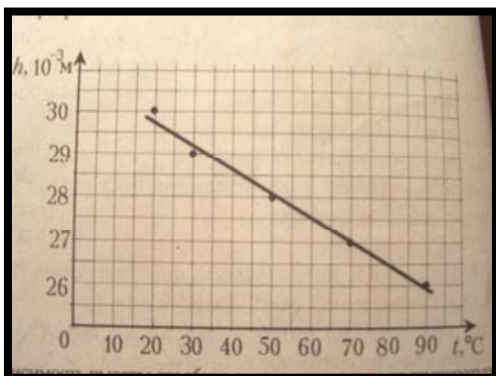
Расчёт погрешностей $\sigma = h\rho gr / 2$

Относительная ошибка:
$$\varepsilon_\sigma = \frac{\Delta h}{h} + \frac{\Delta \rho}{\rho} + \frac{\Delta g}{g} + \frac{\Delta r}{r};$$

Абсолютная ошибка: $\Delta\sigma = \sigma\varepsilon_\sigma$

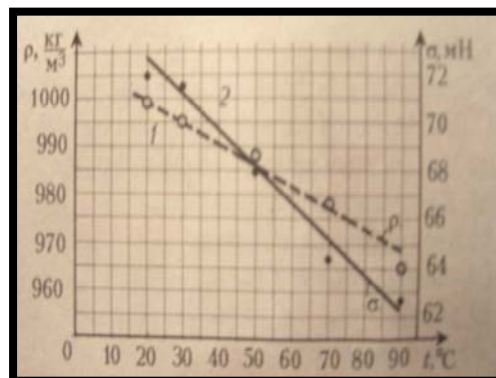
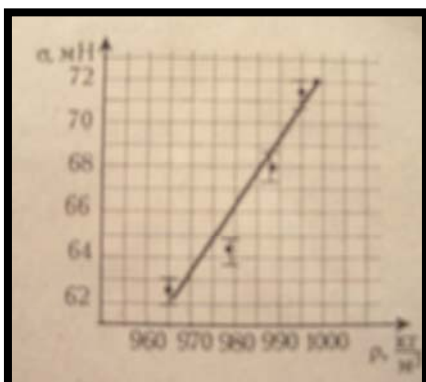
$$\varepsilon_\sigma = \frac{0,5 \cdot 10^{-3}}{30 \cdot 10^{-3}} + \frac{0,01}{1000} + \frac{0,01}{1} \approx 0,023 \approx 2\%$$

Графики:



Зависимость высоты столбика воды в капилляре от температуры.

Зависимость плотности (кривая 1) и коэффициента поверхностного натяжения воды (кривая 2) от температуры



Зависимость коэффициента поверхностного натяжения воды от её температуры.

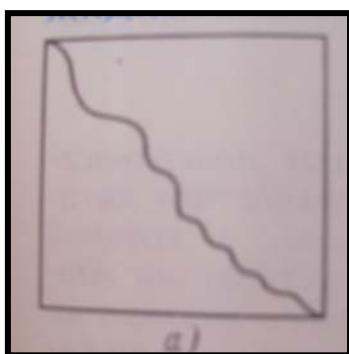
Поверхностное натяжение.(2)

1. свободная поверхность жидкости.

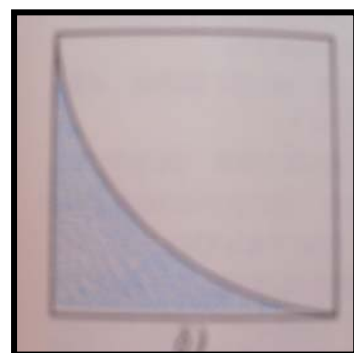
Свободная поверхность жидкости стремится сократиться. Это можно наблюдать в случае, когда жидкость имеет форму тонкой плёнки. Примером такого состояния могут служить мыльные плёнки, подобные тем, которые мы получали в детстве, выдувая мыльные пузыри.

Так как толщина мыльных плёнок очень мала, жидкость в плёнке можно рассматривать как два поверхностных слоя, не учитывая влияния молекул, находящимися между слоями.

Получив мыльный пузырь, наблюдаем за ним, не отрывая пузырь от трубки, с помощью которой он был получен. Мы заметим, что пузырь уменьшается. Это свидетельствует о сокращении поверхности мыльной плёнки.



Возьмём проволочный четырёхугольный каркас и соединим его противоположные вершины тонкой ненатянутой нитью. Опустив каркас мыльную воду, мы заметим, что вынутый из воды каркас затянут мыльной плёнкой. Проколов плёнку по

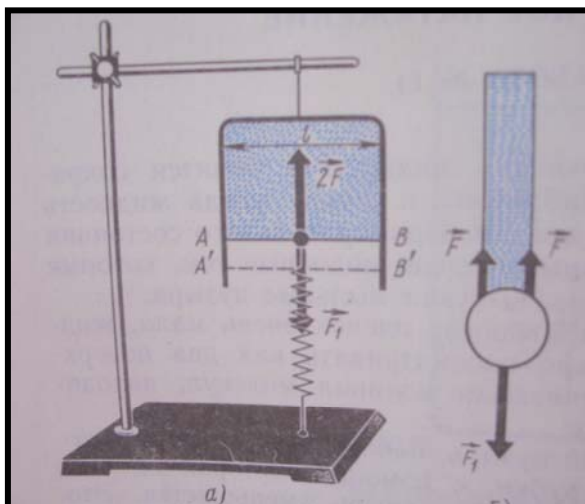


одну сторону нити, мы увидим, что нить примет форму дуги. Опыт свидетельствует о том, что поверхность мыльной плёнки сокращается.

2. сила поверхностного натяжения.

Свойство поверхности жидкости сокращаться можно истолковать как существование сил, стремящихся сократить эту поверхность. Эти силы называются *силами поверхностного натяжения*.

С помощью описанного ниже опыта можно найти способ измерения сил поверхностного натяжения. Если опустить в мыльную воду проволочный каркас, изображённый на рисунке, то, вынув его из воды, легко заметим, что верхняя часть каркаса затянута мыльной плёнкой. Если потянуть за подвижную сторону АВ этой рамки вниз, то плёнка растянется, а если подвижную сторону отпустить, то плёнка сократится.



Плёнка, образовавшаяся на рамке, представляет собой тонкий слой жидкости и имеет две свободные поверхности. Обозначим силу, действующую на подвижную сторону каркаса со стороны каждого поверхностно слоя, через \vec{F} .

Тогда общая сила поверхностного

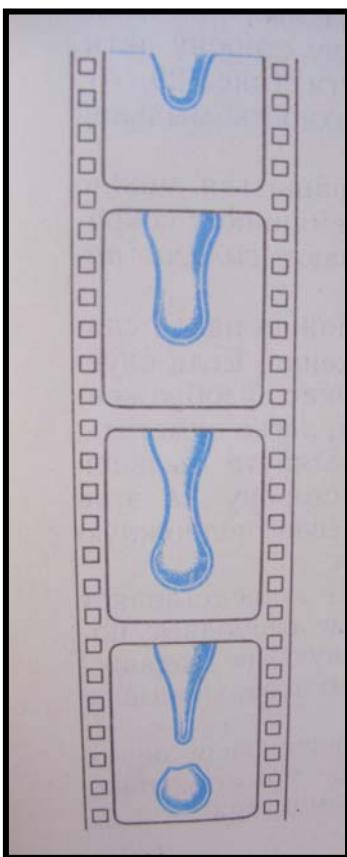
натяжения обоих поверхностных слоёв будет равна $2\vec{F}$. Её может уравновесить сила упругости пружины диаметра; $2F = -F_1$.

$$\text{Отсюда } F = \frac{F_1}{2}$$

Но сила F приложена ко всей длине l подвижной стороны рамки. Поэтому силу поверхностного натяжения, приходящуюся на единицу длины, можно выразить так: $\sigma = \frac{F}{l}$

Величину σ называют *поверхностным натяжением*. Поверхностное натяжение измеряется силой, с которой поверхностный слой действует на единицу длины того или иного контура на свободной поверхности жидкости по касательной к этой поверхности.

3. определение поверхностного натяжения воды.



В Международной системе единиц эта величина измеряется в ньютонах на метр (1 Н/м).

Для определения поверхностного натяжения в жидкости можно использовать процесс образования и отрыва капель, вытекающих из капельницы. На рисунке приведены кинокадры, показывающие процесс образования и отрыва капли. По мере стекания жидкости по трубке на её конце образуется капля. Пока капля мала, она не отрывается: её удерживают силы поверхностного натяжения (поверхностный слой выполняет роль своеобразного мешочка).

Отрыв капли происходит в тот момент, когда её вес становится равным равнодействующей сил поверхностного натяжения, действующих вдоль окружности шейки капли.

На фотографиях видно, что в момент отрыва капли диаметр её шейки чуть-чуть меньше внутреннего диаметра трубки. Приближенно можно диаметр шейки принять равным диаметру трубки.

Поэтому можно записать:

$$mg = \pi D \sigma$$

$$\text{Отсюда } \sigma = \frac{mg}{\pi D}.$$

Оценим относительную погрешность измерения:

$$\frac{\Delta \sigma}{\sigma} = \frac{\Delta m}{m} + \frac{\Delta D}{D}$$

Массу одной капли можно определить, измерив массу большого числа капель. Для этого надо накапать N капель, определить их общую массу M и разделить её на число капель.

Точность измерения на школьных лабораторных весах $\Delta m = \pm 10 \text{ мг}$. Если накапать несколько десятков капель, то их общая масса будет порядка 1 г. Относительная погрешность измерения массы ориентировочно равна:

$$\frac{\Delta m}{M} = \frac{10 \text{ мг}}{1000 \text{ мг}} = 0,01.$$

Для измерения диаметра отверстия трубки обычно применяют измерительный клин и штангенциркуль. Абсолютная погрешность штангенциркуля $\pm 0,1 \text{ мм}$. Диаметр трубки несколько миллиметров.

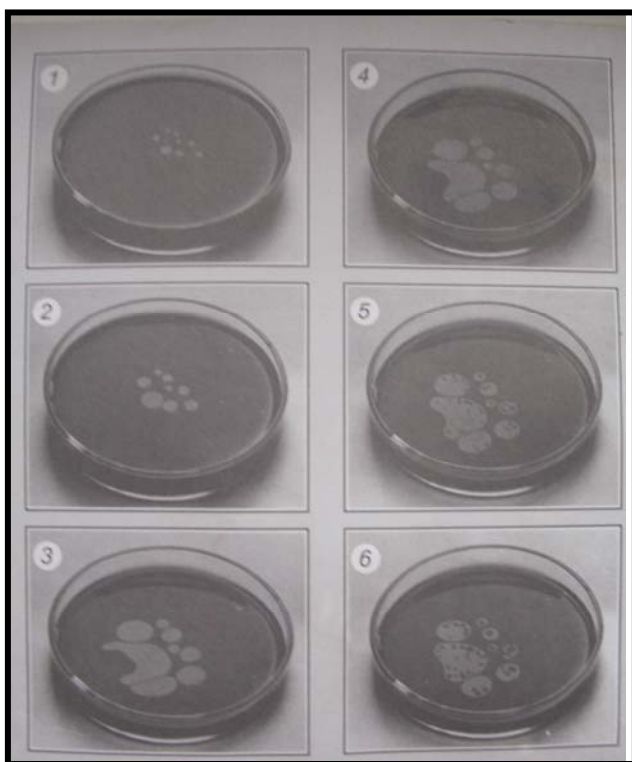
Погрешность измерения диаметра (ориентировочно) оценивается так:

$$\frac{\Delta D}{D} = \frac{0,1 \text{ мм}}{1 \text{ мм}} = 0,1.$$

Таким образом, основную погрешность даёт измерение диаметра трубки.

Необходимые приборы: Весы с разновесами, клин измерительный, штангенциркуль, воронка, соединённая с трубкой, имеющей кран и наконечник, колба, стакан химический тонкостенный, штатив.

Неустойчивость плавающих капель.(5)

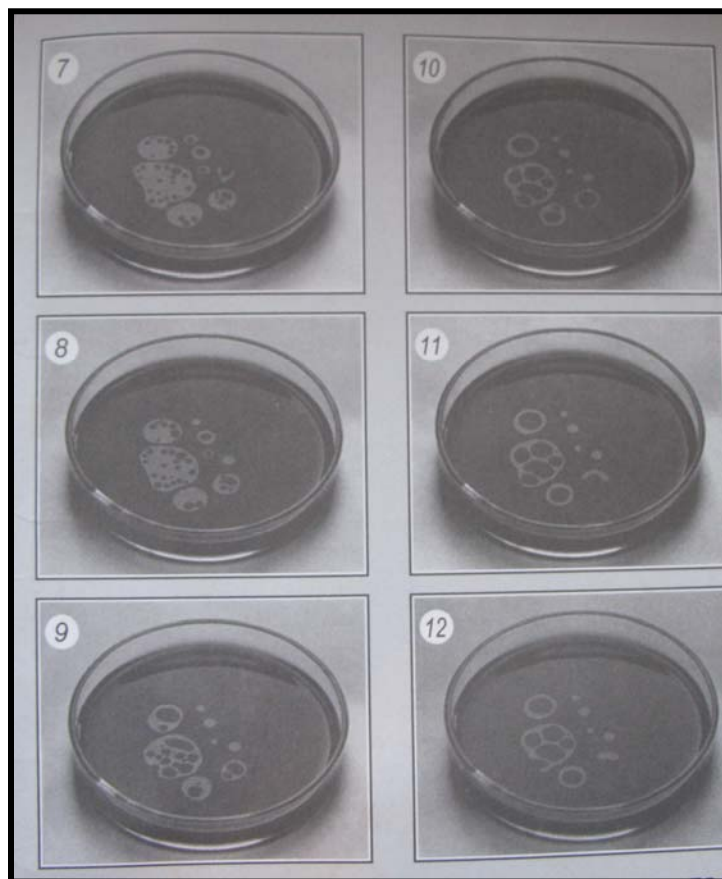


В стеклянную чашку налита чистая водопроводная вода, подкрашенная синей тушью, не содержащей спирта. Кончиком слегка смоченной подсолнечным маслом тонкой стеклянной трубки осторожно коснёмся поверхности воды так, что на ней остались восемь маленьких капелек (1). Затем резиновой грушей отберём немного воды из чашки – все капли несколько увеличились в размерах (2). Ещё отберём немного воды – капли растеклись больше, из-за течения воды некоторые из них деформировались, на поверхности капель появились зародыши разрывов (3). Все дальнейшие

изменения капель происходили самопроизвольно без постороннего вмешательства.

Серия фотографий 4-12 показывает, что появившиеся при отборе воды разрывы в каплях растут и объединяются так, что в конечном итоге остаётся один разрыв и капля превращается в кольцо. Однако и кольцо не сохраняет устойчивость: оно рвётся и вновь стягивается в каплю почти такую же по размерам, какая была в начале процесса! Чтобы убедиться в этом, сравним маленькие капли на фотографиях 2 и 12.

Объяснить явление можно тем, что первая порция масла полностью растекается по поверхности чистой воды, образуя слой, поверхностное натяжение которого меньше, чем воды, но больше, чем масла.



Вывод: Существование силы поверхностного натяжения объясняет многие интересные явления на Земле, но особый интерес вызывают эти силы в космосе, т.к. там из-за отсутствия силы тяжести она главенствует. Стоит заметить актуальность затронутой нами темы, т.к. человек осваивает новую для себя среду обитания – безграничный космос. Он там будет работать, и жить, вести научные исследования, получать новые материалы, следить за чистотой и порядком на планете. В XXI веке начнётся реализация проектов, таких как сооружение на орбите гигантских зеркал, для дополнительно освежения земли солнечным светом, космических станций, для полёта к другим планетам. Поэтому тем, кто так будет трудиться в космосе и тем, кто будет создавать космическую технику надо знать физику невесомости. Но не только им! Все мы в нашем технотронном мире должны быть немного физиками. И уникальные опыты в космосе позволят нам глубже понять законы этой науки. Нас теперь не убедит, почему трудно заморозить каплю на орбите, почему предоставленная сама себе капля воды собирается в шар, и почему песочные часы ведут себя не так как на земле. И хотя мы видели, что наши представления о поведении жидкости в космосе как бы опровергаются, всё равно и там работают единые законы природы, которые верны и для Земли и для Юпитера и для всей Вселенной, многие из них ждут своего открытия.

Библиография:

1. Видеофильм «Физика в Космосе». (1)
2. Физика 10 класс. Авторы: Н.М. Шахмаев, С.Н. Шахмаев, Д.Ш. Шодиев. Тема: «Поверхностное натяжение» стр. 43-45. (2).
3. Физика 8 класс. Автор: Г.Н. Степанова. Тема: «Свободная поверхность жидкости. Поверхностное натяжение» стр. 178-185. (3)
4. Журнал «Издательский дом Первое сентября. Секретарь редакции: Л.В. Урбанская. (4).
5. Журнал «Учебная физика 3» Тема: «Неустойчивость плавающих капель». Автор: В.В. Майнер. (5).