**ПРАВОСЛАВНАЯ ГИМНАЗИЯ**

**ИМЕНИ ПРЕПОДОБНОГО СЕРГИЯ РАДОНЕЖСКОГО**

**ФЕСТИВАЛЬ НАУЧНО-ТВОРЧЕСКИХ ПРОЕКТОВ**

**«ГАРМОНИЯ МИРОЗДАНИЯ»**

**Проектно-исследовательская работа**

**« ОПЫТЫ НА МОРОЗЕ»**

**учащихся 8 «а» класса**

**БИРЕВА ИВАНА**

**СТАКАНОВА ИВАНА**

**ЗВЕРЕВА ВЛАДИМИРА**

**Руководитель: Стерлягова Галина Геннадьевна**

**г. Сергиев Посад**

**2012**

 Длительные морозы , которые начались в этом году в Крещение, натолкнули нас на мысль провести опыты с водой при низкой температуре. Вода – одно из самых распространенных веществ. Почти $\frac{3}{4 }$ поверхности нашей планеты занято океанами и морями. Твёрдой водой – снегом и льдом – покрыто 20% [суши](http://forexaw.com/TERMs/Kultura545454/l82_%D0%A1%D1%83%D1%88%D0%B8_sushi). Из общего количества воды на Земле, равного 1 млрд. 386 млн. кубических километров, 1 млрд. 338 млн. кубических километров приходится на долю солёных вод Мирового океана, и только 35 млн. кубических километров приходится на долю пресных вод. Всего количества океанической воды хватило бы на то, чтобы покрыть ею земной шар слоем более 2,5 километров. На каждого жителя Земли приблизительно приходится 0,33 кубических километров морской воды и 0,008 кубических километров пресной воды. Но трудность в том, что подавляющая часть пресной воды на Земле находится в таком состоянии, которое делает её труднодоступной для человека. Почти 70% пресных вод заключено в ледниковых покровах полярных [стран](http://forexaw.com/TERMs/Society/Politics/l270_%D0%93%D0%BE%D1%81%D1%83%D0%B4%D0%B0%D1%80%D1%81%D1%82%D0%B2%D0%BE_state_%D1%81%D1%82%D1%80%D0%B0%D0%BD%D0%B0) и в горных ледниках, 30% - в водоносных слоях под землёй, а в руслах всех рек содержатся одновременно всего лишь 0,006% пресных вод. Молекулы воды обнаружены в межзвёздном пространстве. Вода входит в состав комет, большинства планет солнечной системы и их спутников.

 Описание опытов мы нашли в Интернете.

**Опыт 1. ЧТО БУДЕТ С СОСУЛЬКАМИ?**

Для опыта мы взяли две одинаковые сосульки . Вынесли на мороз две банки с водой.
В одну налили чистую воду, а в другую – насыщенный раствор поваренной соли.
Сначала охладили воду, помешали её и опустили в каждый сосуд по сосульке.
Подождали несколько минут! Ну и что? Смотрим! Как изменились сосульки в каждом сосуде?
Кристаллизация льда начинается обычно на каких-нибудь неровностях, поэтому в пресной воде идет усиленное образование льда, именно на сосульке, и она быстро растет. А в соленой воде кристаллизация наступит лишь при температуре примерно –20 °, а до тех пор более подвижные молекулы соли будут «толкать» сосульку, уменьшая её объем.

**Опят 2. ЗЕЛЕНЫЙ ЁЖИК.**

Для опыта взяли прозрачную пластиковую бутылку. Слегка подкрасили воду «зеленкой», налили ее в бутылку (около10 см по высоте) и выставили на мороз. И начали наблюдать. Вода начала замерзать у поверхности и у стенок, затем замерзание стало перемещаться к центру. Вода с краев из окрашенной стала прозрачной, а зеленое пятно стало собираться в клубок. Это можно объяснить так. При замерзании объем воды увеличивается, и во льду образуются пустоты. При кристаллизации вода вытесняет «зеленку», и единственный путь молекул красящего вещества– к центру!

 На практике метод вымораживания используется для очистки воды. Лед имеет кристаллическую структуру, построенную из молекул воды. Солям, растворенным в воде и инородным примесям в этой кристаллической структуре места нет. Кристаллическая решетка в процессе своего формирования вытесняет все примеси. Если вы обратите внимания на лед, замороженный в какой-либо емкости, то эти примеси сконцентрированы в одном месте, например в середине, или на дне, а вокруг будет прозрачный лед из чистой воды. Если вам приходилось рассматривать кубик льда, то вы, видели внутри него мутное облако, оно и является примесью, сосредоточенной в одном месте. В месте скопления солей вода не может полностью замерзнуть, образовав прозрачную кристаллическую структуру (это свойство солей используют при посыпании улиц в гололед).
 У жителей крайнего севера теоретически есть метод очистки воды путем вымораживания. Либо сколов внешние прозрачные слои, оставив лишь мутную серединку и потом растопить, либо подтапливать всю глыбу, но не до конца, по причине того, что если растопить лед вместе с его мутной серединой, то по химическому составу она станет такой же, какой была до замораживания. Экологи считают самой безопасной для человека именно талую воду древних ледников.

**Опыт 3. СНЕЖНЫЕ ЦВЕТЫ**

Когда облако образуется при очень низкой температуре, вместо дождевых капель пары воды сгущаются в крошечные иголочки льда; иголочки слипаются вместе, и на землю падает снег. Хлопья снега состоят из маленьких кристалликов, расположенных в форме звездочек удивительной правильности и разнообразия. Каждая звездочка делится на три, на шесть, на двенадцать частей, симметрично расположенных вокруг одной оси или точки. Как понаблюдать за процессом образования снежных звездочек?
Нужно только в сильный мороз выйти из дома и выдуть мыльный пузырь. Мы убедились, что пузыри не замерзают, сколько бы их ни выдерживали на морозе. Нам пришлось приготовить снежинку. Выдули пузырь и тут же сбросили на него сверху снежинку. Она мгновенно соскользнула вниз на дно пузыря. На том месте, где остановилась снежинка, началась кристаллизация пленки. Наконец, весь пузырь замерз. Если положить пузырь на снег – он также через некоторое время замерзнет.
В тонкой плёнке воды появятся ледяные иголочки; они на глазах собираются в чудесные снежные звездочки и цветы.

 **Опыт**  **4. КАКАЯ ВОДА ЗАМЕРЗНЕТ БЫСТРЕЕ?**

В холодных странах хорошо известно, что горячая вода, выставленная в мороз на улицу, замерзает скорее, чем холодная. Возможно, это покажется вздором, однако это отнюдь не бабушкины сказки. Мы попытались проверить это явление. Наполнили несколько сосудов различной формы теплой и холодной водой и поставили их в холодный морозный день за окно. И действительно , быстрее замерзла вода, имеющая более высокую температуру. Данный парадокс является экспериментальным фактом, противоречащим обычным представлениям, согласно которым при одних и тех же условиях более нагретому телу для охлаждения до некоторой температуры требуется больше времени, чем менее нагретому телу для охлаждения до той же температуры.

Этот феномен замечали в своё время Аристотель, Френсис Бэкон и Рене Декарт, однако лишь в 1963 году танзанийский школьник Эрасто Мпемба установил, что горячая смесь мороженого замерзает быстрее, чем холодная. Будучи учеником Магамбинской средней школы в Танзании Эрасто Мпемба делал практическую работу по поварскому делу. Ему нужно было изготовить самодельное мороженое – вскипятить молоко, растворить в нем сахар, охладить его до комнатной температуры, а затем поставить в холодильник для замерзания. По-видимому, Мпемба не был особо усердным учеником и промедлил с выполнением первой части задания. Опасаясь, что не успеет к концу урока, он поставил в холодильник еще горячее молоко. К его удивлению, оно замерзло даже раньше, чем молоко его товарищей, приготовленное по заданной технологии.

 После этого Мпемба экспериментировал не только с молоком, но и с обычной водой. Во всяком случае, уже будучи учеником Мквавской средней школы он задал вопрос профессору Деннису Осборну из университетского колледжа в Дар-Эс-Саламе (приглашенному директором школы прочесть ученикам лекцию по физике) именно по поводу воды: "Если взять два одинаковых контейнера с равными объемами воды так, что в одном из них вода имеет температуру 35°С, а в другом - 100°С, и поставить их в морозилку, то во втором вода замерзнет быстрее. Почему?" Осборн заинтересовался этим вопросом и вскоре в 1969 году они вместе с Мпембой опубликовали результаты своих экспериментов в журнале "Physics Education". С тех пор обнаруженный ими эффект называется *эффектом Мпембы*.

До сих пор никто точно не знает, как объяснить этот странный эффект. У учёных нет единой версии, хотя существует много. Всё дело в разнице свойств горячей и холодной воды, но пока не понятно, какие именно свойства играют роль в этом случае: разница в переохлаждении, испарении, формировании льда, конвекции или воздействии разжиженных газов на воду при разных температурах.

Парадоксальность эффекта Мпембы в том, что время, в течение которого тело остывает до температуры окружающей среды, должно быть пропорционально разности температур этого тела и окружающей среды. Этот закон был установлен еще Ньютоном и с тех пор много раз подтверждался на практике. В данном же эффекте вода с температурой 100°С остывает до температуры 0°С быстрее, чем такое же количество воды с температурой 35°С.Тем не менее, это еще не предполагает парадокс, поскольку эффекту Мпембы можно найти объяснение и в рамках известной физики. Вот несколько объяснений эффекта Мпембы.

**Испарение**

Горячая вода быстрее испаряется из контейнера, уменьшая тем самым свой объём, а меньший объем воды с той же температурой замерзает быстрее. Нагретая до 100 С вода теряет 16% своей массы при охлаждении до 0 С.

Эффект испарения – двойной эффект. Во-первых, уменьшается масса воды, которая необходима для охлаждения. И, во-вторых, снижается температура из-за того, что уменьшается теплота испарения перехода из фазы воды в фазу пара.

**Разница температур**

Из-за того, что разница температур между горячей водой и холодным воздухом больше, следовательно, теплообмен в этом случае идет интенсивнее и горячая вода быстрее охлаждается.

**Переохлаждение**

Когда вода охлаждается ниже 0 С она не всегда замерзает. При некоторых условиях она может претерпевать переохлаждение, продолжая оставаться жидкой при температурах ниже температуры точки замерзания. В некоторых случаях вода может оставаться жидкой даже при температуре –20 С.

Причина этому эффекту в том, что для того, чтобы начали формироваться первые кристаллы льда, нужны центры кристаллообразования. Если их нет в жидкой воде, тогда переохлаждение будет продолжаться до тех пор, пока температура не понизится настолько, что кристаллы начнут формироваться спонтанно. Когда они начнут формироваться в переохлаждённой жидкости, они начнут расти быстрее, формируя лёдовую шугу, которая замерзая, будет образовывать лёд.

Горячая вода больше всего подвержена переохлаждению, поскольку её нагревание устраняет растворённые газы и пузырьки, которые в свою очередь, могут служить центрами образования кристаллов льда.

Почему же переохлаждение заставляет горячую воду застывать быстрее? В случае с холодной водой, которая не переохлаждается , происходит следующее. В этом случае тонкий слой льда будет образовываться на поверхности сосуда. Этот слой льда будет действовать, как изолятор между водой и холодным воздухом и будет препятствовать дальнейшему испарению. Скорость формирования кристаллов льда в этом случае будет меньше. В случае с горячей водой, подвергающейся переохлаждению, переохлаждённая вода не имеет защитного поверхностного слоя льда. Поэтому она теряет тепло намного быстрее через открытый верх.

Когда процесс переохлаждения заканчивается и вода замерзает, теряется намного больше тепла и поэтому формируется больше льда.

Многие исследователи этого эффекта считают переохлаждение главным фактором в случае с эффектом Мпемба.

**Опыт 5. ТАЙНА МОРОЖЕННОГО.**

Когда впервые появилось мороженое, способ его приготовления охранялся как строжайший секрет. Напрасно при многих европейских дворах пытались использовать снег или лед для замораживания смеси из сливок, сахара и фруктовых соков. Смесь охлаждалась, но не замерзала. Пришлось прибегнуть к средству, которое мы теперь называем промышленным шпионажем. Что же выяснилось? Все дело в обычной соли. Чаще всего для охлаждения используют обыкновенную пищевую соль. Но подойдут и более редкие вещества: KCl, NaNO3. Чемпионом по понижению температуры оказалась соль CaCl2.Смешав 42 г этой соли со 100 г истолченного льда, можно получить температуру – 55 градусов Цельсия. Опыт по понижению температуры смеси: мы взяли снег, положили его в полиэтиленовый пакет и постепенно добавляли к нему соль, перемешивая смесь. Оказывается температуру такой смеси можно понизить до -20 градусов Цельсия!

**ОПЫТ 6. ОПЫТ С КИПЯТКОМ НА МОРОЗЕ.**

|  |
| --- |
|  Что произойдет с кипятком, если его выплеснуть на 30-градусный мороз? Он превратится... в снег. Не верите?  |

При выплескивании кипятка, он разбивается на мельчайшие капельки, которые тут же замерзают. Это происходит мгновенно, поэтому мы видим лишь снежное облако!

**ЗАКЛЮЧЕНИЕ.**

 Январские морозы зимы 2011-12 года помогли нам провести интересные опыты с водой. Мы смогли убедиться в удивительных свойствах воды и расширить наши представления о природе. Мы узнали какое практическое значение имеют получен-ные опытные факты. Нам понравилось проводить самим эксперимент и наблюдать физические явления. Результатом нашей работы стали фотографии и видеосюжеты, а так же презентация.

**ИНТЕРНЕТ – РЕСУРСЫ:**

1. [class-fizika.narod.ru/o34.htm](http://class-fizika.narod.ru/o34.htm)
2. [o8ode.ru/article/tawa/mpemba.htm](http://www.o8ode.ru/article/tawa/mpemba.htm)
3. [voda.biz-at-home.ru/novosti/voda](http://voda.biz-at-home.ru/novosti/voda)