

# *Интересные свойства воды*

*Исследовательская работа*

*ученицы 3Б класса МОУ СОШ №63*

*Забиякиной Ксении*

**Цель работы:** провести изучение эффекта Мпембы и подтвердить или опровергнуть факт, что горячая вода при отрицательной температуре замерзает быстрее холодной.

### **Задачи работы:**

- изучить имеющиеся материалы по данной теме;
- изучить некоторые химические и физические свойства воды;
- провести опыты с водой;
- сделать выводы о проделанной работе.

### **Методы исследования:**

- изучение литературы и материалов из интернета по данной теме;
- самостоятельное рассуждение и анализ данных;
- наблюдение;
- эксперимент.

## Что мы знаем о воде

нашей планеты, образующей океаны, моря, крайних ледяных пустынях полярных шапках горных вершин.

т живительную влагу в виде дождя, снега таяния и животные содержат в себе воду. Живые организмы нашей планеты

приспособились к различным условиям: к полной темноте, высокой температуре, холоду. Но ни одно живое существо не может обходиться без воды. Предполагается, что жизнь на планете Земля возникла благодаря наличию воды. В воде миллионы лет назад зародилась жизнь, в процессе эволюции





## Парадокс Мпембы

Одна из этих загадок эффект Мпембы – парадокс, который гласит, что горячая вода (при некоторых условиях) может замёрзнуть быстрее, чем холодная, хотя при этом она должна пройти температуру холодной воды в процессе замерзания.

Парадокс - это ситуация которая может существовать в реальности, но при этом совсем не имеет логического объяснения...





## Предыстория открытия

вскипятить молоко, температуры, а затем Мпемба не был особенностью задания. Опасно еще горячее молоко. товарищей, приготовил к учителю физики, мальчишка, и он провдал заданье приехавшему на поставленный во подтвердила наличие





## ИЛИ ВЫМЫСЕЛ?

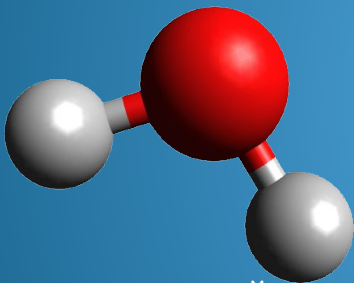
В интернете, выяснилось, что  
да не слышавшие о эффекте

Мпембы. На вопрос о том какая вода при одинаковых условиях, горячая или холодная, замерзнет раньше, дают ответ – конечно холодная. На втором: сторонники эффекта, доказывающие его многочисленными опытами. На третьем: противники, говорящие о невозможности такого эффекта. Ведь парадоксальность эффекта Мпембы в том, что горячая вода остывает до температуры  $0^{\circ}\text{C}$  быстрее, чем такое же количество холодной воды, хотя при этом она должна пройти температуру холодной воды в процессе охлаждения до  $0^{\circ}\text{C}$ .

Ну что же, остается провести эксперименты и своими глазами убедиться в справедливости всего выше сказанного. Но перед этим необходимо изучить основные свойства и состояния воды.

## Свойства воды

Химическая формула воды **H<sub>2</sub>O**. Молекула воды состоит из двух атомов водорода и одного атома кислорода. Так выглядит структура молекулы воды



В центре находится крупный атом кислорода, сбоку два более мелких атома водорода. Атомы соединены между собой химическими связями.

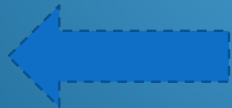
Основные физические свойства воды:

- вода прозрачна;
- бесцветна;
- не имеет вкуса;
- не имеет запаха;
- обладает текучестью;
- вода не содержит калорий;
- растворяет многие другие вещества;
- чистая вода – хороший изолятор;
- может переходить из одного агрегатного состояния в другое;
- вода, одно из немногих веществ при замерзании увеличивающиеся в объеме.

## Основные агрегатные состояния воды

Агрегатное состояние вещества – состояние одного и того же вещества в определенном интервале температур и давлений. Вода – единственное вещество на Земле, которое существует сразу в трех агрегатных состояниях: в твердом, жидком и газообразном виде. Известно что, когда вода сильно охлаждается, она превращается в лед. Растаяв лед опять превращается в воду, а при постепенном нагреве вода начинает испаряться переходя в газообразное состояние – пар.

Чем выше температура воды, тем интенсивнее она испаряется. При нормальном атмосферном давлении вода замерзает при температуре **0°C**, кипит вода при **100°C**.





# Экспериментальная часть

## Опыт 1

Возьмем два одинаковых пластиковых стакана. Промаркируем их буквами «Х» и «Г». В стакан с маркером «Х» нальем **150** мл холодной кипяченой воды, температурой **23°С**, в стакан с маркером «Г» нальем такое же количество горячей воды, температурой **72°С**. Оба стакана поставим в морозильную камеру на полтора часа, и каждые полчаса будем наблюдать за процессами происходящими в стаканах, не вынимая их из морозильной камеры.



В процессе наблюдения в первые пол часа, в стакане с маркером «Х», образовались кристаллы льда. В стакане с маркером «Г» кристаллы льда отсутствовали. Через час наблюдений в обоих стаканах образовался лед. Через полтора часа, вынимаем стаканы из морозильной камеры. И в том и другом стакане наблюдается толстая корка льда, с камерой заполненной водой в центре. Так же объем льда в стакане «Х», несколько больше, объема стакана «Г». Пробив лед и слив воду в две одинаковые емкости, мы наблюдаем, что в емкости помеченной «Х», воды меньше, чем в емкости помеченной «Г». Из этого опыта можно сделать вывод: холодная вода замерзла, раньше, чем горячая, при том, что объем горячей воды немного уменьшился в процессе более интенсивного испарения. При этом эффект Мпембы не наблюдался.



## Опыт 2

Возможно в предыдущем опыте было сделано что-то не так. Ведь в интернете сотни описаний и видео подтверждающие исследуемый парадокс. Поэтому в этом опыте будут использованы аппаратно-программные средства, в составе ноутбука с установленной программой мониторинга температуры, и два электронных датчика температуры. Цель этого опыта, определить с помощью приборов, какая вода горячая или холодная достигнет раньше точки замерзания.

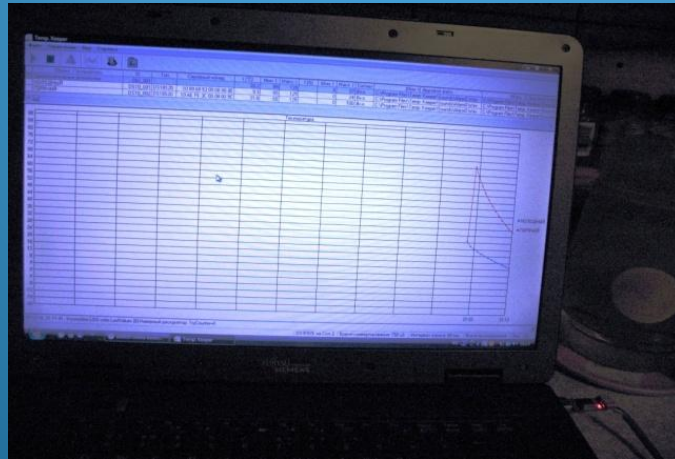
Возьмем те же стаканы, что использовались в первом опыте. Количество воды возьмем тоже, **150мл.** В стакан «Х» нальем холодную воду, в стакан «Г» горячую. Ставим стаканы в морозильную камеру, но в отличии от предыдущего опыта, меняем их местами, и на дно каждого стакана опускаем электронный термометр.





В программе температурного мониторинга задаем длительность наблюдения и время опроса электронных термометров, а так же функцию построения графика. Красный цвет графика присваиваем датчику находящемуся в стакане с горячей водой. Синий - датчику, который находится в стакане с холодной водой. Длительность нашего наблюдения делаем равным двум часам, а время опроса датчиков **60** секунд. Это означает, что в течении двух часов, раз в минуту, одновременно с обоих датчиков будет считываться текущая температура, которая будет отмечаться красным и синим цветом на графике.

Запускаем программу и наблюдаем, что температура горячей воды **70°C**, а холодной **22°C**. Следует отметить, что температура в морозильной камере **-27°C**.

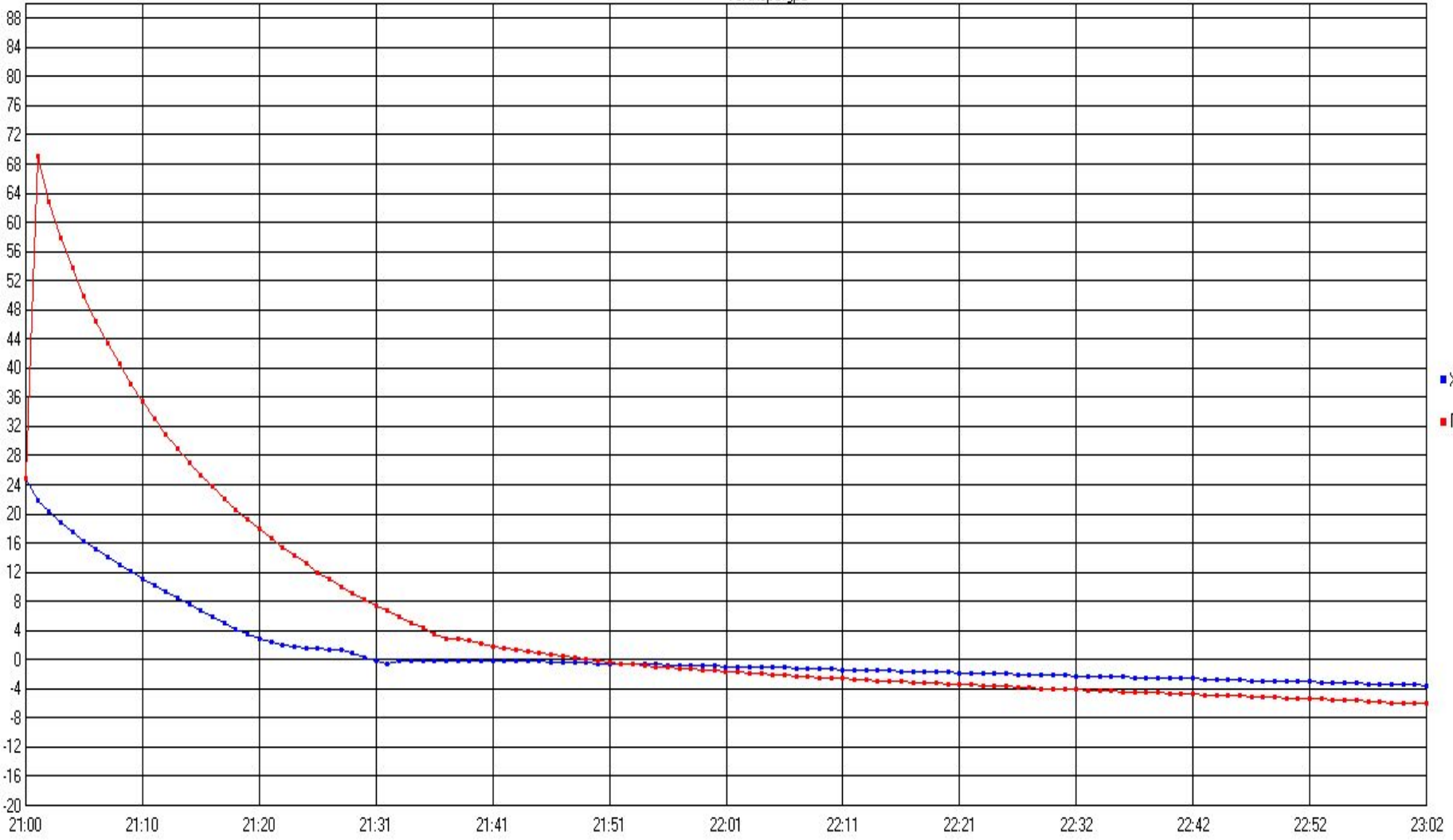




Два часа прошло, как и в первом опыте наблюдается толстая ледяная корка, с расположенной в середине не замерзшей водой. В этот раз льда больше, чем в предыдущем опыте, хотя этого следовало ожидать, времени прошло на пол часа больше. На стаканы предварительно были нанесены метки черным маркером, обозначающие уровень налитой воды. Как и в опыте **1**, наблюдается увеличение в объема льда, в стакане с холодной водой. В стакане с горячей водой, объем почти не изменился. Теперь стоит проанализировать полученный график, и получить ответ на вопрос – какая вода замерзает раньше, горячая или холодная.



Температура



■ ХОЛОДНЫЙ  
■ ГОРЯЧИЙ

Проанализировав полученный график можно точно сказать, что холодная вода достигла температуры замерзания **0°C** за **30** минут. Горячей же воде для этого потребовалось **48** минут, что на **18** минут больше. На графике видно, что начальная скорость охлаждения горячей воды выше скорости охлаждения холодной. Так же видно, что этот эффект наблюдается не только в плюсовых, но и в минусовых диапазонах температур. Скорее всего, более быстрое охлаждение горячей воды при минусовой температуре происходит из-за более позднего начала кристаллизации, то есть в лед она превращается при более низкой температуре. Но так как, задачи изучения поведения горячей воды при минусовых температурах, не входит в цели этого опыта, то на этом можно подвести итог.

Вывод : в проведенном опыте наглядно показано, что холодная вода начинает замерзать, гораздо раньше горячей. Эффект Мпембы данный опыт так же не подтверждает.

## Заключение

После проведенных опытов, факт, что горячая вода замерзает быстрее холодной – не подтвердился. Возможно данный парадокс проявляется при некоторых определенных условиях, и горячая вода, действительно замерзает раньше холодной... Но в повседневной жизни, самая обычная холодная вода, при нормальном атмосферном давлении и температуре до **-30°C**, замерзнет все же быстрее горячей. Что и было подтверждено описанными выше экспериментами.





*Спасибо за внимание!*