

Муниципальное бюджетное общеобразовательное учреждение основная
школа №19

Конференция НОУ «Интеллект»

Муниципальное бюджетное общеобразовательное учреждение
основная школа №19 п. Железнодорожный.

Исследование тепловых свойств раствора поваренной соли.

Выполнила:

ученица 8 класса

Болотина Светлана

Научный руководитель:

Карманова О. В. ,

учитель физики и математики

МБОУ ОШ №19

п. Железнодорожный

2018

Оглавление

Стр.

Введение	3
1. Обзор литературы	4
1.1 Охлаждающие смеси	4
1.2 Физические характеристики NaCl.	5
1.3 Химические характеристики NaCl.....	6
1.4 Выводы по 1 главе	7
2. Методика проведения экспериментального исследования	8
2.1 Приборы и материалы	8
2.2 Методика	8
3. Результаты эксперимента	10
3.1 Растворение соли в воде, находящейся в жидком агрегатном состоянии.	10
3.2 Растворение соли в воде, находящейся в твердом агрегатном состоянии.	10
3.3 Достижение криогидратной точки.....	11
3.4 Обсуждение результатов эксперимента	12
4. Практическое применение криосмесей	14
4.1 Применение криосмесей в промышленности и быту.	14
4.2 Применение криосмесей в медицине.....	15
Заключение.....	16
Источники информации.....	18

Введение

В повседневной жизни, мы часто сталкиваемся с явлениями, которые вызывает у нас много вопросов. В условиях холодного климата тротуары и шоссе зачастую покрываются льдом. Для того, чтобы пешеходы не получали травмы, а автомобили не попадали в аварии, лед посыпают песчано-соляной смесью. Я заметила, что при этом лёд тает. Почему это происходит?

Я предположила, что при добавлении соли к воде или снегу температура полученной смеси повышается. Так ли это? Я решила выяснить это экспериментально, поставив перед собой цель: изучить процесс взаимодействия воды и солит в двух агрегатных состояниях: жидком и твердом.

Достигнуть поставленной цели мне помогли следующие задачи:

1. Изучить источники информации.
2. Провести эксперименты с растворением соли в воде и снеге.
3. Обобщить результаты теоретических и экспериментальных исследований, сделать выводы.
4. Выяснить, какое практическое значение может иметь изменение температуры при добавлении соли.

В своей работе я использовала следующие методы исследований: изучение научной литературы; моделирование; эксперимент; сравнительный анализ.

1. Обзор литературы

1.1 Охлаждающие смеси

Изучив литературу, я выяснила, что если взять кусок сахара и коснуться им кипятка, кипяток втянется в сахар и дойдет до пальцев. Однако ожога не произойдет. Это показывает, что растворение сахара сопровождается охлаждением раствора. Если было бы нужно сохранить температуру при растворении неизменной, то для этого было бы необходимо подвести к раствору энергию. Отсюда следует, что при растворении кристалликов сахара внутренняя энергия системы «сахар-вода» увеличивается.

То же происходит при растворении большинства других кристаллов (именно тех, растворимость которых увеличивается с повышением температуры). Во всех подобных случаях внутренняя энергия раствора больше, чем внутренняя энергия кристалла и растворителя при той температуре, взятых в отдельности.

В примере с сахаром видно, что необходимая для растворения сахара теплота заимствуется от кипятка, охлаждение которого заметно даже по ощущению. Если растворение производится в воде, имеющей комнатную температуру, то получившаяся смесь может в некоторых случаях охладиться ниже 0°C , хотя смесь и остается жидкой, так как температура застывания раствора может быть значительно ниже нуля. Этим обстоятельством пользуются для получения сильно охлажденных смесей из снега и различных солей. Снег, начиная таять при 0°C , образует воду, в которой растворяется соль; несмотря на понижение температуры, сопровождающее растворение, получившаяся смесь не затвердевает. Снег, смешанный с этим раствором, продолжает таять, заимствуя теплоту плавления раствора, то есть охлаждая его. Процесс может продолжаться до тех пор, пока не будет достигнута температура замерзания полученного раствора. Иногда в литературе встречается термин «криосмесь». Криосмесь – это неологизм, поэтому в научной литературе это слово встречается довольно редко. Чаще это слово заменяют словосочетанием «охлаждающая смесь». Это системы из двух или нескольких твёрдых или

твёрдых и жидких веществ, при смешении которых происходит понижение температуры смеси вследствие поглощения тепла при плавлении или растворении составляющих системы

Я смогла так же определить список наиболее распространенных солей растворимость которых увеличивается с повышением температуры. Это такие соли как: сульфат меди, сульфат калия, сульфат алюминия, хлорид натрия(поваренная соль), хлорид аммония, нитрат калия. Наиболее доступным для экспериментов веществом является поваренная соль (NaCl).

1.2 Физические характеристики NaCl.

Геологи минерал такого состава называют «галит», а осадочную породу — «каменная соль». Устаревшей химический термин, который часто употребляется на производстве, — «хлористый натрий». Это вещество известно людям с глубокой древности, когда-то его считали «белым золотом». Хрупкие кристаллы галита — бесцветные или белые. В природе также встречаются месторождения каменной соли, окрашенной в серый, желтый либо голубой цвет. Иногда минеральное вещество обладает красным оттенком, что обусловлено видами и количеством примесей. Твердость галита по шкале Мооса составляет всего 2-2,5, стекло оставляет на его поверхности черту.

Другие физические параметры хлорида натрия:

- запах — отсутствует;
- вкус — соленый;
- плотность — $2,165 \text{ г/см}^3$ ($20 \text{ }^\circ\text{C}$);
- температура плавления — $801 \text{ }^\circ\text{C}$;
- точка кипения — $1413 \text{ }^\circ\text{C}$;
- растворимость в воде — 360 г/л ($20 \text{ }^\circ\text{C}$)(см. табл. 1).

Таблица 1

Растворимость некоторых веществ при различных температурах.

(масса вещества (г) в 100 г воды)

t°C	0°C	10°C	20°C	40°C	60°C	80°C	100°C
SO ₂	22,83	16,21	11,29	5,41	3,2	2,1	–
NH ₃	89,7	68,3	52,9	31,6	16,8	6,5	0
CuSO ₄	14,3	17,4	20,7	28,5	40,0	55,0	75,4
K ₂ SO ₄	7,35	9,22	11,11	14,76	18,17	21,4	24,1
Al ₂ (SO ₄) ₃	31,2	33,5	36,4	45,7	59,2	73,1	89,0
NaCl	35,7	35,8	36,0	36,6	37,3	38,4	39,8
NH ₄ Cl	29,4	33,3	37,2	45,2	55,2	65,6	77,3
KNO ₃	13,3	20,9	31,6	63,9	110,0	169	243
KNO ₂	278,8	–	298,4	334,9	350	376	412,9

Поскольку ранее я выяснила, что при растворении соли в воде температура раствора должна падать, то к этому списку физических свойств поваренной соли следует добавить физические свойства ее растворов. Криогидратная точка - температура, при которой раствор определенного вещества замерзает, иными словами это наиболее низкая температура, которую я смогу получить, смешав компоненты определенной массы. Криогидратная точка NaCl -21,5°C.

1.3 Химические характеристики NaCl.

Химический состав хлорида натрия отражает условная формула NaCl, которая дает представление о равном количестве атомов натрия и хлора. Но вещество образовано не двухатомными молекулами, а состоит из кристаллов. При взаимодействии щелочного металла с сильным неметаллом каждый атом натрия отдает валентный электрон более электроотрицательному хлору.

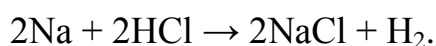
Возникают катионы натрия Na^+ и анионы кислотного остатка соляной кислоты Cl^- . Разноименно заряженные частицы притягиваются, образуя вещество с ионной кристаллической решеткой. Маленькие катионы натрия расположены между крупными анионами хлора. Число положительных частиц в составе хлорида натрия равно количеству отрицательных, вещество в целом является нейтральным.

При взаимодействии металлического натрия с газообразным хлором в пробирке образуется вещество белого цвета — хлорид натрия NaCl . Химия дает представление о различных способах получения одного и того же соединения. Вот некоторые примеры:

Реакция нейтрализации:



Окислительно-восстановительная реакция между металлом и кислотой:

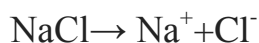


Действие кислоты на оксид металла:



Вытеснение слабой кислоты из раствора ее соли более сильной: $\text{Na}_2\text{CO}_3 + 2\text{HCl (водн.)} \rightarrow 2\text{NaCl} + \text{H}_2\text{O} + \text{CO}_2$ (газ).

Хлорид натрия в водном растворе почти полностью диссоциирован на ионы:



1.4 Выводы по 1 главе

Изучив физические и химические свойства соли, а так же теорию о криосмесях, я пришла к выводу, что гипотеза о повышении температуры раствора поваренной соли с водой не подтвердилась. Интересно было проверить на опыте, на сколько, можно понизить температуру воды при растворении поваренной соли в двух ее агрегатных состояниях, жидком и твердом.

2. Методика проведения экспериментального исследования

2.1 Приборы и материалы

Для своего исследования я использовала лабораторное оборудование: калориметр, термометр, весы лабораторные, разновесы, поваренную соль (NaCl), секундомер.

2.2 Методика

Исходя из того, что растворимость соли мало возрастает при увеличении температуры, я взяла массу соли равную 36 г для последующего ее растворения в 100 г воды (см. рис. 1), в последующих опытах я использовала именно эти величины.

Рисунок 1



Измеряя ежеминутно температуру воды в жидком состоянии при начальной температуре 20 °С, будем записывать показания термометра в таблицу, через 5 мин. от начала эксперимента добавим 36 г поваренной соли, продолжим измерять температуру полученного раствора на протяжении 20 мин. Этот же опыт повторим при другой температуре соли и воды в жидком состоянии. Третий эксперимент будет отличаться от двух первых агрегатным состоянием воды (см. рис. 2).

Рисунок 2



Повторим первый опыт со снегом. Четвертый эксперимент будет отличен от первого концентрацией соли, для этого удвоим количество соли и будем отмечать поминутно значение температуры. По итогам достигнутого понижения температуры попробуем создать условия для достижения криогидратной точки раствора поваренной соли.

3. Результаты эксперимента

3.1 Растворение соли в воде, находящейся в жидком агрегатном состоянии.

Растворяя 36 г. соли в 100 г. воды при начальной температуре воды и соли 21°C и температуре окружающей среды 20°C общее понижение температуры смеси составило 3°C . Поскольку понижение температуры незначительно, считаю, что построение графика этого процесса не иллюстративно.

Повышая температуру воды и соли до 24°C и повторив эксперимент при той же температуре окружающей среды мы получили изменение 2°C .

3.2 Растворение соли в воде, находящейся в твердом агрегатном состоянии.

Растворяя 18 г. соли в снеге при начальной температуре снега и соли -2°C и температуре окружающей среды 20°C общее понижение температуры смеси составило $-9,5^{\circ}\text{C}$ (см. табл. 2). Динамику процесса в течении 20 минут можно увидеть на графике (рис. 3). Повторим эксперимент увеличив количество соли до 36 г. (см. табл. 2, рис. 3).

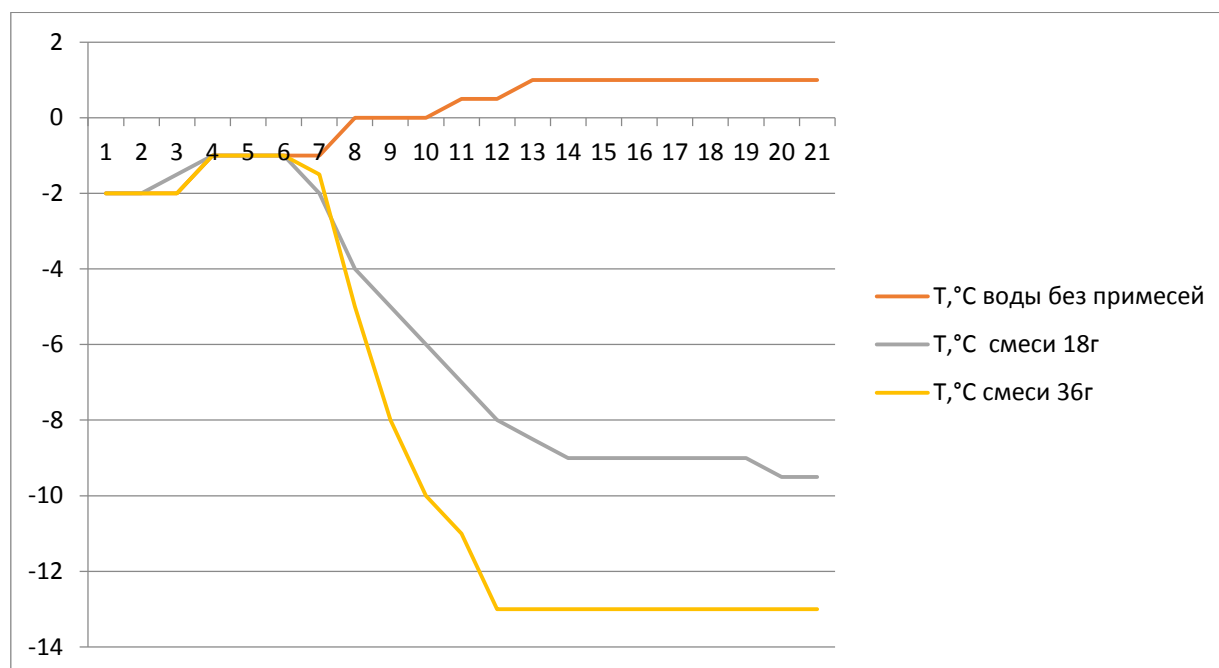
Для наглядности изменения температуры при добавления соли был проведен эксперимент с чистым веществом. При температуре окружающей среды 21°C , я проследила за изменением температуры снега без добавления соли как и в предыдущих экспериментах в течении 20 минут.

Таблица 2

t мин	T, °C воды без примесей	T ₁ , °C смеси 18г	T ₂ , °C смеси 36г
0	-2	-2	-2
1	-2	-2	-2
3	-2	-1,5	-2
4	-1	-1	-1
5	-1	-1	-1
6	-1	-1	-1
7	-1	-2	-1,5

8	0	-4	-5
9	0	-5	-8
10	0	-6	-10
11	0,5	-7	-11
12	0,5	-8	-13
13	1	-8,5	-13
14	1	-9	-13
15	1	-9	-13
16	1	-9	-13
17	1	-9	-13
18	1	-9	-13
19	1	-9	-13
20	1	-9,5	-13
21	1	-9,5	-13

Рисунок 3



3.3 Достижение криогидратной точки

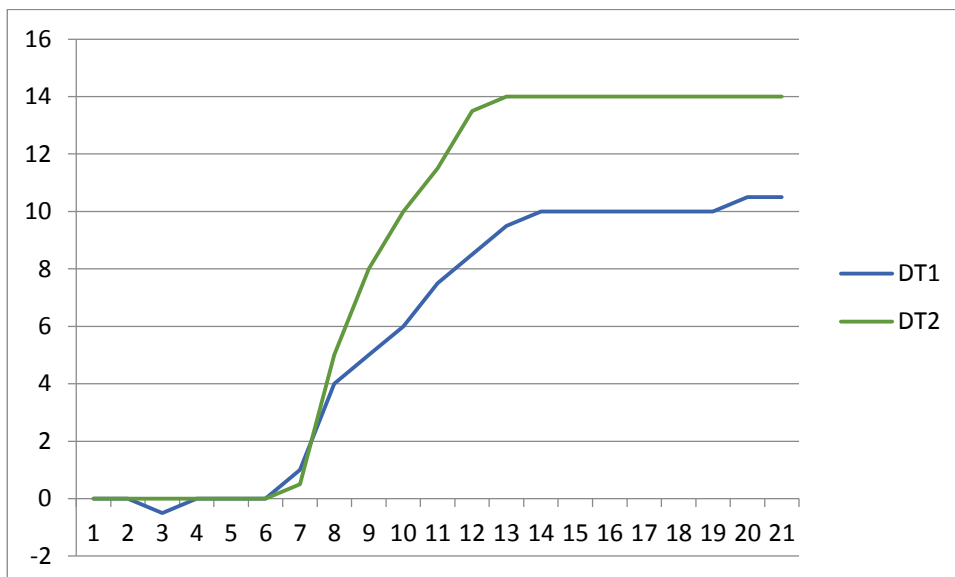
Достигнуть криогидратной точки в ходе экспериментов с водой и снегом при температуре окружающей среды 21°C и начальной температуре воды в жидком состоянии и снега -2°C не получилось. Поэтому я изменила условия эксперимента, проведя эксперимент на улице при температуре окружающей среды -5°C и температуре снега -8°C . В результате эксперимента температура смеси достигла отметки -20°C . Наблюдая последующие 20 минут за изменением

температуры стоит отметить, что температура смеси снега и воды не изменилась

3.4 Обсуждение результатов эксперимента

Для сравнительного анализа я построила графики разностей температур изменения температуры чистой воды и смеси воды и соли, из которых видно, что характеристики остывания снега при разной концентрации соли различны. В свойствах смесей есть интересная закономерность: температура плавления смеси нескольких веществ ниже, чем температура плавления каждого из чистых веществ по отдельности (см. рис. 4)

Рисунок 4.



По формуле: $Q = cm\Delta T$, где m – масса воды [кг], c – удельная теплоемкость воды, в соответствующем агрегатном состоянии [Дж/кг⁰С], ΔT – разность температур воды в начале и в конце эксперимента[⁰С], мы найдем потери тепловой энергии исследуемой системой за 20 мин.

Потери энергии в первом эксперименте с водой, при начальной температуре 21⁰С и 24⁰С, составили соответственно 973 Дж и 650 Дж.

Для расчета потерь энергии в экспериментах со льдом выбираем наибольшее отклонение температуры смеси от температуры чистой воды в соответствующий момент времени. (см. табл. 3)

Таблица 3

t мин	T, °C воды без примесей	T ₁ , °C смеси 18г	T ₂ , °C смеси 36г	$\Delta T_1 = T - T_1$	$\Delta T_2 = T - T_2$	Q ₁ , Дж	Q ₂ , Дж
0	-2	-2	-2	0	0		
1	-2	-2	-2	0	0		
3	-2	-1,5	-2	-0,5	0		
4	-1	-1	-1	0	0		
5	-1	-1	-1	0	0		
6	-1	-1	-1	0	0		
7	-1	-2	-1,5	1	0,5		
8	0	-4	-5	4	5		
9	0	-5	-8	5	8		
10	0	-6	-10	6	10		
11	0,5	-7	-11	7,5	11,5		
12	0,5	-8	-13	8,5	13,5		
13	1	-8,5	-13	9,5	14		2940
14	1	-9	-13	10	14		
15	1	-9	-13	10	14		
16	1	-9	-13	10	14		
17	1	-9	-13	10	14		
18	1	-9	-13	10	14		
19	1	-9	-13	10	14		
20	1	-9,5	-13	10,5	14	2205	
21	1	-9,5	-13	10,5	14		

Очевидно, что при большей концентрации вещества разность температур чистой воды и смеси снега и соли достигает большей величины значительно быстрее.

4. Практическое применение криосмесей

4.1 Применение криосмесей в промышленности и быту.

В наше время охлаждающие смеси применяются в домашнем быту, в лабораториях и вообще там, где не требуется очень сильное и продолжительное охлаждение. Для последнего и для промышленных целей наука и экономический расчет создали более могущественные средства искусственного охлаждения. Основными областями применения криосмесей в быту, в медицине и в лаборатории можно определить:

- быстрое охлаждение напитков или продуктов;
- сохранение продуктов на короткое время при отсутствии холодильника в тёплое время года;
- в лаборатории - перегонка легкокипящих жидкостей или газов;
- разделение 2-х несмешивающихся жидкостей, одна из которых имеет низкую температуру замерзания (бензол-вода)

Жидкие смеси (жидкости):

- Зимой применяются антифризы, не замерзающие при температурах до -40°C .
- Низкозамерзающие охлаждающие жидкости предназначены для применения в системах охлаждения двигателей.
- Смазочно-охлаждающие жидкости.
- Обработка металла
 - Фрезерование (отвод тепла от режущих инструментов)
 - Нарезание резьбы на деталях
 - Прокатка листового металла

Твёрдые смеси:

- Для охлаждения и замораживания пищевых продуктов, а также их хранения и транспортировки в замороженном состоянии широко используют сублимацию сухого льда (твёрдой двуокиси углерода).
- Вымораживание паров ртути (метанол+твёрдая углекислота)

- Ледники, в которых обеспечивается околонулевая температура, применяются в сельском хозяйстве и отчасти в торговле и молочной промышленности, главным образом для хранения скоропортящихся продуктов.
- Поверхность, посыпанных песчано-соляной соляной смесью обледеневших дорог и тротуаров понижается, что приводит к необходимости учитывать это обстоятельство. Шины автомобилей в нашей полосе с наступлением зимы необходимо устанавливать зимние, в снежную относительно теплую зимнюю погоду учитывать при выборе обуви тот факт, что температура снега на тротуарах может достигать $-21,5\text{ }^{\circ}\text{C}$

4.2 Применение криосмесей в медицине

Локальная гипотермия – лечебное воздействие на ограниченные участки тела холодовых факторов, которые снижают температуру тканей не ниже пределов их криоустойчивости ($5-10^{\circ}\text{C}$).

Известны терапевтические пакеты для охлаждения тканей организма двух основных типов. Первые основаны на использовании эндотермической реакции, происходящей при растворении некоторых солей в воде. Такие пакеты удобны для применения в полевых условиях, поскольку не требуют привлечения холода извне. Но при малой теплоемкости пакеты одномоментного действия не эффективны в условиях жаркого климата и не могут обеспечить оптимальный уровень гипотермии при различных медицинских показаниях.

Действие пакетов второго типа основано на предварительной аккумуляции холода содержимым пакета (например, гелем) в холодильной камере. Такие пакеты имеют большую теплоемкость, но не могут обеспечить моментальный лечебный эффект без предварительного их охлаждения в течение нескольких часов в морозильной камере. Однако, главным недостатком таких устройств является кратковременность действия – следствие скоротечности эндотермической реакции между водой и солью.

Заключение

В своем исследовании я убедилась в ошибочности поставленной гипотезы о повышении температуры снега и льда при добавлении в него поваренной соли. Следует отметить что при комнатной температуре в быту достигнуть криогидратной точки раствора соли – $-21,5\text{ }^{\circ}\text{C}$ не удастся. Наиболее заметное понижение температуры отмечается при растворении соли в воде находящейся в твердом агрегатном состоянии. Это условие обеспечивает и практическое применение твердых криосмесей NaCl. Как рекомендации по использованию результатов моего исследования отмечу следующее:

- Для пролонгирования реакции используются следующие средства: последовательное растворение порций соли; регулирование в процессе реакции поверхности контакта воды и соли; применение солей в гранулированном виде с растворимыми или пористыми оболочками гранул.

- Чем больше содержание поваренной соли в смеси, тем больше гипотермический (охлаждающий) эффект.

- Максимальное охлаждение до температуры -21°C достигается при приготовлении смеси 3 части снега и 1 часть соли. При дальнейшем увеличении концентрации соли охлаждение смеси не происходит.

- Смешивание производить как можно быстрее.

- При начальной температуре снега близкой к 0°C и температуре окружающей среды 20°C достичь криогидратной точки не удастся, минимум температур в этих условиях составил -13°C

- Учитывать, что в снежную относительно теплую зимнюю погоду тот факт, что температура снега на тротуарах и дорогах может достигать $-21,5\text{ }^{\circ}\text{C}$.

- В быту криосмесь льда и соли можно использовать в следующих ситуациях:

- быстрое охлаждение напитков или продуктов;

- сохранение продуктов на короткое время при отсутствии холодильника в тёплое время года;
- для охлаждения и замораживания пищевых продуктов, а также их хранения и транспортировки в замороженном состоянии;
- для локальной гипотермии.

Источники информации

1. Интересный мир химии [сайт] URL <http://www.chemicalnow.ru/chemies-4799-1.html>: (дата обращения 03.12.2017)
2. Ландсберг Г. С. Элементарный учебник физики. В 3 т. Т. I. Механика. Теплота. Молекулярная физика. М.: Наука, 1986, 656с.
3. Прохоров А. М. Советский энциклопедический словарь. М: Советская энциклопедия, 1990. 1632с.
4. Справочник химика [сайт] URL: <http://chem21.info/info/1632253/>(дата обращения 07.12.2017)
5. Термалинфо [сайт] URL: <http://thermalinfo.ru> (дата обращения 03.12.2017)
6. Химик – сайт о химии [сайт] URL: <http://www.xumuk.ru/bse/1948.html>(дата обращения 09.12.2017)