МУНИЦИАЛЬНОЕ БЮДЖЕТНОЕ ОБЩЕОБРАЗОВАТЕЛЬНОЕ УЧЕРЕЖДЕНИЕ «СРЕДНЯЯ ОБЩЕОБРАЗОВАТЕЛЬНАЯ ШКОЛА С УГЛУБЛЕННЫМ ИЗУЧЕНИЕМ ОТДЕЛЬНЫХ ПРЕДМЕТОВ №8»
Г. ВОРОНЕЖА

**«Сад в стекле»**

Работу выполнила:

Башкирова Валерия Валерьевна

Ученица 10 «Б» класса

МБОУ СОШ с УИОП №8

Научный руководитель:

учитель химии

Илюшина Ксения Валерьевна

Воронеж 2022

Содержание

|  |  |
| --- | --- |
| 1. Введение
 | 3 |
| 1. Литературный обзор
 | 4 |
| * 1. Скорость химической реакции
 | 4 |
| * 1. Факторы, влияющие на скорость химической реакции
 | 4 |
| * 1. Кристаллы
 | 5 |
| * 1. Силикаты
 | 6 |
| 1. Экспериментальная часть
 | 7 |
| 1. Обсуждение результатов
 | 8 |
| 1. Выводы
 | 12 |
| 1. Список литературы
 | 13 |

1. **Введение**

Время – самый ценный ресурс, который у нас есть. Люди постоянно придумывают способы выполнить как можно больше своих дел за минимальное время или вообще найти 25 час в сутках. На уроках химии 9 класса мы проходили тему «Скорость химической реакции». В которой изучили факторы, которые могут повлиять на ход реакции. Для эксперимента мы взяли красивые реакции образования «химических водорослей» или образования кристаллов силикатов тяжелых металлов. Ведь окружающий нас мир состоит из кристаллов, они повсеместно встречаются в нашей жизни и находят широкое применение в науке, технике и промышленности.

 Мы хотим в нашем исследовании подтвердить **гипотезу** о том, что существует закономерность между ростом кристаллов и факторами, влияющими на него. Соответственно **целью** нашего исследования стало выявление данных факторов и оптимальных условий, чтобы вырастить «химические водоросли».

И для достижения этой цели мы поставили перед собой следующие **задачи**:

1. Изучить литературу по данной теме
2. Вырастить «водоросли» из солей различных металлов, в разных условиях
3. Изучить зависимость роста кристаллов от состава соли, концентрации раствора силикатного клея и температуры раствора силикатного клея.

**Объект исследования**: процесс кристаллизации

**Предмет исследования**: силикаты d-металлов.

**Методы исследования**: анализ источников информации, наблюдение, эксперимент, анализ полученных результатов, сравнение, фотографирование.

1. **Литературный обзор**
	1. **Скорость химической реакции**

Все химические реакции идут с разными скоростями. Например, превращение графита в алмаз в Земле – очень долгая, а взаимодействие кислорода с водородом происходит мгновенно.

Что такое скорость? Это изменение какой-либо величины в момент времени. В химии под понятием скорость химической реакции подразумевается количество соударений частиц, с последующим химическим превращением, за единицу времени.

При рассмотрении скорости какой-либо реакции, мы обязательно должны учитывать агрегатное состояние исходных веществ в системе. Разделяют гомогенные системы и гетерогенные. Гомогенной называется система, состоящая из одной фазы, гетерогенной – система, состоящая из нескольких фаз. И если реакция идет в гомогенной системе, то она идет во всем объеме этой системы и скорость реакции будет определяться следующим образом: количество вещества, вступающего в реакцию или образующегося при реакции за единицу времени в единице объема системы.

$ʋ\_{гом}=\frac{Δn}{Δt\*V}$; [$\frac{моль}{с\*л}$].

Если реакция идет в гетерогенной системе, то реакция будет зависит от площади реагирующих веществ, так как реакция будет происходить только на границе раздела фаз. И скорость такой реакции будет определяться количеством вещества, вступающего в реакцию или образующегося при реакции за единицу времени на единице площади поверхности фазы [1].

$ʋ\_{гет}=\frac{Δn}{Δt\*S}$; [$\frac{моль}{мин\*см^{2}}$].

* 1. **Факторы, влияющие на скорость химической реакции**

Существует пять факторов, которыми мы можем повлиять на скорость химической реакции: природа реагирующих веществ, концентрация исходных веществ, температура системы, площадь соприкосновения реагирующих веществ и катализаторы.

*Зависимость скорости реакции от природы реагирующих веществ.* В этом случае, большое значение имеет строение электронной оболочки атома, тип химической связи и ее прочность в молекулах, структура вещества, прочность его кристаллической решётки.

*Зависимость скорости реакции от площади поверхности реагирующих веществ*. Этот фактор характерен только для гетерогенных систем, так как в гомогенных реакция идет во всем объеме. Вещества будут реагировать быстрее, если площадь соприкосновения исходных веществ больше. Растворяя вещество, мы уменьшаем его размеры и увеличиваем тем самым площадь поверхности. Поэтому химические процессы между веществами, находящимися в жидком или газообразном состоянии, имеют большую скорость, чем между веществами, находящимися в кристаллическом состоянии.

*Зависимость скорости реакции от температуры.* Для разрыва химических связей нужна энергия. Когда сталкиваются активные молекулы, они могут прореагировать. Если же энергия молекул мала, то взаимодействие может не произойти. Повышая температуру системы, мы сообщаем молекулам дополнительную энергию, которая способствует протеканию реакции.

*Зависимость скорости реакции от концентрации реагирующих веществ.* Чтобы произошла химическая реакция необходимо столкновение молекул. Очевидно, что с увеличением концентрации, увеличивается количество молекул и увеличивается количество соударений между участвующими в химическом процессе веществами.

*Зависимость скорости реакции от присутствия катализатора*. Существуют вещества, способные изменять скорость химической реакции, оставаясь при этом неизменными. Такие вещества называются катализаторами. Катализатор образует промежуточные соединения с исходным веществом, понижая энергию активации и тем самым ускоряя взаимодействие. Наряду с катализаторами, существуют ингибиторы – вещества, замедляющие химическую реакцию [2].

* 1. **Кристаллы**

Сегодня кристаллы окружают нас повсюду. Мы ходим по кристаллам, строим из кристаллов, обрабатываем кристаллы на заводах, выращиваем их в лабораториях, широко применяем в технике и науке, едим кристаллы и лечимся ими. Почти все твердые тела относятся к кристаллам, обычно мы этого не замечаем, так как встречаем вещества в виде прочно сцепившихся мельчайших кристаллических зернышек [3].

Кристаллы имеют некую внутреннюю симметрию, которая явно выражается тогда, когда кристаллы имеют возможность свободно расти без помех. Центры частиц образуют кристаллическую решетку, которая состоит из повторяющихся частей. Кристаллы образуются тремя путями. Кристаллизация может происходить из расплава, например, образование вулканических пород. Магма, проникающая в трещины земной коры или вытесняемая в виде лавы на ее поверхность, содержит многие элементы в разупорядоченном состоянии. При охлаждении магмы или лавы частицы разных элементов притягиваются друг к другу, образуя кристаллы различных минералов. В таких условиях возникает много зародышей кристаллов. Увеличиваясь в размере, они мешают, друг другу расти, а поэтому гладкие наружные грани у них образуются редко. Кристаллизация может происходить в растворе, например, соли, выпавшие из морской воды. Если дать раствору медленно испаряться, то он вскоре станет насыщенным и дальнейшее испарение приведет к выделению соли. И третий способ образования кристаллов – непосредственно из пара или газа, например образование снежинок [4].

Использование кристаллов в жизни не знает границ. Это и ювелирное дело, оптика, полупроводники, радиопередатчики и многое другое.

* 1. **Силикаты**

Силикатами называют соли кремниевой кислоты. Силикаты представляют собой разнообразные по внешнему виду и свойствам минералы, которые образованы соединениями кремнезема. На нашей планете они присутствуют преимущественно в земной коре, а также в верхней и нижней частях мантии.

Силикаты – твердые и тугоплавкие вещества, не разлагаются под действием кислот и чаще всего не растворимы в воде. Природные силикаты обладают сложным строением, в основе которого лежат разнообразные вариации связей кремния и кислорода, к которым присоединяются другие элементы. Различают островные, поясные, цепочные, каркасные и листовые структуры силикатов [5].

Силикаты находят широкое применение во многих областях жизни. Основная сфера их применения – строительство. Одним из самых распространенных областей применения силикатов – производство цемента, главными компонентами которого являются оксид кальция, оксид кремния (IV), оксиды алюминия и железа (III). В промышленности цемент получают измельчением клинкера и гипса. Клинкер – продукт равномерного обжига до спекания однородной сырьевой смеси, состоящей из известняка и глины определенного состава. Если образующийся при этом порошок смешать с водой, то получается масса, постепенно затвердевающая на воздухе.

Еще одна из популярных сфер применения силикатов – изготовления стекол. Производство стекла в индустрии происходит в печах тоннельного типа с беспрерывной поддержкой заданной температуры. С одного конца печи загружается сухая смесь, на выходе выгружается готовый материал. Силикатное стекло можно разделить на три вида.

Кварцевое стекло примесей оксидов натрия, калия – бесщелочное стекло. Натриевое, калиевое – щелочное стекло. Щелочное с высоким содержанием оксидов тяжелых металлов, для оптического стекла.

1. **Экспериментальная часть**

Наше исследование мы начали с эксперимента, который носит название «химические водоросли», «коллоидный сад» или «сад в стекле» [6].

*Эксперимент 1. Зависимость роста кристаллов от строения соли.*

В стаканы налили 25 мл силиката натрия и разбавили водой в соотношении 1:1. Далее добавили по 1 кристаллику соли железа, кобальта, меди и никеля. Наблюдали рост кристаллов, который фиксировали с помощью секундомера.

Для следующего эксперимента выбрали соли железа и кобальта, как как они быстро образовывали кристаллы с четкой структурой.

*Эксперимент 2. Зависимость роста кристалла от концентрации раствора силиката натрия.*

В пяти пробирках приготовили растворы силикаты натрия с разными концентрациями. 5%, 25%, 50%, 75% и 95%. Добавляли кристаллики соли и фиксировали рост кристаллов.

*Эксперимент 3. Зависимость роста кристалла от температуры раствора силиката натрия.*

В пяти пробирках приготовили растворы силикаты натрия с разными температурами. 21˚С, 32˚С, 40˚С, 50˚С и 65˚С. Добавляли кристаллики соли и фиксировали рост кристаллов.

1. **Обсуждение результатов**

Проведя первый опыт, мы наблюдали как растут «химические водоросли», которые состоят их нерастворимых силикатов и напоминают настоящие водоросли. В зависимости от металла получали разный цвет водорослей. Силикаты железа (III)– кристаллы оранжевого цвета, кобальта (II)- фиолетового, меди – синего и у никеля кристаллы зеленого цвета.

Начало роста «водорослей» тоже зависит от того, какой метал образует силикат. Кристаллы из хлоридов железа (III) и кобальта вырастали мгновенно, в отличие от кристаллов из сульфата меди, у которого первые «рожки» показались через полчаса.

Но все силикаты росли по одному типу: на кристаллике вытягивалась тоненькая трубочка, состоящая из образующегося осадка. В этот момент трубочка представляет собой полупроницаемую мембрану, через которую протекает внутрь вода. Наблюдается одностороннее перемещение вещества через мембрану – осмос. В некоторых местах трубочка рвется, вновь образуется осадок – растет новая трубочка.

Таб.1-2. Зависимость роста кристаллов от состава соли

|  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- |
| Соль | Начало роста кристалла | Уравнение химической реакции | Цвет водорослей |
| $$FeCl\_{3}$$ | сразу | Na2SiO3 + FeCl3 → NaCl + Fe2(SiO3)3↓ | оранжевый |
| $$CoCl\_{2}$$ | сразу | Na2SiO3 + CoCl2 → NaCl + CoSiO3↓ | фиолетовый |
| $$Fe\_{2}\left(SO\_{4}\right)\_{3}$$ | 3 мин | Na2SiO3 + Fe2(SO4)3 → Na2SO4 + Fe2(SO4)3↓ | оранжевый |
| $$CuSO\_{4}$$ | 27 мин | Na2SiO3 + CuSO4 → Na2SO4 + CuSiO3↓ | синий |
| $$NiSO\_{4}$$ | 30 с | Na2SiO3 + NiSO4 → Na2SO4 + NiSiO3↓ | зелёный |

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
| Соль | Время эксперимента | Характеристика выросшего кристалла |
| 5 мин | 10 мин |
| $$FeCl\_{3}$$ | 60мм | 70мм | Нитевидные, сверху уплотнялись |
| $$CoCl\_{2}$$ | 70мм | 80мм | Нитевидные, сверху уплотнялись в виде пики |
| $$Fe\_{2}\left(SO\_{4}\right)\_{3}$$ | 20мм | 35мм | Тонкие нити, с шаровидными уплотнениями |
| $$CuSO\_{4}$$ | ̶ | ̶ | ̶ |
| $$NiSO\_{4}$$ | 30мм | 50мм | Тонкие нити |

Затем перешли к изучению зависимости роста кристаллов от различных факторов. Первым мы решили изучить влияние концентрации силикатного клея. Этот эксперимент мы провели с двумя солями, хлоридами кобальта и железа (III) которые в прошлом эксперименте показали хорошие результаты, быстро выросшие в крупные водоросли.

Таб.3. Зависимость роста кристаллов Fe2(SiO3)3 от концентрации силикатного клея при комнатной температуре (t=21˚C)

|  |  |
| --- | --- |
| ХарактеристикиFe2(SiO3)3 | Концентрация раствора силикатного клея |
| 5% | 25% | 50% | 75% | 95% |
| Начало кристаллизации | сразу | сразу | сразу | сразу | сразу |
| Высота кристалла через 1 минуту | 10 мм | 11 мм | 15 мм | 35 мм | 25 мм |
| Высота кристалла через 2 минуты | 17 мм | 15 мм | 25 мм | 40 мм | 37 мм |
| Высота кристалла через 5 минут | 20 мм | 25 мм | 35 мм | 40 мм | 42 мм |
| Высота кристалла через 10 минут | 22 мм | 26 мм | 40 мм | 45 мм | 45 мм |
| Характеристика выросшего кристалла | Нити с шаровидными наростами | Нити с шаровидными наростами | Очень тонкие нити с наростами сверху | Тонкие нити | Толстые нити |

Таб.3. Зависимость роста кристаллов CoSiO3 от концентрации силикатного клея при комнатной температуре (t=21˚C)

|  |  |
| --- | --- |
| ХарактеристикиCoSiO3 | Концентрация раствора силикатного клея |
| 5% | 25% | 50% | 75% | 100% |
| Начало кристаллизации | 10с | 5с | сразу | сразу | сразу |
| Высота кристалла через 1 минуту | 3 мм | 2 мм | 5 мм | 7 мм | 3 мм |
| Высота кристалла через 2 минуты | 7 мм | 10 мм | 15 мм | 13 мм | 10 мм |
| Высота кристалла через 5 минут | 10 мм | 15мм | 25мм | 40мм | 25мм |
| Высота кристалла через 10 минут | 11 мм | 15 мм | 25 мм | 42 мм | 35 мм |
| Характеристика выросшего кристалла | Толстые рожки | Толстые нити | Нити | Тонкие нити | Толстые длинные рожки |

Проведенные эксперименты (таб.3-4.) с разными концентрациями силиката натрия подтверждают правило, что скорость химической реакции зависит от концентрации реагирующих веществ. Можно увидеть некоторые расхождения, особенно при самой большой концентрации, там высота кристаллов чуть меньше – это связано с тем, что на высоких концентрациях «водоросли» вырастали более крупные. Также некоторые погрешности можно связать с различными размерами кристалликов исходных солей.

Для следующего опыта мы выбрали концентрацию силиката натрия равную 50%. Так как при этой концентрации образовывались высокие и достаточно крупные кристаллы.

Таб.5. Зависимость роста кристаллов Fe2(SiO3)3 от температуры раствора силикатного клея при концентрации 50%.

|  |  |
| --- | --- |
| ХарактеристикиFe2(SiO3)3 | Температура раствора силикатного клея (50%), ˚С |
| 21 | 32 | 40 | 50 | 65 |
| Начало кристаллизации | сразу | сразу | сразу | сразу | сразу |
| Высота кристалла через 1 минуту | 10 мм | 4 мм | 10 мм | 5 мм | 30 мм |
| Высота кристалла через 2 минуты | 12 мм | 15 мм | 11 мм | 20 мм | 37 мм |
| Высота кристалла через 5 минут | 25 мм | 27 мм | 27 мм | 33 мм | 40 мм |
| Высота кристалла через 10 минут | 27 мм | 30 мм | 31 мм | 35 мм | 45 мм |
| Высота кристалла через 15 минут | 30 мм | 50 мм | 48 мм | 58 мм | 65 мм |
| Характеристика выросшего кристалла | Нити  | Толстые нити с уплотнениями | Толстые нити | Тонкие нити | Множество нитей с шаровидными уплотнениями |

Таб.6. Зависимость роста кристаллов CoSiO3 от температуры раствора силикатного клея при концентрации 50%.

|  |  |
| --- | --- |
| ХарактеристикиCoSiO3 | Температура раствора силикатного клея (50%), ˚С |
| 21 | 32 | 40 | 50 | 65 |
| Начало кристаллизации | 10 c | сразу | сразу | сразу | сразу |
| Высота кристалла через 1 минуту | 4 мм | 7 мм | 7 мм | 10 мм | 12 мм |
| Высота кристалла через 2 минуты | 7 мм | 10 мм | 15 мм | 17 мм | 21 мм |
| Высота кристалла через 5 минут | 10 мм | 15 мм | 25 мм | 30 мм | 33 мм |
| Высота кристалла через 10 минут | 15 мм | 17 мм | 30 мм | 40 мм | 35 мм |
| Высота кристалла через 15 минут | 20мм | 25 мм | 40 мм | 55 мм | 60 мм |
| Характеристика выросшего кристалла | Небольшие рожки | Небольшие рожки | Рожки с уплотнением сверху | Множество тонких нитей с уплотнениями в виде пик | Скопление длинных плотных рожек |

По данным таб.5-6. Так же отчетливо видно, что высота кристаллов зависит от температуры раствора силиката натрия.

1. **Выводы**
2. Гипотеза подтвердилась, существует закономерность между составом соли, концентрацией раствора исходного силиката натрия, а также температурой его раствора.
3. Хлориды кобальта и железа (III) показали самые умпешные результаты, образуя четкие кристаллы за короткое время.
4. Было выявлено, что при высоких температурах и больших концентрациях силиката натрия кристаллов образовывалось больше, и они были плотнее
5. **Список литературы**
6. Глинка, Н.Л. Общая химия: учебное пособие для вузов / под ред. В.А.Рабиновича.– Л.:Химия,1983. - 704с.
7. Кузнецова Л.М. химия: учебник для 9 кл. средней образоват. Шк.-Обнинск:Титул, 2000. – с.117-118
8. Вещество и энергия /Детская энциклопедия. т.3. М.: Академия педагогических наук РСФСР, с365
9. Петров Т.Г. и др. Выращивание кристаллов из растворов. Л.: Недра,1983.
10. Лучинский Г.П. Синилина В.И. Курс химии. М.: Высшая школа, 1972- с 198.
11. Рюмин В.В. Химические опыты. М.: АСТ, 2018 –200 с.