

Муниципальное Бюджетное Общеобразовательное Учреждение Одинцовская  
Гимназия №7  
(143000, Московская область, г. Одинцово, ул. Северная, д.60)  
тел. (495) 596-20-80

КОНКУРСНАЯ РАБОТА  
Номинация (химия)

«Получение устойчивой ферромагнитной жидкости».  
(исследование)

Выполнили:  
Гусев Даниил 9-б класс,  
Грушникова Варвара 10-б класс,  
Московская область,  
г. Одинцово

Руководитель:  
Жестовская Лариса Игоревна,  
учитель химии  
МБОУ Одинцовская Гимназия №7  
Юрченко Надежда Андреевна,  
Учитель информатики  
МБОУ Одинцовская Гимназия №7

Одинцово  
2018

## Оглавление:

Введение .....	3
I Основная часть	
1.1 Обзор литературы .....	5
1.2 Явление магнетизма .....	6
1.2.1 Выбор основы для магнитной жидкости .....	6
1.3 Коллоидные системы .....	8
1.3.1 Устойчивость коллоидных систем .....	8
II Исследовательская часть	
2.1 Изготовление компаса .....	
2.2 Исследование различных факторов на устойчивость коллоидной системы .....	10
2.2.1 влияние времени.....	10
2.2.2 влияние концентрации .....	10
2.2.3 влияние температуры .....	10
2.2.4 влияние добавление ПАВ .....	
2.3 Приготовление магнитной жидкости .....	11
Заключение .....	12
Список используемой литературы (библиографический список) .....	13
Приложение.....	14

## **Введение**

### **Актуальность выбранной темы:**

В интернете всё чаще появляется информация и видео о новых материалах, обладающих необычными свойствами. Одним из видео, которое нас заинтересовало, было видео об удивительной жидкости. Под воздействием на неё магнита резко увеличивается вязкость, появляются на поверхности «иголки» и она, как живая, перемещается вслед за магнитом. Оказалось, что такую жидкость мы можем сделать сами в школьной лаборатории.

### **Объект исследования:**

Ферромагнитная жидкость.

**Предмет исследования:** факторы устойчивости, состав и методы получения ферромагнитных жидкостей.

### **Цель:**

Получить устойчивую ферромагнитную жидкость.

**Задачи, которые мы поставили перед собой, занимаясь изучением этого вопроса:**

1. Изучить информацию из литературных источников о составе, получении, устойчивости и применении ферромагнитных жидкостей.
2. Определить, что будет являться основой ферромагнитных жидкостей.
3. Провести предварительные наблюдения по изменению магнитных свойств ферромагнетика и по устойчивости коллоидных систем.
4. Получить ферромагнитную жидкость.
5. Понаблюдать за устойчивостью системы.
6. Сделать выводы.

### **Методы исследования:**

Поиск информации и её анализ, наблюдение, постановка экспериментов, оценка их результатов, обобщение полученных данных.

**Характеристика работы:** прикладное исследование.

### **Гипотеза:**

1) В условиях школьной лаборатории можно получить устойчивую ферромагнитную жидкость.

**Практическая значимость.** Результаты исследований и полученная ферромагнитная жидкость может быть использована на уроках физики и химии, факультативных занятиях, для самообразования учащихся при изучении явления магнетизма, устойчивости коллоидных систем.

**Актуальность:**

Мы живём в то время, когда наука бурно развивается. Каждый день учёные придумывают новые материалы. Сначала эти материалы являются чем-то диковинным, удивительным, а потом входит в нашу жизнь, и мы перестаём удивляться этим научным открытиям, привыкая к ним. Ферромагнитная жидкость в данный момент интересует многих, кто видел, как она ведёт себя при воздействии магнита. Получить её, изучить и в дальнейшем, возможно, найти ей новое применение – это вполне реально.

**Техника безопасности.**

Во время проведения опытов мы строго соблюдали правила техники безопасности:

1. Каждый опыт выполняйте строго по инструкции.
2. Опыты с использованием или образованием вредных летучих веществ, а также газов с резким запахом проводите в вытяжном шкафу с включенным мотором.
3. За ходом опыта в пробирке наблюдайте через ее стенки. Нельзя смотреть на вещества в отверстие пробирки, особенно во время нагревания.
4. Работая с огнем, будьте особенно внимательны и осторожны!
5. Нагревайте пробирку с раствором или веществом равномерно. При этом запрещено наливать или насыпать в нее какое-либо вещество, ставить горячую пробирку в пластмассовый штатив.
6. Категорически запрещается брать вещества руками, пробовать их на вкус, рассыпать, разбрызгивать или поджигать.
7. Для опытов используйте только чистую лабораторную посуду.
8. При попадании на кожу какого-либо вещества стряхните его, смойте достаточным количеством проточной воды и сразу обратитесь к учителю или лаборанту.
9. После проведения опытов тщательно вымойте руки с мылом.

10. Не употребляйте пищу в химическом кабинете!

11. При несчастном случае немедленно обратитесь к учителю.

## **Основная часть.**

### **1.1 Обзор литературы.**

Люди давно узнали о магнитных явлениях, так как имели непосредственный контакт с веществами, обладающими магнитными свойствами. Знали и использовали эти знания в своих целях.

Ферромагнитные жидкости уже сейчас находят широкое применение:

#### **1. Электронные устройства**

Ферромагнитная жидкость используется в некоторых высокочастотных динамиках для отвода тепла от звуковой катушки. Одновременно она работает механическим демпфером, подавляя нежелательный резонанс. Ферромагнитная жидкость удерживается в зазоре вокруг звуковой катушки сильным магнитным полем, находясь одновременно в контакте с обеими магнитными поверхностями и с катушкой.

#### **2. Машиностроение**

Ферромагнитная жидкость способна снижать трение. Нанесенная на поверхность достаточно сильного магнита, например неодимового, она позволяет магниту скользить по гладкой поверхности с минимальным сопротивлением. Ferrari использует магнитореологические жидкости в некоторых моделях машин для улучшения возможностей подвески. Под воздействием электромагнита, контролируемого компьютером, подвеска может мгновенно стать более жесткой или более мягкой. Помимо Ferrari, подобные разработки уже давно нашли применение в автомобилях Audi, Cadillac, BMW и других.

#### **3. Оборонная промышленность**

Военно-воздушные силы США внедрили радиопоглощающее покрытие на основе ферромагнитной жидкости. Снижая отражение электромагнитных волн, оно помогает уменьшить эффективную площадь рассеяния самолета.

#### **4. Авиакосмическая промышленность**

NASA проводило эксперименты по использованию ферромагнитной жидкости в замкнутом кольце как основу для системы стабилизации космического корабля в пространстве. Магнитное поле воздействует на

ферромагнитную жидкость в кольце, изменяя момент импульса и влияя на вращение корабля.

#### 5. Аналитические приборы

Ферромагнитные жидкости имеют множество применений в оптике благодаря их преломляющим свойствам. Среди этих применений измерение удельной вязкости жидкости, помещенной между поляризатором и анализатором, освещаемой гелий-неоновым лазером.

#### 6. Медицина

Ведется много экспериментов по использованию ферромагнитных жидкостей для удаления опухолей.

#### 7. Теплопередача

Если воздействовать магнитным полем на ферромагнитную жидкость с разной восприимчивостью (например, из-за температурного градиента) возникает неоднородная магнитная объемная сила, что приводит к форме теплопередачи называемой термомагнитная конвекция. Такая форма теплопередачи может использоваться там, где не годится обычная конвекция, например, в микроустройствах или в условиях пониженной гравитации.

#### 8. Генераторы

Замороженная или полимеризованная ферромагнитная жидкость, находящаяся в совокупности постоянного (подмагничивающего) и переменного магнитных полей, может служить источником упругих колебаний с частотой переменного поля, что может быть использовано для генерации ультразвука.

#### 9. Горнорудная промышленность

Ферромагнитная жидкость может быть использована в составе магнитножидкостного сепаратора для очистки от шлиха мелкого золота [1].

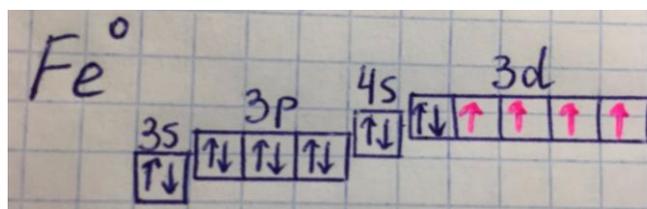
### **1.1 Явление магнетизма.**

В основе магнетизма лежит следующее явление: электроны в атомах вращаются по замкнутым орбитам вокруг положительно заряженных ядер атомов и вокруг своей оси (спиновое вращение). Спиновое вращение электрона порождает магнитное поле. Спиновое вращение электрона является необходимым условием высоких магнитных полей. Спаренные электроны имеют противоположное значение спина (+1/2 и -1/2). Таким образом, суммарный спин от их вращения практически равен нулю. Чем больше число неспаренных электронов, тем выше магнитные свойства атома (магнитный момент). [2]

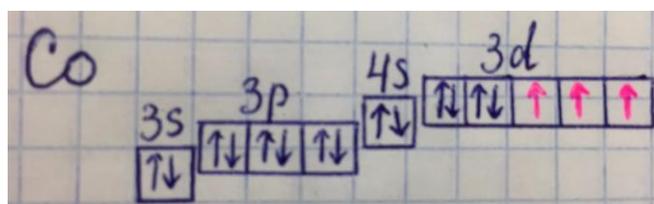
### 1.2.1 Выбор основы для магнитной жидкости

Определим, какой атом более магнитен: Fe, Co или Ni? Если построим

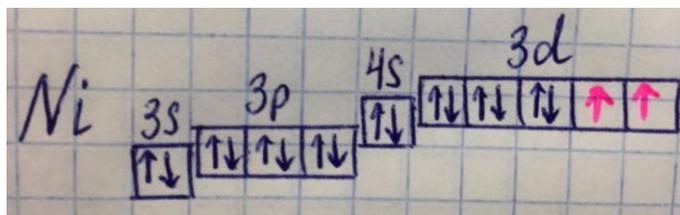
электронно-графическую формулу атомов железа:



кобальта:



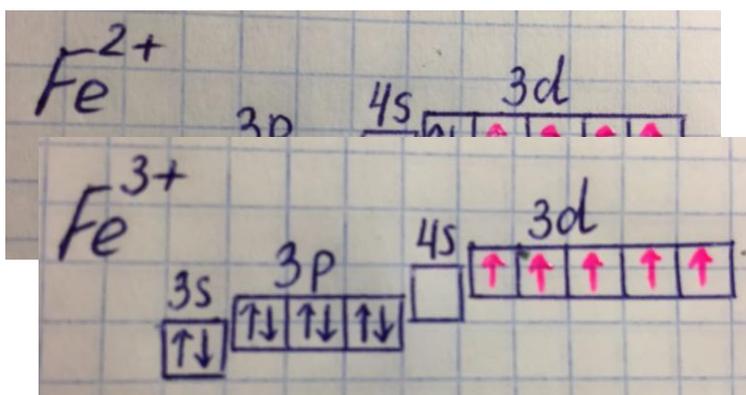
и никеля:



то увидим, что число неспаренных электронов в ряду Fe, Co, Ni уменьшается, значит и магнитные свойства от Fe к Ni уменьшаются.

А теперь определим, сколько неспаренных электронов у  $Fe^{+2}$   $Fe^{+3}$ ?  
у  $Fe^{+2}$  4 неспаренных электрона:

у  $Fe^{+3}$  5  
электронов:



неспаренных

Вывод:

Соединения железа в степени окисления +2 и +3 могли бы послужить компонентами магнитной жидкости, так как имеют наибольшее число неспаренных электронов.

окисления +2 и +3 могли бы послужить компонентами магнитной жидкости, так как имеют наибольшее число неспаренных электронов.

### **1.3 Коллоидные системы**

Коллоидные системы – это такой вид дисперсных систем, в котором дисперсионная среда находится в жидком состоянии, а дисперсная фаза - в твердом, причём размеры дисперсных частиц по порядку величины составляют 1-100 нм.

Дисперсные системы чрезвычайно многообразны. Можно сказать, что они составляют основу всего живого мира. Распространенность их в быту, в технике, в промышленности также очень велика [3]. Ферромагнитная жидкость, которую мы будем получать, так же является коллоидной системой.

#### **1.3.1 Устойчивость коллоидных систем**

Качественная особенность дисперсных систем состоит в их агрегативной неустойчивости. Основным фактором, заставляющим раствор коагулировать, является снижение поверхностной энергии при «слипании» частиц. Предотвращение агрегации дисперсной фазы возможно за счет снижения вероятности приближения частиц друг к другу.

Основными факторами, которые необходимо учитывать при рассмотрении стабильности системы, являются:

- кинетический.

Необходимым условием «слипания» двух частиц дисперсной фазы является их сближение на расстояние, достаточное для притяжения. Таким образом, на устойчивость дисперсной системы в первую очередь влияют: концентрация дисперсных частиц, частота их столкновений друг с другом, температура раствора, определяющая скорость частиц при столкновениях, и вязкость растворителя.

- электрический.

Из-за поверхностной ионизации, специфической адсорбции или ориентирования полярных молекул в поверхностном слое на поверхности дисперсных частиц в лиофобных коллоидах появляется положительный или отрицательный электрический заряд и происходит формирование двойного электрического слоя (ДЭС).

- структурно-механический.

Стабилизация дисперсных систем значительно более эффективна при добавлении к ним поверхностно-активных веществ и высокомолекулярных соединений, адсорбирующихся на границе раздела фаз. Полимеры ПАВ окружают дисперсные частицы и тем самым не дают им слипнуться [4].

- магнитный.

Имеет важное значение только для коллоидных растворов на основе ферромагнитных частиц. Он оказывает дестабилизирующее влияние и увеличивает тенденцию к агрегации и выпадению осадка.

## **II Исследовательская часть**

## **2.1 Изготовление компаса**

Для того, чтобы ознакомиться с магнитными свойствами веществ мы сделали компас из швейной иголки.

Для определения полярности северного и южного магнитного полюса на иголке мы воспользовались компасом на телефоне.

Как известно, одноименные полюса отталкиваются друг от друга, а разноименные притягиваются. Мы поднесли к стрелке, указывающей на север иголку сначала одним концом, а потом другим. В первом случае круг компаса отдалил северную стрелку от иголки, а во втором как будто примагнитился к ней.

Значит, в первом случае мы подносили иголку северным магнитным полюсом, а во втором южным.

Причиной реагирования намагниченной иголки на направление в пространстве являются магнитные свойства материала, из которого сделана швейная иголка.

1. Проткнули листок бумаги намагниченной иголкой и подвесили за нитку. После того, как иголка перестала раскачиваться, мы наблюдали, что намагниченный конец иголки (с ушком) стал указывать на север (Приложение 1)

2. Нагрели намагниченный конец иголки.

Наблюдали изменение направления, куда показывал конец иголки с ушком. (Приложение 1).

В намагниченном состоянии иголка может служить компасом. Но, если её нагреть (выше температуры Кюри), то магнитные свойства пропадают.

### **Выводы:**

1. Иголка сделана из ферромагнитного материала.
2. При намагничивании иголка стремится принять положение в пространстве вдоль линий магнитного поля Земли.
3. От намагничивания можно избавиться с помощью нагрева тела выше температуры Кюри.

## **2.2 Исследование различных факторов на устойчивость коллоидной системы**

Мы исследовали влияние изменения времени, концентрации, температуры, и введения ПАВ на устойчивость коллоидной системы.

Эффект Тиндаля дает возможность отличить коллоидные растворы от истинных, светорассеяние которых настолько мало, что незаметно для глаза. С помощью лазерной указки мы определяли, коллоидным или истинным является раствор.

### **2.2.1. Влияние времени**

Получение коллоидного раствора крахмала. Насыпали щепотку крахмала в 100 мл холодной воды.

Мы посветили лазерной указкой на стакан с раствором крахмала и увидели, что при прохождении через раствор свет рассеивается. Через 1 час крахмал в виде осадка выпал на дно, а раствор стал пропускать луч, не рассеиваясь (Приложение 2).

#### **Вывод:**

Со временем устойчивость коллоидной системы снижается.

### **2.2.2. Влияние концентрации**

Увеличили количество крахмала. Даже конуса видно не было. Раствор стал белее. Но через час на дне стакана наблюдали слой осевшего крахмала, а раствор стал пропускать луч, не рассеиваясь. В растворе с большей концентрацией раствор был более мутным (Приложение 2).

#### **Вывод:**

Увеличение концентрации крахмала приводит к числу эффективных столкновений между мицеллами и коагуляции, поэтому является дестабилизирующим фактором

### **2.2.3. Влияние температуры**

Насыпали щепотку крахмала в 100 мл горячей воды. Образовались комочки крахмала, которые осели на дне стакана.

По мере остывания раствора мы его перемешивали, и все комочки растворились.

Мы продолжили наблюдение и увидели, что произошло расслоение раствора. Сверху находился истинный раствор, а в нижней части раствор коллоидный (Приложение 2).

Крахмал в холодной воде практически не растворяется. В горячей образует комочки. Растворяется только в тёплой воде.

#### **Вывод:**

Увеличение температуры понижает устойчивость коллоидной системы. В результате ускорения движения частиц происходит их столкновение и коагуляция раствора

### **2.2.3. Влияние добавление ПАВ**

Добавили в два стакана с холодной водой по щепотке крахмала. Через некоторое время увидели, что весь крахмал осел на дне стаканов. А растворы пропускали луч от лазера. В один стакан добавили ПАВ, перемешали оба раствора. Оставили на 10 минут, чтобы нерастворившийся осадок осел. Затем посветили лазерной указкой. Наблюдали различие в пропускании луча лазера.

#### **Вывод:**

Крахмал в холодной воде практически не растворяется. В горячей образует комочки. Растворяется только в тёплой воде.

## **2.3 Приготовление магнитной жидкости**

Ход работы (фото в Приложении 3):

1. Взвесили на весах по 0,15 моль сульфата железа (II) и сульфата железа (III).
2. Растворили в 50 мл дистиллированной воды
3. Отфильтровали полученный раствор.
4. Налили под тягой в стакан избыток раствора аммиака и тонкой струей добавили в него отфильтрованный раствор. Коричневато-оранжевый раствор превратился в суспензию чёрного цвета. Долили дистиллированной воды и поставили колбу с образовавшейся смесью на постоянный магнит на полчаса.
5. После того, как образовавшиеся частицы магнетита в виде «дождя» под действием сил магнитного поля выпали на дно колбы, декантировали раствор, удерживая осадок магнитом, и залили в колбу дистиллированную воду.
6. Перемешали стеклянной палочкой и дали отстояться на магните. Опять декантировали.
7. Довели pH раствора до 8. Слили последний раствор и отфильтровали суспензию.
8. Налили 10 мл подсолнечного масла в стакан и переместили в него половину осадка, интенсивно перемешали. Во второй стакан также налили 10 мл олеиновой кислоты, добавили 3 г NaOH и нагрели до растворения. В полученный раствор добавили вторую половину осадка.
9. Обе системы перемешивали при нагревании в течение часа.
10. Смеси охладили до комнатной температуры.
11. Добавили 40 мл воды и перемешали получившуюся коллоидную систему. Поднесли магнит к стенке стакана. Жидкость потянулась за ним.

12. Сравнивали обе системы через промежутки в 2 дня в течение недели.

Итог: получили магнитную жидкость на основе  $Fe_3 O_4$ . Различие систем: в системе, не содержащей NaOH, к концу недели образовался темно-рыжий налет. К концу недели вторая система с содержанием NaOH налета не образовывала, к магниту притягивалась лучше.

На фотографии в Приложении 4 видно, как в области, где лежит магнит под жидкостью, на поверхности образуются «иголочки».

Объяснение полученных наблюдений: ферромагнитная жидкость, полученная с добавлением NaOH оказалась более устойчивой и обладала более выраженными магнитными свойствами. Значит, добавление щёлочи явилось стабилизирующим фактором для данной коллоидной системы. NaOH помог частицам дольше быть окружёнными молекулами ПАВ не слипаться.

### **Заключение**

В результате проведённой нами работы мы узнали много нового и интересного про магнитные свойства, коллоидные системы, получили ферромагнитную жидкость, провели наблюдения за изменениями, которые происходят с ферромагнитной жидкостью под действием магнитного поля. Мы узнали, что ферромагнитная жидкость обладает удивительными свойствами и уже сейчас широко применяется в различных областях науки, техники, медицины, и может иметь еще большее применение в будущем.

Новизной является то, что мы получили жидкости, отличающиеся составом, и нашли вариант более устойчивой системы.

В дальнейшем мы бы хотели ещё раз получить ферромагнитную жидкость с различными видами ПАВ и более полно исследовать её свойства.

## **Список использованной литературы**

[1] – [ru.wikipedia](http://ru.wikipedia).

[2] – <https://studopedia.ru>

[3] – [studbooks.net](http://studbooks.net)

[4] – [ours-nature.ru](http://ours-nature.ru)



Рис. 1. Намагниченный конец иглки показывает на север.



Рис. 2. Иголka размагнитилась.

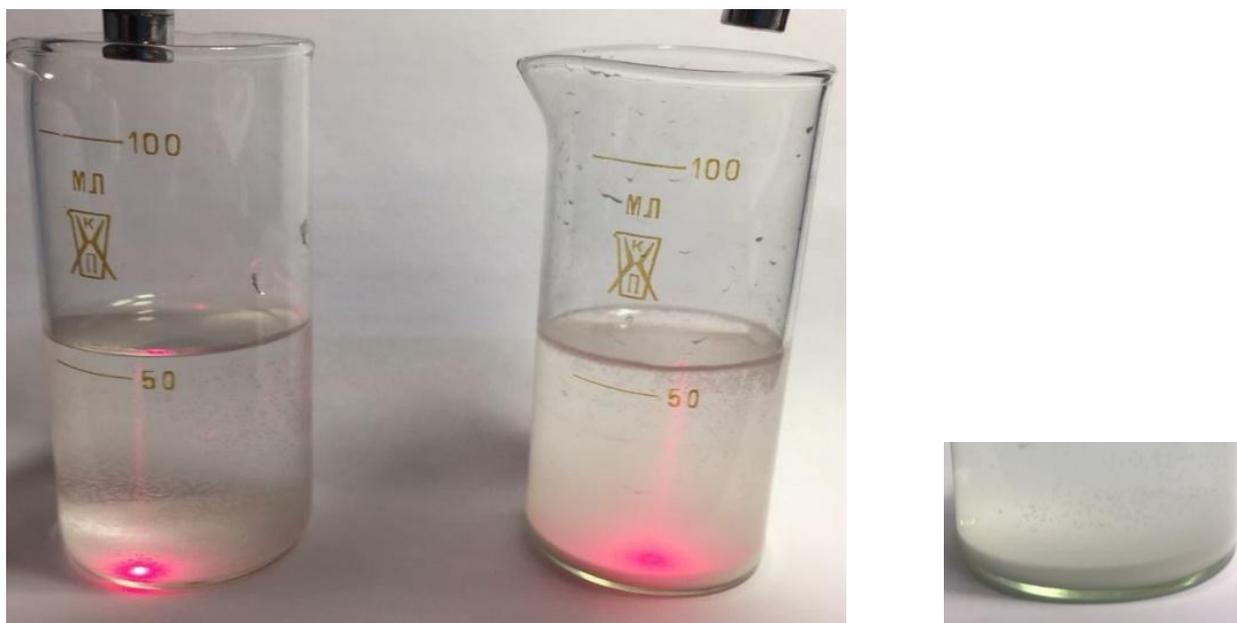


Рис. 3 Растворы разной концентрацией: слева концентрация раствора меньше, чем справа.



Рис. 4 Растворы без добавления ПАВ (слева) и с добавлением ПАВ (справа)



Рис.5 Растворили соль в дистиллированной воде



Рис. 6 Отфильтровали



Рис. 7 Налили тонкой струей фильтрат в стакан с избытком раствора аммиака

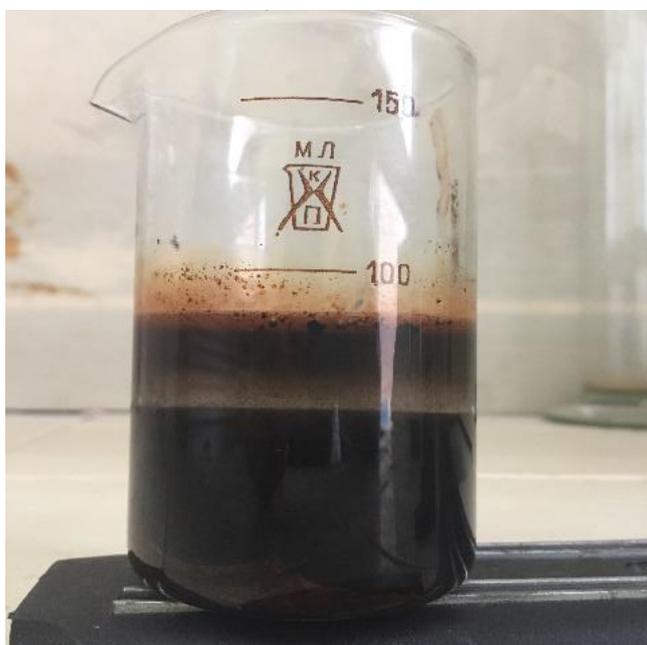


Рис. 8 Коричневато-оранжевый раствор превратился в суспензию чёрного цвета



Рис. 9 Довели рН раствора до 8.



Рис. 10 Обе системы перемешивали при нагревании в течение часа.



Рис. 11 В системе, не содержащей NaOH, к концу недели образовался темно-рыжий налет.

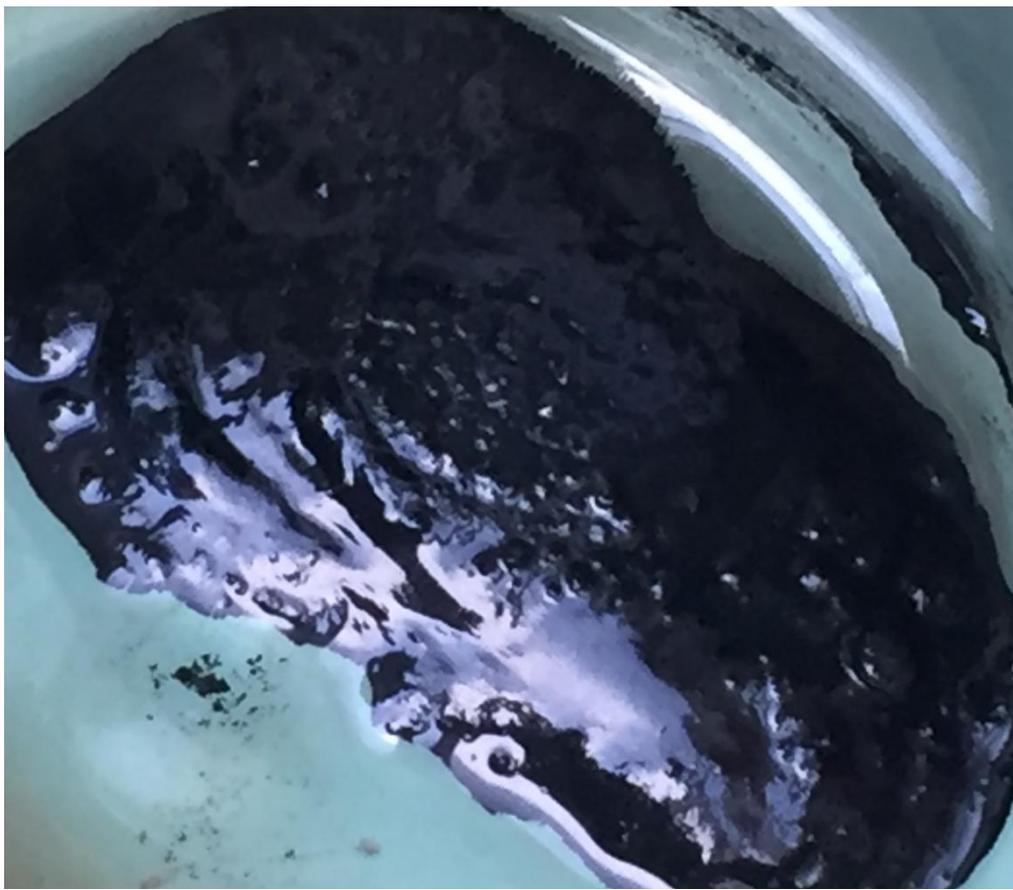


Рис. 12 «Иголки» на поверхности.