

Специализированный учебно-научный центр – школа-интернат им. А. Н. Колмогорова
Московского государственного университета им. М. В. Ломоносова

Синтез высокодисперсного магнетита

Выполнил:
Ученик 11 «Н» класса

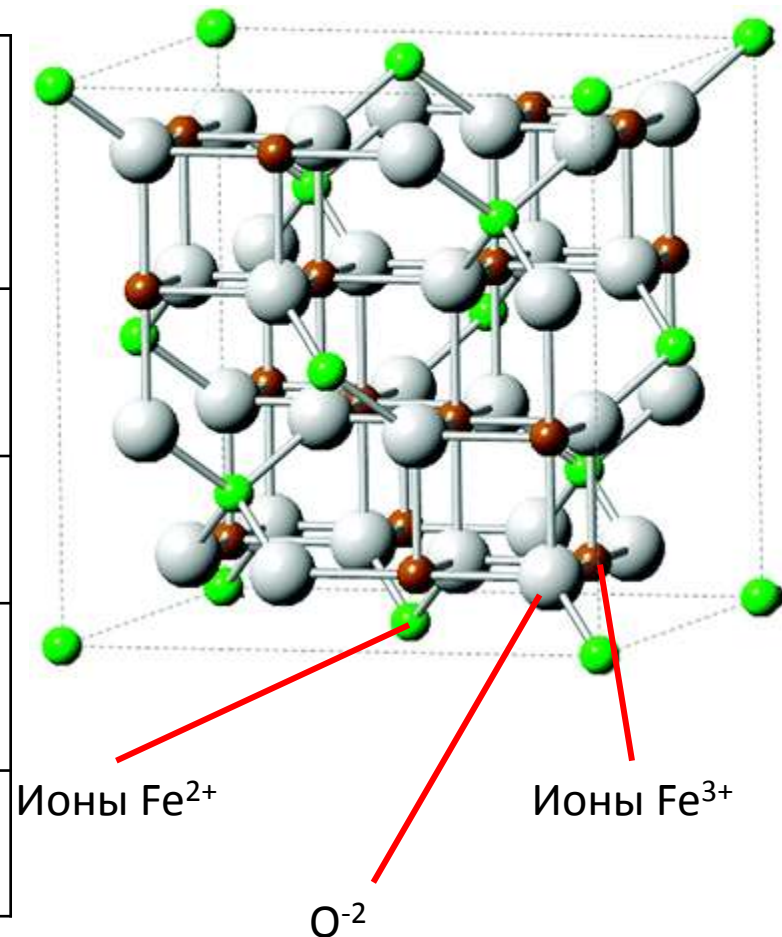
Менинг Семён

Научный руководитель:
Парфенова А. М.

Москва,
2017 г.

Сравнительная таблица магнетита и железа

	Fe_3O_4	Fe
Температура плавления (С°)	1591-1597	1538
Твердость по Моосу	5,5-6	4
Плотность (г/см ³)	5,2	7,8
Точка Кюри (К)	858	1043





Цель и задачи

Цель: синтезировать частицы магнетита размерами до 100 нм

Задачи:

- Провести синтез наночастиц, изменяя порядок сливания растворов солей со щёлочью
- Сравнить размеры полученных частиц с применением прибора ZetaTrac
- Попытаться улучшить метод синтеза частиц

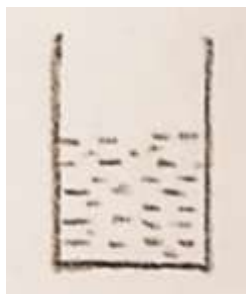
Методы получения высокодисперсного магнетита

1. Метод соосаждения
2. Криогенный метод
3. Золь-гель метод
4. Высокотемпературный метод

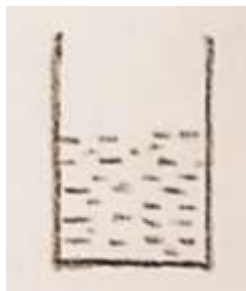
Метод соосаждения



Fe^{2+}



Fe^{3+}



Смесь Fe^{2+} и
 Fe^{3+}



OH^-



Fe_3O_4



Факторы влияющие на размеры частиц

$$I = \frac{1}{2} \sum z_i^2 \cdot c_i$$

где c_i – молярная концентрация ионов, z_i – заряды ионов

- Виды солей
- Ионная сила раствора
- Скорость и время перемешивания
- Температура, при которой проходит реакция
- Пропорция солей
- Последовательность смешивания реагентов

Объекты исследования и оборудование

Название	Формула	Цвет/Внешний вид	Растворимость (в расчёте на безводную соль)	Плотность (г/см ³)
Железный купорос	$\text{FeSO}_4 \cdot 7\text{H}_2\text{O}$	Голубовато-зелёные кристаллы	21%	2,84
Хлорид железа	$\text{FeCl}_3 \cdot 6\text{H}_2\text{O}$	Светло-коричневые кристаллы	47,9% при н. у., при 100 °C, 84,26 %	2,89
Гидроксид натрия	NaOH	Белый порошок	53% при н. у., 75,59% при 100 °C	2,02

Оборудование: шприцы, пипетки, стаканы, индикаторная бумага, магнит

Пробные опыты



Перемешивание без стабилизации

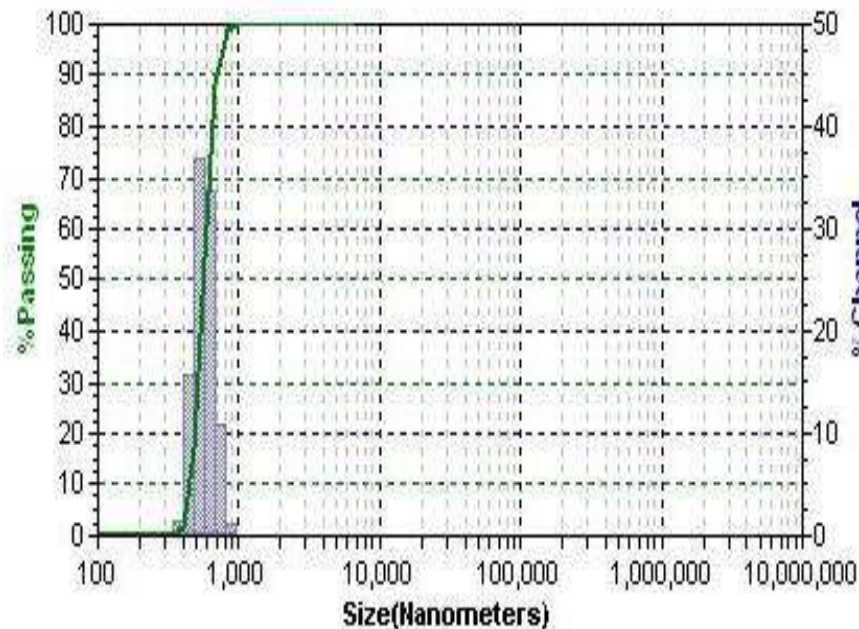


Рис.1 Вливание соли в щёлочь

Минимум	Оптимум	Максимум
409 нм	578 нм	972 нм pH=10 Цвет суспензии : чёрный

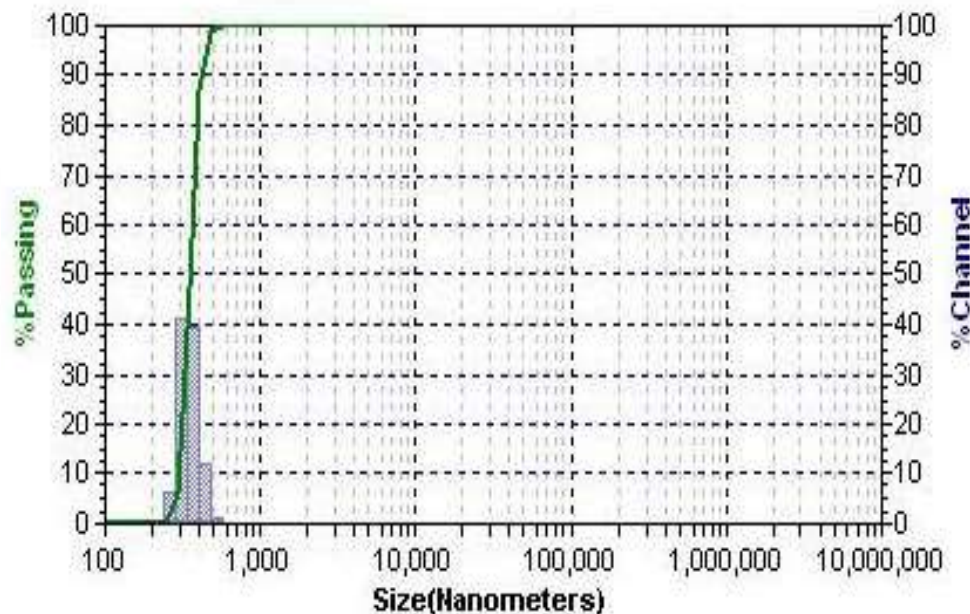


Рис.2 Вливание щёлочи в соль

Минимум	Оптимум	Максимум
289 нм	344 нм	578 нм pH=7 Цвет суспензии: тёмно-коричневый Часть осадка перешла в нерастворимый гидроксид железа, что снизило выход и, вероятно, повлияло на размер наночастиц.

Перемешивание со стабилизацией

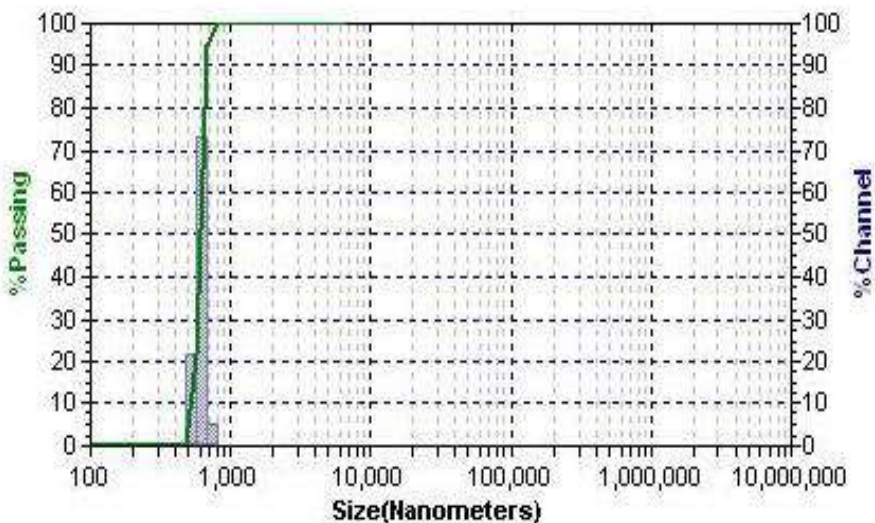


Рис.3 Вливание соли в щёлочь

Минимум	Оптимум	Максимум
578 нм	687 нм	818 нм pH=6 Цвет суспензии : чёрный

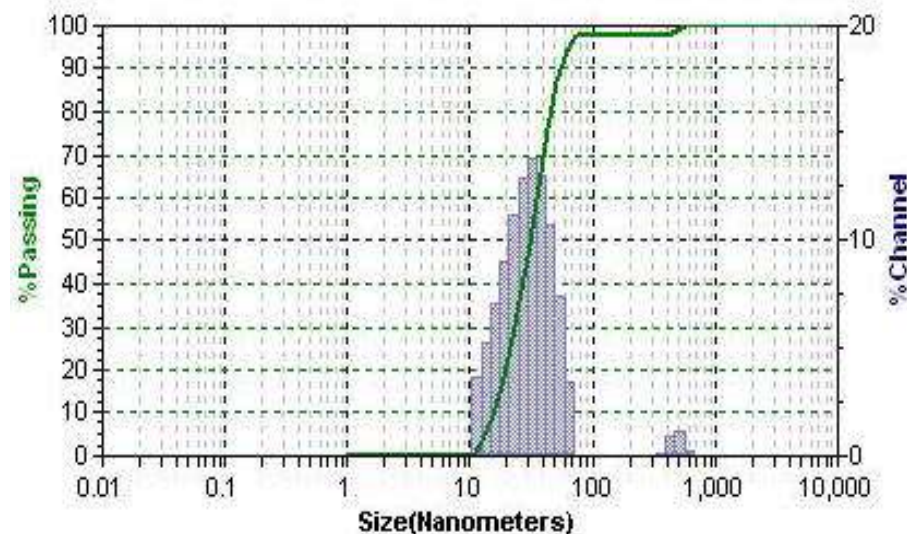


Рис.4 Вливание щёлочи в соль

Минимум	Оптимум	Максимум
10 нм	36,1 нм	72,30 нм pH=5 Цвет суспензии: тёмно-коричневый Лимонная кислота практически полностью израсходовалась на стабилизацию частиц, поэтому частицы получились меньшего размера.

Выводы

- Получение достаточно малых (менее 100 нм) частиц требует стабилизации, напр. лимонной кислотой
- Порядок отливания вносит существенный вклад в синтез наночастиц: добавление раствора щёлочи в соли железа позволяет получить наночастицы на порядок меньше

СПАСИБО ЗА ВНИМАНИЕ!