



Отзыв официального оппонента

на диссертационную работу Албади Ямена «Формирование, физико-химические и МРТ-контрастные свойства нанокристаллического ортоферрита гадолиния», представленную на соискание ученой степени кандидата химических наук по специальности 1.4.4. Физическая химия (химические науки)

Диссертация Албади Ямена посвящена разработке физико-химических основ получения суперпарамагнитных наночастиц ортоферрита гадолиния и коллоидных растворов на их основе, которые имеют большой потенциал использования в качестве контрастных агентов в магнитно-резонансной томографии. Работа продолжает и развивает исследования функциональных оксидных наноматериалов, которые успешно ведутся в течение многих лет в Санкт-Петербургском государственном технологическом институте (техническом университете).

Актуальность темы диссертационной работы несомненна и обусловлена востребованностью в новых эффективных материалах для медицинских приложений, в частности магнитно-резонансной томографии. Фундаментальный подход к разработке методов синтеза таких материалов с заданными морфологией и функциональными свойствами необходим для решения задач приоритетного направления научно-технологического развития Российской Федерации в области персонализированной медицины, высокотехнологичного здравоохранения и технологий здоровьесбережения.

Цель и задачи работы, полученные результаты свидетельствуют о том, что диссертация Албади Ямена вносит существенный экспериментальный и теоретический вклад в актуальное направление современных исследований в области физической химии магнитных наноматериалов, существенно восполняя сведения, как о методах их формирования, так и зависимости свойств от условий синтеза.

Основными элементами **новизны и научной значимости** диссертационной работы являются следующие результаты:

1. Развитие метода соосаждения для получения нанокристаллов $GdFeO_3$ меньших размеров и с меньшей степенью агрегации, а именно применение приемов микрореакторного и ультразвукового соосаждения.

2. Информация об условиях проведения микрореакторного и ультразвукового соосаждения, влияющих на дисперсные и морфологические характеристики нанокристаллов, включающая не только концентрацию катионов металлов в растворе и температуру растворов реагентов, но и такие важные технологические параметры, как расход растворов реагентов и угол столкновения их струй.

3. Развитие фундаментальных представлений о механизме образования нанокристаллов GdFeO_3 , в частности выявление специфической роли карбонатных примесей при ультразвуковом соосаждении.

4. Энергетические характеристики процесса образования нанокристаллов GdFeO_3 из оксидов гадолиния и железа(III), а именно энтальпия и энергия активации реакции.

5. Влияние методики соосаждения и ультразвуковой обработки на магнитные свойства нанокристаллов GdFeO_3 , что позволило выявить методику, с помощью которой достигаются меньшие коэрцитивная сила и остаточная намагниченность.

6. Установление МРТ-контрастных свойств нанокристаллов GdFeO_3 в их коллоидных растворах и изменения типа контрастности в зависимости не только от силы магнитного поля, но и от способа осаждения.

Полученные данные о методах синтеза, морфологии и магнитных свойствах нанокристаллических образцов феррита гадолиния, помимо фундаментальной важности для физической химии материалов, обладают и практической значимостью, поскольку имеют перспективы применения в МРТ. Следует также отметить, что разработанные в диссертационной работе приемы синтеза наноматериалов могут быть использованы для получения других сложных оксидов в нанокристаллическом состоянии, которые находят широкое применение в различных областях, включая катализ, электронику, энергетику.

Обращает на себя внимание большой объем экспериментальной работы. Автором был применен целый ряд современных препаративных методов химического синтеза нанокристаллических объектов, легко поддающихся масштабированию. Для характеристики полученных материалов и исследования свойств был использован комплекс современных физико-химических методов, таких как рентгеновская и электронная дифрактометрия, сканирующая и просвечивающая электронная микроскопия, рентгеноспектральный микроанализ, атомно-абсорбционная спектроскопия, ИК-спектроскопия, электронная спектроскопия диффузного отражения, динамическое рассеяние света, методы термического анализа, Мёссбауэровская спектроскопия, протонный магнитный резонанс и вибрационная магнитометрия.

Диссертационная работа по содержанию и структуре соответствует научно-квалификационной работе на соискание учёной степени кандидата наук. Диссертация имеет классический формат и состоит из введения, пяти глав, заключения и списка литературы и приложения, изложена на 140 страницах основного текста, включая 19 таблиц, 51 рисунок и библиографический список, содержащий 178 литературных источников.

Достоверность полученных экспериментальных результатов обосновывается применением широкого спектра взаимодополняющих физико-химических методов

исследования, реализованных на современном оборудовании. Обработка и обсуждение результатов проведены грамотно, с учетом современных требований к физико-химическим исследованиям. Интерпретация результатов и выводы, сделанные на их основе, аргументированы.

Результаты работы прошли хорошую апробацию на международных и российских конференциях и опубликованы в 8 статьях в журналах из перечня ВАК, из них 7 статей в изданиях из баз Web of Science и Scopus, в частности таких высокорейтинговых профильных изданиях, как Physical Chemistry Chemical Physics и Journal of Thermal Analysis and Calorimetry.

Диссертация написана четко и ясно, аккуратно оформлена, иллюстративный материал информативен. Текст диссертации демонстрирует, что работа в целом является хорошо спланированным, проведенным на высоком научном уровне исследованием.

Вместе с тем, по тексту работы возникают некоторые вопросы и замечания:

1. Какую роль играет суперпарамагнетизм в проявлении T_2 -контрастных свойств?
2. Методы синтеза описаны достаточно подробно, однако не совсем понятно, чем обусловлен выбор в качестве осадителя гидроксида аммония при классическом и микрореакторном соосаждении и гидроксида натрия при ультразвуковом?
3. Если увеличение значения температуры максимума тепловых эффектов с увеличением скорости нагрева – эффект достаточно распространенный, то эффект увеличения температуры максимума эффектов потери массы с увеличением скорости нагрева требует дополнительных объяснений.
4. В диссертации не приводятся данные о возможной токсичности синтезированных нанокристаллов $GdFeO_3$ для живого организма. И если о влиянии катионов железа на организм человека многое известно, то последствия свободных катионов Gd^{3+} для здоровья остаются под вопросом.
5. В диссертации и в автореферате при формулировке выводов об области проявления того или иного типа контрастности пишется «при 1,5 и 3 Тл», более значимо было бы говорить об интервале 1,5–3 Тл.
6. Не удалось избежать избытка значащих цифр величин, как, например, при указании погрешности « $1151,08 \pm 106,53$ кДж моль⁻¹».

Приведенные вопросы и замечания ни в коей мере не отражаются на общей положительной оценке диссертации.

Задачи работы, способы решения и полученные результаты свидетельствуют о том, что диссертация Албади Ямена является результатом сложного, целенаправленного исследования и представляет собой научно-квалификационную работу, выполненную на высоком экспериментальном и теоретическом уровне. Полученные результаты вносят заметный вклад

в актуальное направление современных исследований в области физической химии неорганических материалов.

Таким образом, диссертация Албади Ямена «Формирование, физико-химические и МРТ-контрастные свойства нанокристаллического ортоферрита гадолиния» по своей актуальности, научному уровню, объему выполненных исследований, новизне результатов и их значимости для фундаментальной науки и практики отвечает требованиям, установленным пп. 9–14 Положения о присуждении учёных степеней, утвержденного постановлением Правительства Российской Федерации от 24.09.2013 г. № 842 (ред. от 25.01.2024), предъявляемым к диссертационным работам на соискание ученой степени кандидата химических наук. В соответствии с п. 9 работа представляет собой завершённую научно-квалификационную работу, решающую задачи получения новых знаний о методах синтеза и функциональных свойствах сложных оксидов железа и редкоземельных элементов, имеющие важное значение для развития физической химии материалов, а ее автор – Албади Ямен – заслуживает присуждения ученой степени кандидата химических наук по специальности 1.4.4. Физическая химия.

Доктор химических наук (специальность 02.00.01 – неорганическая химия), профессор, профессор кафедры химической термодинамики и кинетики Института химии Федерального государственного бюджетного образовательного учреждения высшего образования «Санкт-Петербургский государственный университет»

 Зверева Ирина Алексеевна

10 сентября 2024 г.

Почтовый адрес:

199034, г. Санкт-Петербург, Университетская наб., д. 7–9.

Телефон: +7 904 330-50-19

Е-почта: irina.zvereva@spbu.ru



Текст документа размещен
в открытом доступе
на сайте СПбГУ по адресу
<http://spbu.ru/science/expert.htm>

Документ подготовлен
в порядке исполнения
трудовых обязанностей