

ОТЗЫВ

официального оппонента доктора физико-математических наук В. Е. Дмитриенко на диссертацию Блинова Вениамина Николаевича "Топология фазовых диаграмм ферромагнитных коллоидов с дальнедействующими взаимодействиями", представленную на соискание учёной степени кандидата физико-математических наук по специальности 01.04.07 – физика конденсированного состояния

Математическое моделирование строения сложных объектов включает решение двух взаимосвязанных проблем - установление физических принципов, лежащих в их основе, и разработку эффективных вычислительных процедур, адекватно передающих физику процессов роста и структурной организации. После того, как эти проблемы преодолены, в руках исследователя оказывается мощный инструмент для компьютерного создания и детального анализа нетривиальных пространственно организованных структур и сред. Оба эти направления исследований – математическое и физическое – естественно сочетаются в диссертационной работе В.Н. Блинова в применении к ферромагнитным коллоидам. Изучение этих материалов весьма актуально и с фундаментальной, и с прикладной точки зрения, так как они уже находят практические применения, но последние пока ограничены из-за недостаточного развития теоретических и экспериментальных исследований.

Представленная диссертационная работа посвящена подробному изучению фазовых диаграмм магнитных коллоидов на основе частиц с магнитными диполями, взаимодействующими как за счет дальнедействующего диполь-дипольного взаимодействия, так и короткодействующего взаимодействия, в основном типа Леннард-Джонса (модель Штокмайера). Во Введении дан обзор литературы, сформулированы главные цели и направления исследований, продемонстрирована научная новизна и актуальность избранной темы, а также её практическая значимость и возможные приложения полученных результатов. В ней также корректно показан личный вклад автора в различные части работы.

В первой главе диссертации дан подробный обзор, в том числе исторический, существующих теорий и подходов к решению вопросов магнитных коллоидов, рассматриваемых в диссертации, а также их сравнение и оценка надёжности и применимости. В частности, подробно сравниваются модели Кеезома (модель твёрдых сфер с магнитными диполями) и Штокмайера (взаимодействие магнитных диполей и сферически симметричное взаимодействие Леннард-Джонса). Обсуждаются также принципиальные математические проблемы, характерные для данной конкретной задачи численного моделирования систем с большим числом частиц и различные методы их решения, а также показано, как эти проблемы преодолеваются в диссертации.

Во второй главе вводится величина, количественно описывающая степень ближнего ориентационного упорядочения в системе частиц с магнитными диполями. Это позволило автору создать инструмент, дающий возможность надёжно различать получающиеся при моделировании упорядоченные фазы с различной сложной топологией.

Третья глава содержит детальное рассмотрение колончатых фаз, впервые численно найденных в системах этого типа при возрастании концентрации магнитных частиц. Показано, что эти фазы могут обладать нетривиальными кристаллическими и магнитными структурами, что даёт указания экспериментаторам для их поиска с помощью дифракции рентгеновских лучей и нейтронов.

Четвёртая глава посвящена теоретическому построению и подробному изучению фазовой диаграммы модели Штокмайера. Заслугой автора является то, что ему удалось при моделировании продвинуться в область сравнительно больших концентраций, построить в этой области фазовую диаграмму и найти, при каких параметрах наиболее вероятно возникновение колончатой фазы, что позволило выработать полезные рекомендации экспериментаторам для поиска структур этого типа в конкретных материалах.

В заключительной части диссертации достаточно ясно сформулированы её основные результаты и выводы, а также приведен список цитируемых работ.

Следует также высказать несколько критических замечаний по представленной работе.

1. В автореферате на странице 6 из-за многочисленных опечаток трудно понять, в чём заключается первое из основных положений, выносимых на защиту.

2. В третьей главе диссертации не приведены ни кристаллические, ни магнитные пространственные группы колончатых фаз, получившихся в результате моделирования.

3. Не обсуждается, каковы физические причины того, что в случае модели Штокмайера решётка ромбическая, а в случае Кеезома она тетрагональная.

4. На странице 42 утверждается, что «группа симметрии полученной фазы соответствует жидкому кристаллу», но жидкие кристаллы бывают с разными группами симметрии.

Эти замечания имеют частный характер и не снижают общей высокой положительной оценки работы.

Достоверность, научная значимость и новизна всех полученных в диссертации результатов вполне очевидна. В пользу достоверности результатов говорит ещё и то, что используемое математическое моделирование базируется на хорошо апробированных алгоритмах и использует системы с рекордно большим числом частиц. В.Н. Блинов является признанным экспертом в области математического моделирования из первых принципов, он автор обстоятельной обзорной работы на эту тему. На мой взгляд, особую научную значимость имеет всестороннее исследование модели Штокмайера для сравнительно больших плотностей магнитных частиц.

Результаты диссертации были доложены на научных семинарах и на конференции «Дни Ландау 2013». По результатам работы опубликовано три статьи в ведущих физических журналах (Вестник Московского университета, ЖЭТФ и Письма в ЖЭТФ). Основные результаты получены лично соискателем. Автореферат диссертации полностью соответствует содержанию работы. В автореферате и опубликованных работах достаточно полно отражены основные результаты диссертационной работы.

Эти результаты могут быть использованы в ИФТТ РАН, ИК РАН, МГУ, а также в других исследовательских организациях, занимающихся проблемами физики коллоидных и жидких кристаллов, в особенности

моделированием их структуры и физических свойств. Успешное применение полученных результатов обеспечивается очень высокой степенью обоснованности научных положений, выводов и рекомендаций, сформулированных в диссертации и основанных на современных математических подходах.

Рассматриваемая диссертационная работа представляет собой завершённое научное исследование, содержащее новые оригинальные результаты и имеющее важное научное и практическое значение. По своему научному уровню, новизне полученных результатов, объёму, оформлению, языку изложения диссертационная работа В.Н. Блинова полностью соответствует критериям, предъявляемым ВАК Министерства образования и науки Российской Федерации к кандидатским диссертациям и установленным «Положением о порядке присуждения учёных степеней ВАК», а её автор В.Н. Блинов, безусловно, заслуживает присуждения учёной степени кандидата физико-математических наук по специальности 01.04.07 – физика конденсированного состояния.

Официальный оппонент
главный научный сотрудник
отдела теоретических исследований
Института кристаллографии РАН
доктор физико-математических наук



Владимир Евгеньевич Дмитриенко

Подпись В. Е. Дмитриенко удостоверяю.

И.о. учёного секретаря
Института кристаллографии РАН
кандидат физ.-мат. наук



О. А. Алексеева