

ОТЗЫВ

Официального оппонента на диссертационную работу Мкртчяна Мгера Артуровича

“ИССЛЕДОВАНИЕ ТЕРМОДИНАМИЧЕСКИХ И ОПТИЧЕСКИХ СВОЙСТВ НЕСКОЛЬКОЧАСТИЧНЫХ СИСТЕМ В КВАНТОВЫХ ТОЧКАХ”

Рецензируемая диссертационная работа посвящена теоретическому изучению квантовых точек с нетривиальными геометриями, при наличии и отсутствии внешнего магнитного поля. В последние годы ряд КТ с нетривиальной геометрией были экспериментально реализованы и теоретически исследованы. К примеру: пирамидальные, эллипсоидальные, линзообразные, конические КТ, и т.д. Стало возможным получение также электронного и дырочного газов высокого качества. Аналитическое описание таких систем - чрезвычайно сложная задача. Для теоретического описания таких квантовых точек используются различные приближенные и численные методы: вариационный метод, теория возмущений, адиабатический метод, теория функционала плотности, метод конечных элементов и др.

Из сказанного выше следует, что проблемы, рассмотренные в диссертационной работе Мкртчяна Мгера Артуровича “Исследование термодинамических и оптических свойств несколькочастичных систем в квантовых точках” **актуальны**, продиктованы требованиями фундаментальных исследований и практических применений.

Диссертация состоит из введения, трех глав, заключения и списка используемой литературы. Текст изложен на 102 странице и содержит 45 рисунков, 2 таблицы и 93 наименований литературы.

В первой главе диссертации, в рамках адиабатического приближения, рассматриваются электронные состояния и оптические свойства в сильно-сплюснутой линзообразной КТ. Исследованы межзонное и внутризонное поглощения в КТ. Также рассматриваются зависимости межзонных и внутризонных переходов от внешнего аксиального магнитного поля.

Вторая глава посвящена исследованию электронных и дырочных газов в сильно-вытянутой эллипсоидальной и сильно-сплюснутой линзообразной КТ. В рамках одномерной и двумерной моделей атома Мошинского, рассмотрен парно-взаимодействующий газ, получен аналитический вид энергетического спектра. Доказана реализация обобщенной теоремы Кона в данных структурах.

В третьей главе диссертации, в рамках приближения Больцмана, рассматриваются термодинамические свойства, такие как, средняя энергия, свободная энергия, энтропия и теплоемкость газа, дырочного газа, рассмотренного во второй главе.

Из полученных в диссертации результатов выделяются следующие :

1. Получен аналитический вид для энергетического спектра и волновых функций одночастичных состояний, а также выявлены правила отбора для межзонных и внутризонных переходов.
2. Изучены зависимости коэффициентов генерации второй и третьей гармоник от энергии падающего света.
3. Показано, что с учетом межчастичного взаимодействия, так и в случае, когда это взаимодействие отсутствует, под действием длинноволнового излучения имеют место дипольные переходы, определяемые одной и той же частотой, что является доказательством реализации обобщенной теоремы Кона.

Диссертационная работа не лишена ряда недостатков и упущений:

1. В первой главе для расчета оптических параметров квантовых точек взяты параметры объемного материала InAs, а именно ширина запрещенной зоны, диэлектрическая постоянная, эффективные массы. Но известно что квантовые точки имеют различающие характеристики, поэтому желательно обосновать применение параметров объёмного материала.
2. Во второй главе при расчетах энергетических диаграмм приведено что уровни центра масс образуют зональную структуру, но по факту это не зоны а группированные уровни. Желательно обосновать используемый термин.
3. Большое место уделено подтверждению теоремы Кона для изученных в работе квантовых точек, однако в введении не написано суть обобщенной теоремы Кона и насколько она применима для таких квантовых точек.
4. Система для расчета тяжелых дырок везде взята Ge/Si. Желательно было бы также взять систему InAs или объяснить неприменимость методов для такой системы, если они есть.
5. В третьей главе показан фазовый переход газа тяжелых дырок. Фазовый переход приводится на зависимости средней энергии от высоты квантовых точек. Известно что фазовые переходы описываются с помощью производных термодинамических потенциалов от изменения внешних условий (температура, давление, число частиц) системы, поэтому желательно более подробно обосновать взятие высоты квантовой

точки, при описании фазового перехода и явно написать формулу зависимости средней энергии от высоты, чтобы более строго обосновать фазовые переходы.

6. В работе также есть ряд технических ошибок, например нету ссылок на экспериментальные работы которые приводятся как подтверждение результатов. В некоторых картинках единицы разные и отсутствуют нумеровка частей картинок.

Однако указанные недостатки не влияют на достоверность и практическую ценность полученных результатов. Безусловно работа Мгера Мкртчяна представляет законченное научное исследование.

Результаты диссертации опубликованы в международных журналах и конференциях.

Автореферат и публикации полно отражают содержание диссертации.

Исходя из выше сказанного считаю, что диссертация Мкртчяна Мгера Артуровича “Исследование термодинамических и оптических свойств несколькихчастичных систем в квантовых точках” удовлетворяет требованиям Комитета по Высшему Образованию и Науки Армении предъявляемым к кандидатским диссертациям по шифру Ц. 04.10 “Физика пилупроводников”, а ее автор Мкртчяна Мгера Артурович вполне заслуживает присуждения ученой степени кандидата физико-математических наук по указанной специализации.

Официальный оппонент,

Кандидат физико-математических наук,

А.А. Захарян

Подпись А.А. Захаряна подтверждаю,

Ученый-секретарь Ереванского Государственного

Университета



М.В. Ованнисян

15.12.2023