

**МИНИСТЕРСТВО ВЫСШЕГО И СРЕДНЕГО СПЕЦИАЛЬНОГО
ОБРАЗОВАНИЯ РЕСПУБЛИКИ УЗБЕКИСТАН**

**НАЦИОНАЛЬНЫЙ УНИВЕРСИТЕТ УЗБЕКИСТАНА
ЧИРЧИКСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ ПЕДАГОГИЧЕСКИЙ
ИНСТИТУТ**

Б.Х.ЭШЧАНОВ, Ш.ОТАЖОНОВ

**КОЛЕБАТЕЛЬНАЯ И ВРАЩАТЕЛЬНАЯ
СПЕКТРОСКОПИЯ МОЛЕКУЛ
В ЖИДКОЙ ФАЗЕ**

**ПОД РЕДАКЦИЕЙ
ПРОФЕССОРА Г.И.МУХАМЕДОВА**

**Ташкент
«Университет»
2019**

УДК: 532.74

ББК: 22.36

Монография содержит обзоры теоретических и экспериментальных исследований межмолекулярного взаимодействия и кинетика релаксационных процессов молекул в оптически чистых жидкостях и растворах методами молекулярного и комбинационного рассеяния света. Изучение динамики межмолекулярных взаимодействий среды со сложными многоатомными молекулами разной природы является актуальным направлением современной спектроскопии конденсированных сред.

Создание строгой молекулярной теории в сильно флуктуирующих средах и получение новых материалов с заданными свойствами, а также их внедрение в производство приобретает важное значение и, несомненно, является актуальной задачей прежде всего потому, что с ее помощью можно получить надежные данные о структуре жидкости, о влиянии на эту структуру теплового движения молекул, и монография есть результат долголетнего исследования в данной области физики и содержит результаты экспериментального исследования спектров молекулярного и комбинационного рассеяния света в ароматических углеводородах, и на этой основе анализируется характер релаксационного движения молекул.

Монография рассчитана для широкого круга ученых, научных работников, докторантов, магистров и студентов бакалавров высших учебных заведениях, специализирующихся в области физики жидкого состояния вещества, молекулярной спектроскопии, и способствует развитию нанофизики и инновационных технологий.

Рецензенты: д.ф.-м.н., профессор У.В. Валиев

д.ф.-м.н., профессор А.Ж. Жумабоев

ISBN 978-9943-5602-6-0

© «Университет», 2019

ПРЕДИСЛОВИЕ

Множество научно-практических исследований, проводимых в мировом масштабе, показывают актуальность исследования природы и силы межмолекулярных взаимодействий (ММВ) в конденсированных средах. Изучение динамики межмолекулярных взаимодействий среды со сложными многоатомными молекулами разной природы является актуальным направлением современной спектроскопии конденсированных сред. ММВ оказывают существенное влияние на различные оптофизические процессы, в частности, влияют на процесс переноса энергии возбуждения между молекулами, участвуют в формировании оптических параметров конденсированных систем.

Ведущее место в исследовании релаксационных процессов в жидкой фазе занимают спектроскопические методы, среди которых определенным преимуществом обладает спектроскопия молекулярного рассеяния света (МРС), особенно его деполаризованные компоненты и комбинационное рассеяние света (КРС). Создание замкнутой теории жидкого состояния вещества, несомненно, является актуальной задачей прежде всего потому, что с ее помощью можно получить надежные данные о структуре жидкости, о влиянии на эту структуру теплового движения молекул. Тепловое движение молекул в жидкости определяет их основные физические свойства и макроскопические характеристики.

Научные исследования в области физики и спектроскопии ММВ конденсированных сред, а также исследования физико-химических процессов, протекающих в различных средах, проводятся в ведущих научных центрах, высших образовательных учреждениях, в том числе: в University of California (США), University of Nevada (США), Ohio State University (США), Columbia University (США), Colorado State University (США), Johannes Gutenberg University (Германия), University of Munchen (Германия), University of Bayreuth (Германия), University of Kent (Англия), University of Uppsala (Швеция), University of Tokyo (Япония), Gakushuin University, Tokay University (Япония), Физическом институте имени П.Н. Лебедева (Россия), Физическом институте СО РАН (Россия), Санкт – Петербургском, Уфимском (Россия), Киевском (Украина), Белорусском (Белорусия) государственных университетах, Кемеровском государственном педагогическом институте (Россия), Институте ионно-плазменных и лазерных технологий (Узбекистан), Национальном университете Узбекистана, Самаркандском государственном университете (Узбекистан).

В настоящее время в мире в сфере исследования природы и силы межмолекулярных взаимодействий в конденсированных средах методами рассеяния света проводятся исследования по ряду направлений, среди которых можно выделить следующие, как наиболее приоритетные:

- изучение структуры и фазовых переходов веществ с помощью спектров молекулярного рассеяния света;

- разработка методов определения и высокочувствительного обнаружения температурной зависимости интенсивности крыла линии рэля в частотном распределении в реальном времени;

- изучение флуктуационных и структурообразующих явлений вблизи критических точек состояния жидкостей методами спектроскопии изотропного и анизотропного рассеяния света;

- разработка перспективного метода прогнозирования частот вращательных качаний спектров комбинационного рассеяния света веществ.

В настоящее время экспериментальное изучение структуры жидких веществ и температурной зависимости фазовых переходов в них представляет собой обширную область актуальных физических задач.

Теория рассеяния света в жидкостях разработана М. Леонтовичем, Л.И. Мандельштамом, К.А. Валиевым. Релаксационная теория молекулярного рассеяния, разработанная С.М. Рытовым, Т. Keys, D. Kivelson, показала, что время релаксации одно- и двухчастичных корреляций различно, но релаксационная флуктуация первичных переменных характеризуется одним временем релаксации, и, следовательно, контур линии рассеяния должен быть простым дисперсионным. Этот результат авторов позволяет объяснить расхождение между временами релаксации анизотропии, определяемыми из рассеяния и других явлений (таких как ядерный магнитный резонанс). Под руководством члена-корреспондента РАН И.Л. Фабелинского проведено детальное экспериментальное изучение спектров МРС в чистых жидкостях. В этих работах было установлено, что в спектре молекулярного рассеяния вся область протяжения крыла МРС не может быть описана соотношением М.Леонтовича.

Ученые из Узбекистана, в частности академик А.К. Атаходжаев с сотрудниками (Ф.Тухватуллин, А.Жумабоев, У.Ташкенбаев, Ф.Ганиев и др.) проводили исследования молекулярной динамики в жидкой фазе. В результате исследований были установлены особенности ММВ и характерные времена релаксации различных механизмов на молекулярном уровне. Под руководством профессора Л.М.Собирова (СамДУ) проводятся работы по экспериментальному изучению флуктуационных и структурообразующих явлений вблизи критических и особых точек состояния жидкостей методами спектроскопии изотропного и анизотропного рассеяния света. В результате этих исследований установлен ряд новых физических явлений.

В Национальном университете Узбекистана имени Мирзо Улугбека под руководством профессора, д.ф.-м.н. Ш. Отажонова проводятся работы по систематическому изучению широкого круга проблем, касающихся зависимости молекулярных спектров от межмолекулярных взаимодействий, и связанных, с одной стороны, с изучением общих соотношений между спектроскопическими свойствами жидкостей и образующих их молекул, а с другой, с количественным исследованием влияния межмолекулярных взаимодействий различной природы на спектры молекул. В результате этих исследований обнаружен ряд новых физических явлений, требующих объяснения. В частно-

сти, обнаружен эффект сужения наблюдаемого спектра деполяризованной компоненты молекулярного рассеяния света (ДКМРС) в жидкостях при высоких температурах, нарушение закона зависимости интенсивности рассеянного света от длины волны падающего света, наличие когерентного состояния молекул жидкости при температурах, близких к критическим. На основании совокупности экспериментальных данных по температурному ходу параметров контуров МРС предложена модель теплового движения молекул жидкости.

Суммируя, подчеркнем, что монография содержит много ценного материала по спектроскопии МРС и КРС, впервые собранного вместе. Надеюсь, что монография служит иллюстрацией громадных возможностей для анализа молекулярной структуры и ММВ, предоставляемых спектроскопией МРС И КРС.

Заслуженный деятель науки
Республики Узбекистан,
доктор химических наук,
профессор Г.И. Мухамедов