

Курс лекций «Оптика атомов, молекул и кластеров»

I. Введение: Оптические переходы в атомах и молекулах

- A. Спектр электромагнитных колебаний, излучение абсолютно черного тела
- B. Поляризация электромагнитного излучения

II. Оптические переходы и форма спектральных линий

- A. Коэффициенты Эйнштейна
- B. Интенсивность спектральных линий, поглощение и испускание
- B. Закон Ламберта-Бэра
- Г. Механизмы уширения спектральных линий в газах и твердых телах.

III. Аналогия между электромагнитными колебаниями и движением атомных частиц.

- A. Эксперимент с атомными частицами.
- B. Волны Де-Бройля. Интерференция волн материи.
- B. Квантовые биения.

IV. Спектры атомов

- A. Уравнение Шредингера
- B. Волновые функции и уровни энергии атома водорода
- B. Симметрия и законы сохранения
- Г. Уравнение Шредингера для многоэлектронного атома, вариационный принцип.
- Д. Систематика спектров многоэлектронных атомов, самосогласованное поле,
- Е. Уравнение Хартри-Фока. Электронные конфигурации
- Ж. Термы многоэлектронных атомов, четность волновой функции, правила отбора для дипольных радиационных переходов и их физический смысл
- З. Физический смысл правил отбора по квантовому числу M
- И. Тонкая структура уровней энергии и спектральных линий. Оптическая ориентация атомов.
- К. Сверхтонкая структура уровней энергии и спектральных линий. Квантовый стандарт частоты.
- Л. Влияние внешних полей: эффекты Штарка и Зеемана
- М. Радиационные переходы, электрическое дипольное и мультипольное излучение, правила отбора для магнитодипольного излучения.

V. Спектры молекул

- A. Волновые функции и уровни энергии молекулярного иона H_2^+ . Связывающие и антисвязывающие молекулярные орбитали.
- B. Симметрия одноэлектронных орбиталей, метод LCAO. Электронные конфигурации, волновые функции и термы многоэлектронной двухатомной молекулы.
- B. Химическая связь, электронные конфигурации и термы гомоатомных двухатомных молекул для элементов 1-го и 2-го периодов Периодической таблицы.
- Г. Химическая связь, электронные конфигурации и термы гетероатомных двухатомных молекул.
- Д. Принцип Борна-Оппенгеймера. Колебательные волновые функции и уровни энергии двухатомной молекулы. Колебательные переходы в молекулах. Диаграмма Яблонского
- Е. Вращательная структура спектров молекул
 - 1) сферический жесткий ротатор, симметричный/линейный жесткий ротатор,
 - 2) асимметричный ротатор, нежесткий ротатор
 - 3) правила отбора во вращательных спектрах двухатомных молекул

- 4) интенсивности во вращательных спектрах
- 5) колебательно-вращательные переходы в молекулах

Ж. Электронные переходы в молекулах

- 1) правила отбора для электронных переходов в двухатомных молекулах
- 2) принцип Франка-Кондона

VI. Диссоциация и преддиссоциация молекул

VII. Нелинейные процессы в атомах и молекулах

- А. Томсоновское рассеяние
- Б. Комбинационное рассеяние
- Б. Генерация гармоник
- В. КАРС

VIII. Симметрия атомов и молекул.

- А. Операции симметрии
- Б. Точечные группы
- В. Таблица умножения групп
- Г. Связь симметрии молекул с их постоянным дипольным моментом и хиральностью.
- Д. Симметрия электронных волновых функций молекул
- Е. Таблицы характеров неприводимых представлений групп
- Ж. Применения теории групп в молекулярной спектроскопии
 - 1) Оценка значений интегралов от волновых функций, построение волновых функций молекулы, соответствующих симметрии ее гамильтониана
 - 2) Правила отбора для радиационных переходов в многоатомных молекулах
 - 3) Расщепление уровней энергии ионов в кристаллах

IX. Экспериментальные методы исследования спектров атомов и молекул

- А. Источники излучения, синхротронное излучение
- Б. Свойства лазерного излучения, типы лазеров
- В. Лазер на свободных электронах
- Г. Детекторы излучения
- Д. Спектральные приборы

X. Экспериментальные методы спектроскопии атомов и молекул

- А. Фотоэлектронная спектроскопия
- Б. Абсорбционная спектроскопия
- В. Внутрирезонаторная спектроскопия
- Г. Фотоакустическая спектроскопия
- Д. Лазерно-индуцированная флуоресценция
- Е. Ионизационная спектроскопия
- Ж. Рамановская спектроскопия
- З. Оптическая накачка
- И. Спектроскопия квантовых биений и спектроскопия пересечения уровней
- К. Фемтосекундная лазерная спектроскопия