

## ФИЗИКА ОРГАНИЧЕСКИХ ПОЛУПРОВОДНИКОВ

д.ф.м.н., доцент Паращук Д.Ю.  
[paras@physics.msu.ru](mailto:paras@physics.msu.ru), [sunhen.phys.msu.ru](http://sunhen.phys.msu.ru), тел. 22-28

### АННОТАЦИЯ

Представлены электронные и оптические свойства органических полупроводниковых материалов перспективных для оптоэлектроники. Основное внимание уделено полупроводниковым полимерам и молекулам. Рассмотрена структура материалов, затем дана феноменология электронных и оптических свойств (люминесценция, подвижность, нелинейно-оптический отклик и др.) и представлены современные модели в терминах молекулярной физики и физики твердого тела.

### ПРОГРАММА КУРСА

#### 1. ВВЕДЕНИЕ

Феноменологические свойства (проводящие, люминесцентные, фотоэлектрические, "запоминающие") органических и углеродных полупроводниковых материалов и их перспективы для электроники и оптоэлектроники.

#### 2. ФИЗИКА ХИМИЧЕСКОЙ СВЯЗИ

Метод молекулярных орбиталей и метод валентных связей. Молекула водорода. Понятие о методах квантовой химии. Межмолекулярные взаимодействия.

#### 3. ХИМИЧЕСКАЯ СТРУКТУРА $\pi$ -СОПРЯЖЕННЫХ МАТЕРИАЛОВ

Атомы C, N, O. Правило Хунда. Молекулы O<sub>2</sub> и N<sub>2</sub>. Гибридизация орбиталей. Понятие сопряжения. Полиацетилены и полидиацетилены. Бензол, ароматические полупроводниковые полимеры. Конденсированные ароматические молекулы. Графен, фуллерены, нанотрубки.

#### 3. ОДНОЭЛЕКТРОННАЯ МОДЕЛЬ

Метод молекулярных орбиталей (Хюкеля). Бесконечные (полимеры) цепи. Сравнение с приближением сильной связи: ширины зон и эффективные массы. Конечные цепи (олигомеры). Плотность заряда и спина, порядки связей. Полупроводниковая бесконечная цепь.

#### 4. ОПТИКА ЛИНЕЙНЫХ СОПРЯЖЕННЫХ МОЛЕКУЛ

Плотность состояний в N-D системах (N=0,1,2,3), спектры поглощения, дипольный момент перехода.

#### 5. МЕЖЭЛЕКТРОННОЕ ВЗАИМОДЕЙСТВИЕ И ЭКСИТОНЫ

Экситоны Ванье-Мотта и Френкеля. Экситоны в полупроводниковых полимерах. Особенности 1D экситонов. Межэлектронное отталкивание и модель Хаббарда. Дипольно-запрещенные экситоны. Триплетные экситоны. Излучательная и безызлучательная релаксация. Фотофизика.

#### 6. ДВИЖЕНИЕ АТОМНЫХ ОСТОВОВ: ВИБРОНИКА, ПОЛЯРОНЫ, СОЛИТОНЫ

Адиабатическое приближение. Колебательная структура в спектрах поглощения и люминесценции. Принцип Франка-Кондона. Релаксация фотовозбуждения в молекулах, фотоизомеризация. Электрон-фононное взаимодействие и деформационный потенциал, поляроны. Релаксация возбуждений: от фемтосекунд до секунд. Переходы с изменением мультиплетности, триплетные возбуждения, фосфоресценция. Переход Пайерлса в 1D цепочке. Топологические солитоны в полиацетилене. Поляроны и биполяроны в сопряженных полимерах. Давыдовские солитоны в молекулярных цепочках.

7. ТРАНСПОРТ НОСИТЕЛЕЙ ЗАРЯДОВ. Подвижность носителей заряда в органических полупроводниках. Методы измерения. Принципы работы органических полевых транзисторов. Светоизлучающие транзисторы.

#### 8. ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Проблемы создания новых материалов и перспективы.

ПРОМЕЖУТОЧНАЯ ОТЧЕТНОСТЬ: 4 письменные контрольные работы (тесты).

ИТОГОВАЯ ОТЧЕТНОСТЬ: Экзамен.