Квантовая физика твердого тела

Программа спецкурса (2026)

1. Введение. Теория Друде и её применения. Теплопроводность металлов. Теория Зоммерфельда. Свойства электронного газа в основном состоянии. Закон Видемана-Франца.
2. Кристаллические решетки. Решетка Браве. Операции симметрии и их классификация. Элементы теории групп. Точечные группы. Описание структуры поверхности. Основные примеры. Обратная решетка. Атомные плоскости. Индексы Миллера.
3. Определение кристаллической структуры при помощи дифракции рентгеновских лучей. Формулировки Брэгга и Лауэ. Методы Лауэ, вращающегося кристалла, Дебая-Шеррера. Геометрический структурный фактор.
4. Электрон в периодическом потенциале. Теорема Блоха. Поверхность Ферми. Зонная структура. Модель Кронига-Пенни. Образование энергетических зон.
5. Электрон в слабом периодическом потенциале. Метод сильной связи. Примеры.
6. Квантовая теория гармонического кристалла. Квазичастицы в кристалле. Динамика кристаллической решетки. Фононы. Теплоемкость кристалла. Модель Дебая. Электросопротивление металлов. Закон Блоха.
7. Ангармонические эффекты. Тепловое расширение кристалла.
8. Однородные полупроводники. Носители тока при термодинамическом равновесии. Случай собственного и несобственного полупроводника. Концентрация носителей.
9. Неоднородные полупроводники. p-n-переход.

Литература

1. Н. Ашкрофт, Н. Мермин. Физика твердого тела, 2 т. М., Мир, 1979
2. Ч. Киттель. Введение в физику твердого тела. М., Наука, 1978
3. Ч. Киттель. Квантовая физика твердых тел. М., Наука, 1967
4. К. Оура, В. Г. Лифшиц, А. А. Саранин, А. В. Зотов, М. Катаяма. Введение в физику поверхности. М., Наука, 2005 / K. Oura , M. Katayama , A. V. Zotov , V. G. Lifshits , A. A. Saranin. Surface Science. Springer, 2003. https://link.springer.com/book/10.1007/978-3-662-05179-5
5. Н. А. Поклонский. Точечные группы симметрии. Минск, БГУ, 2003

Дополнительная литература

1. Р. Маттук. Фейнмановские диаграммы в проблеме многих тел. М., Мир, 1969
2. М. Борн, Х. Кунь. Динамическая теория кристаллических решеток. М., Изд-во иностр. лит-ры, 1958
3. Киреев П. С. Введение в теорию групп и ее применение в физике твердого тела. М., Высшая школа, 1979
4. Г. Штрайтвольф. Теория групп в физике твердого тела. М., Мир, 1971
5. А. В. Соколов, В. П. Широковский. Метод теории групп в квантовой физике твердого тела (точечная симметрия) https://ufn.ru/ru/articles/1956/12/d/
6. А. В. Соколов, В. П. Широковский. Метод теории групп в квантовой физике твердого тела (пространственная симметрия) https://ufn.ru/ru/articles/1960/7/d/
7. Atomistic Aspects of Epitaxial Growth (ed. Kotrla, Papanicolaou, Vvedensky, Wille) https://link.springer.com/book/10.1007/978-94-010-0391-9
8. T. Michely, J. Krug. Islands, Mounds and Atoms. Springer, 2004 https://link.springer.com/book/10.1007/978-3-642-18672-1

9. Shang Yuan Ren. Electronic States in Crystals of Finite Size. Springer, 2017. https://link.springer.com/book/10.1007/978-981-10-4718-3
10. С. В. Колесников, А. Г. Сыромятников, А. М. Салецкий, А. Л. Клавсюк. Экзотические наноструктуры на поверхности металлов. *Успехи физических наук* **195** (4), 377-394 (2025) https://ufn.ru/ru/articles/2025/4/d/
11. А. Г. Сыромятников, С. В. Колесников, А. М. Салецкий, А. Л. Клавсюк. Формирование и свойства металлических атомных цепочек и проводов. *Успехи физических наук* **191** (7), 705–737 (2021) https://ufn.ru/ru/articles/2021/7/b/
12. А. Л. Клавсюк, А. М. Салецкий. Формирование и свойства металлических атомных контактов. *Успехи физических наук* **185** (10), 1009-1030 (2015) https://ufn.ru/ru/articles/2015/10/a/
13. Edelsbrunner, Herbert, et al. “Brillouin Zones of Integer Lattices and Their Perturbations.” https://arxiv.org/abs/2204.01077
14. А Марадудин, Э. Монтролл, Дж. Вейсс. Динамическая теория кристаллической решетки в гармоническом приближении. М., Мир, 1965
15. L. Ratke, P. W. Voorhees. Growth and Coarsening. Springer, 2002. https://link.springer.com/book/10.1007/978-3-662-04884-9
16. I. Markov. Crystal Growth for Beginners. World Scientific, 2016
17. А. Л. Клавсюк. Процессы формирования и свойства металлических одномерных атомных структур. Докторская диссертация. МГУ, 2021
18. С. В. Колесников. Самоорганизация и физические свойства наноструктур на поверхности меди. Докторская диссертация. МГУ, 2021
19. В. И. Суриков, В. И. Суриков. Основы теории твердого тела. Омск, ОмГТУ, 2016
20. Nan Yu, Qingqing Liu, Jiayue Hu, Huan Liu, Long Kuai; Overview of the characterization technique groups for submicroscopic structures from the micro-nano to atomic scale. *Chem. Commun.* 2025; 61 (92): 18064–18091. https://doi.org/10.1039/d5cc04745e
21. R. Wiesendanger. Scanning Probe Microscopy and Spectroscopy. Cambridge University Press, 1998