

УТВЪРДИЛ

ДЕКАН:

КОНСПЕКТ

за кандидат-докторантски конкурс по

ФИЗИКА НА КОНДЕНЗИРАНАТА МАТЕРИЯ **професионално направление 4.1. ФИЗИЧЕСКИ НАУКИ**

1. Кристални и аморфни твърди тела. Анизотропия и симетрия на кристалите. Пространствена решетка, базис и структура на кристалите. Кристалографско индексирание на възли, ребра и равнини. Параметри на Вайс и индекси на Милер.
2. Елементи на симетрия на кристалните многостени при точкови преобразования. Принцип на Кюри. Съчетаване на операциите на симетрия. Точкови групи на симетрия. Сингонии и техните характеристики.
3. Решетки на Браве. Правила за избор на клетка на Браве. Транслационни елементи на симетрия. Пространствени групи на симетрия. Обратна решетка. Клетка на Вигнер – Зайц. Зони на Брилуен.
4. Дифракция на ретгенови лъчи, неутрони и електрони в кристални твърди тела. Особенности на еластичното и нееластичното разсейване. Отражение на Брег. Атомен и структурен фактор.
5. Видове химични връзки. Енергия на връзката. Вандервалсови връзки. Йонна връзка. Ковалентна хомеополярна връзка. Метална връзка. Водородна връзка. Основни типове кристални структури. Кристали с метална връзка. Кристали с йонна връзка. Кристали с ковалентна връзка. Кристали с водородна връзка. Кристали с вандервалсова връзка.
6. Еластични свойства на кристалите. Тензор на деформации и тензор на напрежение. Еластични модули и константи. Закон на Хук. Обобщен закон на Хук.
7. Характеристики и класификация на диелектриците. Макроскопични характеристики и класификация. Поляризуемост на диелектрици (микроскопични характеристики) и основи на физичната теория на поляризацията. Уравнение на Клаузиус – Мосоти (връзка между макро-характеристиките на диелектриците).
8. Диелектрични свойства на кристали. Фероелектрични (сегнетоелектрични) кристали. Примери. Антифероелектрични кристали. Пиезоелектричество. Прав и обратен пиезоелектричен ефект. Тензор на пиезоелектричните модули. Влияние симетрията на кристалите върху броя на независимите пиезоелектрични модули.
9. Кристалооптика - разпространение на светлината в анизотропни среди. Оптично едноосни кристали - обикновена и необикновена вълна. Някои оптични елементи, основаващи се на кристалооптиката. Разпространение на светлината в оптично активни кристали. Разпространение на светлина в поглъщащи среди.
10. Магнитни свойства на твърди тела. Диамагнетици, парамагнетици и феромагнетици. Закони на Кюри и Кюри-Вайс. Природа на феромагнетизма.

Теория на средното поле за феромагнетизма. Обменно взаимодействие и неговата роля при фазов преход във феромагнитно състояние. Модел на Хайзенберг. Антиферомагнетици. Феримагнетици. Магнитни резонансни явления.

11. Вълни и трептения в кристалната решетка. Трептения на едномерна кристална решетка, съставена от един и два вида частици. Акустични и оптични модове на трептене.
12. Трептения на пространствени кристални решетки. Дисперсионни криви на различните модове на трептене. Фонони.
13. Специфични топлини на кристали. Закон на Дюлонг и Пти. Квантови теории на Анщайн и Дебай. Сравнение на теориите при пределни случаи на ниски и високи температури помежду им и с експерименти. Теплопроводност на кристали.
14. Твърдото тяло като многочастична система. Уравнение на Шрьодингер за многочастична система. Адиабатно приближение. Едноелектронно приближение. Методи за пресмятане на енергията на електроните в многочастична задача. Метод на Хартри и Хартри – Фок.
15. Електрони в периодични структури. Теорема на Блох. Вълнови функции на Блох. Зони на Брилуен. Модел на Крониг и Пени.
16. Зонна структура на енергетичния спетър на електроните в кристалите. Приближение на квазисвободните електрони. Ефективна маса на електроните. Построяване зоните на Брилуен. Зонна структура на прости (алкални) метали. Зонна структура на преходни метали (желязо, мед).
17. Пресмятане на зонната структура в приближение на квазисвързания електрон. Изоенергетични повърхности.
18. Плътност на състоянията в енергетична зона. Вероятност за запълване на дадено състояние. Разпределение на електроните по състояния в една енергетична зона. Статистика на Ферми-Дирак. Повърхност на Ферми. Метали, полупроводници и диелектрици.
19. Дупките като квазичастици. Ефективен заряд и ефективна маса на дупките. Разпределение на дупките по състояния в една енергетична зона.
20. Свободни електрони и дупки в полупроводници. Собствена проводимост на полупроводници. Температурна зависимост на нивото на Ферми.
21. Специфична топлина на газ от свободни електрони. Класическо и квантовомеханично разглеждане.
22. Локализирани състояния на електроните и дупките в полупроводниците. Плитки донори и акцептори. Дълбоки центрове в полупроводниците.
23. Оптично индуцирани електронни преходи. Преки и непреки оптични преходи. Екситони. Явления в полупроводниците, свързани с екситоните.
24. Статистика на равновесните носители на заряд в полупроводниците. Равновесна концентрация на електрони и дупки в полупроводници. Собствена и несобствена (примесна) концентрация. Уравнение за електронеутралност. Случай на собствен и на легиран полупроводник. Случай на изроден полупроводник.
25. Статистика на неравновесните носители на заряд. Генерация и рекомбинация. Време на релаксация. Време на живот. Случай на линейна и квадратична рекомбинация.

26. Дифузия и дрейф на токоносителите. Кинетично уравнение на Болцман. Релаксационно време. Подвижност. Основни механизми на разсейване на токоносителите в твърдите тела (температурна зависимост). Насищане и намаляване на дрейфовата скорост при силни електрични полета.
27. Електрична проводимост на метали. Теории на Друде, Лорентц и Зомерфелд. Електропроводност на полупроводниците. Механизми на проводимост в аморфни полупроводници.
28. Теплопроводност на метали, полупроводници и диелектрици. Електронна и решетъчна компоненти.
29. Контактни явления в метали и полупроводници.
30. Размерно квантуване в полупроводници. Електронна структура на квантови ями и свръхрешетки.

ЛИТЕРАТУРА

1. М. Борисов, К. Маринова, Увод във физиката на твърдото тяло, I част, изд. "Наука и изк.", С., 1977 г.
2. М. Борисов, К. Маринова, К. Германова, Увод във физиката на твърдото тяло, II част, изд. "Наука и изк.", С., 1978 г.
3. Д. Блейкмор, Физика на твърдото състояние, София, НИ, 1983 г.
4. А. Апостолов, Физика на кондензираната материя, 2000 г.
5. Ч. Кител, "Введение в ФТТ", Мир, всички достъпни издания.
6. П. Киреев, "Физика полупроводников", изд. "Высшая школа", Москва, 1978 г.
7. Y. Galperin, "Introduction to modern solid state physics", достъпна .pdf формат на адрес: [http:// edu.ioffe.ru/lib/galperin/](http://edu.ioffe.ru/lib/galperin/)
8. Д. Блейкмор, Физика на твърдото състояние, София, Наука и изкуство, 1983
9. Э. М. Карташов, „Аналитические методы в теории теплопроводности твердых тел”, Москва, Высшая школа, 1985
10. H. Carslaw, J. C. Jaeger, Oxford, 1959 "Conduction of Heat in Solids" second edition
11. Апостолов, К. Германова. "Свръхрешетки и квантови ями – нови полупроводникови материали". Българско физико-математическо списание, бр. 3, стр. 139 (1991)

София, 07. 2022 г.

Ръководител на катедрата ФКММ:

/доц. Д-р Веселин Дончев /