

УТВЪРДИЛ

ДЕКАН:

КОНСПЕКТ

за кандидат-докторантски конкурс по
професионално направление 4.1. ФИЗИЧЕСКИ НАУКИ
(ФИЗИКА НА КОНДЕНЗИРАНАТА МАТЕРИЯ)

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. Матрично представяне на преобразованията на симетрия. 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. Класификация на фероелектричните кристали. Структурни фазови преходи. Теория на Ландау за фазови преходи от първи и втори ред. Антифероелектрични кристали. Пиезоелектричество. Прав и обратен пиезоелектричен ефект. Тензор на пиезоелектричните модули. Влияние симетрията на кристалите върху броя на независимите пиезоелектрични модули. Пиезоелектрични модули на кварца.
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. Влияние на външни въздействия върху разпространението на светлина в кристални среди. Електрооптични ефекти. Пиезооптичен ефект. Магнитооптичен ефект.
11. 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.
12. Вълни и трептения в кристалната решетка. Трептения на едномерна кристална решетка, съставена от един и два вида частици. Акустични и оптични модове на трептене.
13. Трептения на пространствени кристални решетки. Дисперсионни криви на различните модове на трептене. Диференциален и интегрален спектър на трептенията. Фонони.
14. 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. Извод на коефициента на фононна теплопроводност..
15. 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.
16. Електрони в периодични структури. Теорема на Блох. Вълнови функции на Блох. Зони на Брилуен. Модел на Крониг и Пени.
17. 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).
18. Пресмятане на зонната структура в приближение на квазисвързания електрон. Изоенергетични повърхности.
19. 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.
20. Дупките като квазичастици. Ефективен заряд и ефективна маса на дупките. Зонна структура на някои метали и полупроводници (Si и GaAs).
21. Свободни електрони и дупки в полупроводници. Собствена проводимост на полупроводници. Закон за действие на масите. Температурна зависимост на нивото на Ферми.
22. Специфична топлина на газ от свободни електрони. Класическо и квантовомеханично разглеждане.

23. Локализирани състояния на електроните и дупките в полупроводниците. Плитки донори и акцептори. Дълбоки центрове в полупроводниците.
24. Оптично индуцирани електронни преходи. Преки и непреки оптични преходи. Екситони. Явления в полупроводниците, свързани с екситоните.
25. 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.
26. Статистика на неравновесните носители на заряд. Генерация и рекомбинация. Време на релаксация. Време на живот. Случай на линейна и квадратична рекомбинация.
27. 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.
28. Електрична проводимост на метали. Теории на Друде, Лорентц и Зомерфелд. Електропроводност на полупроводниците. Механизми на проводимост в аморфни полупроводници.
29. Теплопроводност на метали, полупроводници и диелектрици. Електронна и решетъчна компоненти.
30. Контактни явления в метали и полупроводници.
31. Свръхпроводимост – теория на БКШ. Свръхпроводници в магнитно поле. Високотемпературна свръхпроводимост.
32. 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. Н. Carslaw, J. C. Jaeger, Oxford, 1959 “Conduction of Heat in Solids” second edition

София, 06. 2021 г.

Ръководител на катедрата ФКММ:

/доц. Д-р Веселин Дончев /