

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. Индекси на Милер.
2. 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.
3. Дифракция на ретгенови лъчи, неутрони и електрони в кристални твърди тела. Особености на еластичното и нееластичното разсейване. Отражение на Брег. Атомен и структурен фактор.
4. 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.
5. Еластични свойства на кристалите. Тензор на деформации и тензор на напрежение. Еластични модули и константи. Закон на Хук. Обобщен закон на Хук.
6. 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).
7. 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.
8. 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.
9. 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. Антиферромагнетици. Феримагнетици. Магнитни резонансни явления.

10. Вълни и трептения в кристалната решетка. Трептения на едномерна кристална решетка, съставена от един и два вида частици. Акустични и оптични модове на трептене. Трептения на пространствени кристални решетки. Дисперсионни криви на различните модове на трептене. Фонони.
11. Специфичен топлинен капацитет на кристали. Закон на Дюлонг и Пти. Квантови теории на Айнщайн и Дебай. Сравнение на теориите при пределни случаи на ниски и високи температури помежду им и с експерименти. Теплопроводимост на кристали.
12. 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.
13. Електрони в периодични структури. Теорема на Блох. Вълнови функции на Блох. Зони на Брилуен. Модел на Крониг и Пени.
14. 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).
15. Пресмятане на зонната структура в приближение на квазисвързания електрон. Изоенергетични повърхности.
16. 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.
17. Дупките като квазичастици. Ефективен заряд и ефективна маса на дупките. Разпределение на дупките по състояния в една енергетична зона. Свободни електрони и дупки в полупроводници. Собствена проводимост на полупроводници. Температурна зависимост на нивото на Ферми.
18. Локализирани състояния на електроните и дупките в полупроводниците. Плитки донори и акцептори. Дълбоки центрове в полупроводниците.
19. Оптично индуцирани електронни преходи. Преки и непреки оптични преходи. Екситони. Явления в полупроводниците, свързани с екситоните.
20. 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.
21. Статистика на неравновесните носители на заряд. Генерация и рекомбинация. Време на релаксация. Време на живот. Случай на линейна и квадратична рекомбинация.
22. 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.

23. Електрична проводимост на метали. Теории на Друде, Лорентц и Зомерфелд. Електропроводност на полупроводниците. Механизми на проводимост в аморфни полупроводници.
24. Теплопроводимост на метали, полупроводници и диелектрици. Електронна и решетъчна компоненти.
25. Контактни явления в метали и полупроводници.
26. 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, Наука и изкуство, 1983 г.
4. А. Апостолов, Физика на кондензираната материя, 2000 г.
5. Charles Kittel, Introduction to Solid State Physics, John Wiley and Sons всички достъпни издания.
6. Neil Ashcroft and N. David Mermin, Solid State Physics, Saunders College Publishing, 1976
7. David W. Snoke, Solid State Physics, Addison-Wesley, 2008
8. 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/)
9. H. Carslaw, J. C. Jaeger, Oxford, 1959 "Conduction of Heat in Solids" second edition
10. Апостолов, К. Германова. "Свръхрешетки и квантови ями – нови полупроводникови материали". Българско физико-математическо списание, бр. 3, стр. 139 (1991)

София, 07.2024 г.

Ръководител на катедрата ФКММ:

/проф. дфн Мирослав Абрашев/