Питання до ІСПИТУ

1. Короткі відомості про предмет, склад та задачі курсу. Його зв’язок з іншими дисциплінами учбового плану.
2. Класифікація речовин по провідності. Метали, напівпровідники, діелектрики. Загальна характеристика напівпровідників.
3. Загальна характеристика пружних хвиль в кристалах.
4. Хвилі в однорідному лінійному ланцюжку. Закон дисперсії для коливань. Швидкість поширення пружних хвиль.
5. Границі зміни та дискретність хвильового вектора. Фазова та групова швидкість.
6. Нормальні коливання. Повна енергія коливань атомів в однорідному лінійному ланцюгу.
7. Хвилі в лінійному ланцюгу, який складається із атомів двох типів, що чергуються. Акустичні та оптичні вітки коливань.
8. Хвилі в трьохмірному кристалі.
9. Фонони. Статистика фононів. (Статистика Бозе-Ейнштейна).
10. Енергія коливань атомів гратки. Температура Дебая.
11. Теплоємність кристалічної гратки.
12. Теплове розширення твердих тіл.
13. Тверде тіло як система частин. Рівняння Шредінгера для кристала.
14. Загальна постановка для квантово-механічної задачі.
15. Адіабатичне наближення та валентна апроксимація. Одноелектронне наближення.
16. Рівняння Шредінгера для електронів в кристалі. Хвильова функція Блоха.
17. Наближення сильно зв’язаних електронів. Енергетичний спектр електронів в кристалі.
18. Граничні умови для хвильової функції електрону в кристалі (умови циклічності Борна-Кармана).
19. Число станів в енергетичній зоні.
20. Квазіімпульс.
21. Структура енергетичних зон. Зони Бріллюена.
22. Залежність енергії електрону від хвильового вектору у дна і стелі енергетичної зони.
23. Ефективна маса носіїв заряду в кристалі. Тензор зворотної ефективної маси. Анізотропія ефективних мас.
24. Ізоенергетичні поверхні. Циклотронний резонанс як метод визначення ефективної маси носіїв заряду.
25. Зонна структура деяких напівпровідників (германія, кремнію, сполучень типу АІІІВV та АIIВVI). Методи розрахунку та експериментального дослідження зонної структури напівпровідників.
26. Локалізовані стани у твердому тілі. Метод ефективної маси.
27. Елементарна теорія домішкових станів (воднеподібна модель, наближення радіуса екранування). Енергія іонізації домішок в напівпровідниках (германій, кремній та ін.).
28. Ексітони та ін. дефекти кристалічної гратки.
29. Статистичний підхід до опису складних систем. Функції розподілу Фермі-Дірака і Максвела- Больцмана.
30. Розподіл Фермі-Дірака для електронів в напівпровіднику.
31. Густина квантових станів у дна вільної та стелі валентної зон.
32. Ефективна маса для густини станів.
33. Концентрація електронів і дірок. Інтеграл Фермі. Ефективна густина станів. Вироджений та невироджений напівпровідник. Критерій виродження.
34. Концентрація носіїв заряду і температура виродження.
35. Рівень Фермі у власному напівпровіднику. Енергія електронного газу. Середня енергія вільного електрону.
36. Вираз концентрації носіїв заряду у власному напівпровіднику через ширину забороненої зони.
37. Донорна домішка в напівпровіднику.
38. Акцепторна домішка в напівпровіднику. Положення рівня Фермі та концентрація електронів і дірок.
39. Напівпровідник, що містить донорну і акцепторну домішки.
40. Домішкові зони.
41. Залежність ширини забороненої зони від зовнішніх факторів.
42. Розсіювання носіїв заряду в напівпровідниках. Основні модельні уявлення. Кінетичне рівняння Больцмана.
43. Польовий член рівняння Больцмана. Інтеграл зіткнень.
44. Кінетичне рівняння Больцмана в наближенні часу релаксації. Нерівноважний додаток до рівноважної функції розподілу.
45. Залежність часу релаксації від кута розсіювання (підрахунок втрати спрямованої складової швидкості).
46. Розсіювання електронів на іонах домішки, атомах домішки, дислокаціях, теплових коливаннях кристалічної гратки.
47. Електропровідність напівпровідників, металів.
48. Гальваномагнітні, термоелектричні і термомагнітні явища в напівпровідниках. Теплопровідність напівпровідників.
49. Генерація і рекомбінація електронів і дірок в напівпровідниках. Рівноважні й нерівноважні носії заряду. Надлишкова концентрація носіїв заряду. Квазірівень Фермі.
50. Лінійна і квадратична рекомбінації. Час життя нерівноважних носіїв заряду в напівпровідниках.
51. Зміна надлишкової концентрації носіїв заряду при лінійній і квадратичній рекомбінації. Максвелівський час релаксації.
52. Механізми рекомбінації носіїв заряду. Ефективний розріз захвату. Теорія Холла-Шоклі-Ріда.
53. Залежність часу життя від концентрації домішок і температури.
54. Рівняння неперервності.
55. Дифузійний і дрейфовий токи.
56. Співвідношення Ейнштейна
57. Дифузія і дрейф носіїв заряду в монополярному випадку. Коефіцієнт дифузії. Дифузія і дрейф носіїв заряду у випадку біполярної генерації. Довжина екранування. Довжина затягування.
58. Інжекція, екстракція, акумуляція, ексклюзія носіїв заряду в напівпровіднику.
59. Дифузія і дрейф нерівноважних носіїв заряду зі змішаною провідністю. Біполярна дифузійна рухомість. Біполярний коефіцієнт дифузії.
60. Термоелектронна емісія. Робота виходу електронів. Термодинамічна робота виходу електронів із власного та домішкового напівпровідників.
61. Контактна різниця потенціалів.
62. Контакт двох металів. Умови рівноваги контактуючих тіл.
63. Контакт метал-напівпровідник.
64. Дифузійна теорія випрямлення. Діодна теорія випрямлення. Теорія фізичного запираючого шару.
65. Контакт електронного і дірочного напівпровідників.
66. Виникнення області просторового заряду і потенціального бар’єра на границі електронного і дірочного напівпровідників.
67. Енергетична діаграма р-п-переходу в рівноважному стані. Електронно-дірочний перехід в зовнішньому електричному полі.
68. Теорія тонкого р-п-переходу. Границі її використання. Вольт-амперна характеристика тонкого р-п-переходу. Склад току, який тече через р-п-перехід.
69. Взаємодія світла з речовиною. Відбиття та поглинання світла. Коефіцієнти відбиття та поглинання світла.
70. Спектр поглинання. Механізми поглинання світла. Закони збереження енергії і хвильового вектора (імпульсу) при оптичних переходах.
71. Власне поглинання світла. Прямі оптичні переходи. Правила відбору.
72. Спектральний розподіл поглинання. Температурна залежність поглинання. Непрямі оптичні переходи. Поглинання світла, із захватом та випромінюванням фотонів.
73. Залежність коефіцієнта поглинання від енергії фотонів.
74. Оптичні методи визначення ширини забороненої зони.
75. Люмінесценція напівпровідників. Фотоелектричні і фотомагнітні явища в напівпровідниках.
76. Внутрішній фотоефект. Релаксація фотопровідності. Вплив рівнів налипання на кінетику фотопровідності.
77. Фотопровідність при наявності поверхневої рекомбінації і дифузії носіїв заряду. Домішкова фотопровідність.
78. Ефект Дембера при монополярній і біполярній провідності.
79. Фотомагнітний ефект Кікоїна-Носкова. Фотомагнітна ЕРС і струм короткого замикання. Вентильна фото-ЕРС. Рівняння фотодіода. Фотоелемент із запираючим шаром.