

Вопросы к государственному экзамену по направлению подготовки магистров «Прикладные математика и физика»

Раздел 1

1. Критерии выбора и рационального использования материалов (общие и физико-химические).
2. Свойства металлов и сплавов – физические и механические; чем определяются, от чего зависят.
3. Принципы классификации материалов (по химическому составу, структуре, свойствам и областям применения).
4. Влияние химического состава материалов на формирование их свойств на различных этапах получения и обработки.
5. Влияние химического состава материалов на их эксплуатационные свойства.
6. Кристаллографические структуры металлических материалов, их особенности.
7. Дефекты кристаллической структуры твердых тел (точечные, линейные, планарные и трехмерные дефекты).
8. Влияние дефектов различного вида на свойства материалов.
9. Термодинамические свойства твердых тел.
10. Что такое структура материала? Основные составляющие элементы структуры.
11. Макро-, микро- и наноструктура: в чем различия, кроме размерных характеристик.
12. Какие основные факторы формируют структуру кристаллических твердых тел на различных масштабах (макро-, микро-, наномасштабы)?
13. Термодинамика и кинетика фазовых превращений первого рода (ФП1).
14. Гомогенное и гетерогенное зародышеобразование вторичных фаз в твердых растворах. Скорость зародышеобразования: от каких факторов она зависит?
15. Механизмы роста зародышей вторичных фаз в твердых растворах.
16. Затвердевание расплавов, кристаллизация.
17. Процессы кристаллизации слитков. Структура слитков.
18. Анизотропия роста кристаллов. Дендритная форма кристаллов, причины образования.
19. Выращивание монокристаллов (методы и технологическое оборудование).

20. Фазовые превращения в твердом состоянии. Основные типы диаграмм фазового равновесия.
21. Твердые растворы: типы, условия образования, примеры.
22. Термодинамика и кинетика фазовых переходов первого и второго рода. Процессы упорядочения, критерий степени дальнего порядка.
23. Промежуточные фазы. Электронные соединения, никель-арсенидные фазы, фазы внедрения, промежуточные фазы стехиометрического состава (фазы Лавеса).
24. Виды термической обработки металлов и сплавов.
25. Превращения при отжиге. Возврат, полигонизация, рекристаллизация.
26. Влияние скорости охлаждения на структуру сплавов после закалки.
27. Влияние аллотропных превращений в однокомпонентных и двухкомпонентных системах на структуру после охлаждения.
28. Фазовые переходы первого рода в системе железо-углерод и структурные составляющие после такого перехода.
29. С-диаграмма при охлаждении сплавов на основе железа.
30. Образование пересыщенных неравновесных фаз при закалке сплавов (мартенсит).
31. Превращения при нагреве после закалки сталей и сплавов (отпуск).
32. Три превращения при отпуске стали.
33. Процессы структурообразования в твердом состоянии, их отличия от процессов при кристаллизации расплавов.
34. Процессы старения твердых растворов.
35. Особенности холодной пластической деформации металлов.
36. Особенности деформации кристаллических твердых тел. Линии скольжения, полосы скольжения, системы скольжения.
37. Текстура деформации и её основные характеристики.
38. Упрочнение при деформировании.
39. Механизмы пластической деформации и упрочнения металлических материалов.
40. Дислокации в кристаллах. Зарождение и размножение дислокаций (источник Франка-Рида).
41. Влияние нагрева на структуру и свойства после холодной пластической деформации металлических материалов.
42. Возврат, полигонизация, рекристаллизация (механизмы). Первичная, вторичная, собирательная рекристаллизация.

Раздел 2

1. Определение понятия полимера. Классификация полимеров по химическому строению цепи. Механические свойства полимеров. Типичная кривая напряжение-деформация.
2. Структура частично-кристаллических полимеров, упаковка цепей в элементарной ячейке. Ламеллярная морфология и строение сферолитов.
3. Кристаллизация полимеров из расплава и из раствора. Кинетика кристаллизации, теория Лорицена-Хоффмана.
4. Процесс зародышеобразования кристаллической фазы полимеров. Гомогенное и гетерогенное зародышеобразование. Критический размер зародыша.
5. Скорость роста сферолитов. Уравнение Аврами. Физическая интерпретация параметров уравнения Аврами.
6. Супрамолекулярная организация полимеров. Морфология кольцевых сферолитов.
7. Определение и химическое строение жидких кристаллов. Классификация жидких кристаллов. Фазовая диаграмма и роль метастабильного состояния в фазовом поведении жидких кристаллов.
8. Методы характеристики жидкокристаллических материалов. Применение жидких кристаллов.
9. Влияние геометрических ограничений на формирование кристаллической и жидкокристаллической структуры.
10. Рентгеноструктурный анализ в больших и малых углах дифракции: принципы и применения. Анализ текстуры полимеров и нанокompозитов.
11. Принцип дифференциальной сканирующей калориметрии. Основное уравнение калориметрии. Определение температуры плавления и стеклования полимеров.
12. Нанокалориметрия как новый метод анализа материалов. Преимущества и недостатки нанокалориметрии по сравнению с ДСК. Комбинирование нанокалориметрии с другими экспериментальными методами.
13. Органические солнечные батареи: конструкция, принцип работы, понятие объемного гетероперехода
14. Органические полевые транзисторы: конструкция, принцип работы, подходы к улучшению производительности.
15. Квантовые компьютеры, определение сравнение с классическими системами. Кубиты, базовые квантовые вентили. Включение вентиля Хадамара в спиновый компьютер. Квантовое запутывание.
16. Возможное внедрение квантового компьютера. Полностью кремниевый квантовый компьютер.
17. Условия Ди Винченсо для проведения квантовых вычислений.

18. Определение и классификация магнитосопротивления.
19. Гигантское магнитосопротивление в многослойных структурах.
Эксперименты П. Грюнберга и А.Ферта.
20. Разработка магнитной памяти со случайным доступом на основе магнитосопротивления.