

Министерство науки и высшего образования Российской Федерации
федеральное государственное бюджетное научное учреждение
«Технологический институт сверхтвёрдых и новых
углеродных материалов»
(ФГБНУ ТИСНУМ)

УТВЕРЖДАЮ
Директор ФГБНУ ТИСНУМ

С. А. Терентьев

« 31 » марта 2022 г.

ПРОГРАММА ВСТУПИТЕЛЬНОГО ИСПЫТАНИЯ
ПО ГРУППЕ НАУЧНЫХ СПЕЦИАЛЬНОСТЕЙ
«1.3 ФИЗИЧЕСКИЕ НАУКИ»
ДЛЯ ПОСТУПАЮЩИХ В АСПИРАНТУРУ
(собеседование)

г. Москва, г. Троицк, 2022 г.

На вступительном испытании будут заданы вопросы по выпускной квалификационной работе и вопросы из раздела, соответствующего направлению будущей научно-исследовательской деятельности поступающего.

Вопросы по выпускной квалификационной работе (магистратура или специалитет)

1. Основные положения.
2. Новизна.
3. Актуальность.

Раздел «Приборы и методы экспериментальной физики»

1. Методы измерения времени, погрешности измерений, эталоны. Учет эффектов общей теории относительности (зависимость хода часов от ускорения и гравитации)
2. Измерение частот в радиодиапазоне. Стандарты частоты.
3. Методы и погрешности измерений координат, углов, длин. Мировые стандарты и эталоны.
4. Методы измерения термодинамических величин
5. Радиоспектроскопия (эффект Зеемана, ядерный магнитный резонанс, томография).
6. Электромагнитные измерения (способы регистрации радиоизлучения, методы регистрации в оптическом диапазоне: фотодиоды, фотоумножители, черенковские детекторы).
7. Регистрация частиц и радиоактивных излучений (ионизационные камеры, газоразрядные счетчики, пропорциональные счетчики, стриммерные и искровые камеры, полупроводниковые детекторы, сцинтилляционные счетчики, пузырьковые камеры, черенковские счетчики, ядерные фотоэмюльсии).
8. Шумы и помехи при измерении электрических, акустических и оптических величин
9. Дифференциальные, интерферометрические и другие методы измерений
10. Нанотехнологии в измерительной технике
11. Дозиметрические измерения и дозиметрические единицы; коэффициенты, учитывающие влияние радиации на живые организмы, эквивалентная доза
12. Системы единиц. Единая система единиц (СИ). Универсальные постоянные и естественные системы единиц. Производные единицы и стандарты
13. Прямые, косвенные, статистические и динамические измерения. Оценки погрешностей косвенных измерений. Условные измерения. Проблема корреляций и уравнивание условных измерений. Принципиальные ограничения на точность измерений (физические пределы)
14. Методы измерений физических величин в исследуемой области физики.
15. Основные принципы построения приборов для измерений физических величин в заданной области физики
16. Фундаментальные шумы в измерительных устройствах
17. Тепловой шум. Формула Найквиста. Теорема Каллена-Вельтона. Дробовой шум в электронных и оптических приборах. Шумы $1/f$
18. Квантовые эффекты в физических измерениях. Условия, когда классический подход становится неприменим
19. Соотношения неопределенности. Роль обратного флуктуационного влияния прибора. Стандартные квантовые пределы. Квантовые невозмущающие измерения. Квантовые эталоны единиц физических величин (примеры). Эффект Джозефсона и сверхпроводящие квантовые интерферометры
20. Случайные события. Понятие вероятности. Условные вероятности. Распределение вероятности. Плотность вероятности. Моменты
21. Специальные распределения вероятностей и их использование в физике. Биномиальное распределение, распределение Пуассона (дробовой шум),

экспоненциальное распределение. Нормальное распределение и центральная предельная теорема

22. Многомерные распределения вероятностей. Корреляции случайных величин
23. Случайные процессы. Эргодичность. Корреляционная функция случайного процесса. Стационарные случайные процессы. Спектральная плотность. Теорема Винера-Хинчина
24. Оценка параметров случайных величин. Выборочные средние и дисперсии. Выборочные распределения. t-распределение Стьюдента, χ^2 -распределение
25. Определение средних значений измеряемых параметров и их погрешностей в прямых и косвенных измерениях
26. Техника оценки параметров при разных распределениях погрешностей измерений. Средние и вероятные значения переменных. Техника оценки параметров при асимметричных распределениях погрешностей. Суммирование результатов различных измерений. Робастные оценки. Параметрические и непараметрические оценки
27. Аналитическая аппроксимация результатов и измерений. Интерполяция (линейная, квадратичная, кубическая и т.п.)
28. Фурье-анализ. Дискретное преобразование Фурье. Быстрое преобразование Фурье. Вэйвлетный анализ
29. Статистическая проверка гипотез. Критерии согласия и методы их использования. Критерий χ^2 , Смирнова-Колмогорова, Колмогорова
30. Прямые и обратные задачи. Некорректные задачи. Обратные задачи при анализе результатов измерений и методы их решения
31. Метод максимального правдоподобия и его применение
32. Метод наименьших квадратов
33. Аналитическое описание физических процессов
34. Планирование эксперимента, выбор метода и технических средств, методы оценки ожидаемых результатов и их погрешностей
35. Метод статистических испытаний, методика его применения
36. Использование моделей физических процессов
37. Учет влияния прибора на результаты измерений. Моделирование с учетом особенностей используемых детекторов
38. Создание комплексных установок. Общие требования. Обработка информации "в линию" (on-line)
39. Способы преобразования измерений для передачи на значительные расстояния
40. Контроль процессов измерений в реальном времени
41. Способы вывода информации в реальном времени. Накопление экспериментальных данных, создание банков данных

Раздел «Физика конденсированного состояния»

1. Структура твердого тела, как одного из конденсированных состояний. Кристаллические и аморфные тела. Трансляционная симметрия. Элементарная ячейка. Решетки Браве. Точечные и пространственные группы. Особенности распространения волн в периодических структурах. Закон Вульфа-Брэгга. Обратная решетка. Зоны Бриллюэна.
2. Дефекты в кристаллах. Точечные дефекты, их образование и диффузия. Вакансии. Атомы внедрения. Комплексы атомных дефектов. Краевые и винтовые дислокации. Вектор Бюргерса. Энергия дислокации. Переползание и скольжение. Размножение дислокаций. Источник Франка-Рида. Влияние радиационных, механических, термических воздействий на реальную структуру твердых тел.
3. Типы химических связей. Структурные и физические особенности ионных, ковалентных, металлических и молекулярных кристаллов. Плотнейшие упаковки.
4. Аморфные твердые тела, металлические стекла, полупроводники, магнетики и их свойства.

5. Описание энергетического состояния кристалла при помощи газа квазичастиц. Примеры квазичастиц. Фононы, магноны, экситоны, плазмоны и др. Электроны в металле как квазичастицы. Квазиимпульс. Закон дисперсии. Теорема Блоха. Граничные условия. Плотность состояний. Статистика газа квазичастиц. Бозоны и фермионы. Взаимодействие квазичастиц.
6. Колебания решетки-фононы. Акустическая и оптическая ветви колебаний. Теплоемкость решетки. Дебаевская частота. Фактор Дебая-Валлера в рассеянии рентгеновских лучей. Ангармонизм и тепловое расширение.
7. Электронные состояния в кристаллах. Одноэлектронная модель. Приближения сильной и слабой связей. Зонная теория и физические свойства твердых тел. Вырожденный электронный газ. Электронная теплоемкость, поверхность Ферми. Тензор эффективных масс. Электроны и дырки. Циклотронная масса. Положение ферми-уровня в невырожденных полупроводниках.
8. Кинетическое уравнение. Электро- и теплопроводность. Времена релаксации. Механизмы рассеяния электронов. Рассеяние на примесях и дефектах. Электрон-фононные столкновения. Нормальные процессы, процессы переброса. Магнитосопротивление и эффект Холла.
9. Металлы с большой длиной пробега электронов. Аномальный скин-эффект. Циклотронный резонанс и размерные эффекты. Проникновение электромагнитного поля в металл. Геликоны. Квантование орбит в магнитном поле. Эффект де Гааза-ван Альфена.
10. Полупроводники. Электронная структура типичных полупроводников. Германий. Узкозонные полупроводники. Примесные уровни. Доноры и акцепторы. Температурная зависимость проводимости. p n переходы. Фотопроводимость. Рекомбинация и релаксация неравновесных носителей. Горячие носители. Эффект Ганна.
11. Тензор упругих постоянных и упругая деформация. Пластичность кристаллов. Предел текучести. Упрочнение. Внутреннее трение.
12. Механизмы поглощения фотонов. Поглощение свободными носителями. Решеточное поглощение. Многофононные процессы. Комбинационное рассеяние света в кристаллах. Поглощение связанными носителями. Правила отбора. Межзонные прямые и косые переходы. Экситоны. Люминесценция. Времена жизни возбуждений, флюоресценция. Безизлучательные переходы. Квантовый выход люминесценции.
13. Диамагнетизм свободного электронного газа. Спиновый парамагнетизм. Закон Кюри. Ферромагнетизм. Молекулярное поле Вейсса. Обменное взаимодействие. Ферромагнитные домены. Энергия анизотропии. Доменная стенка. Антиферромагнетики. Ферриты. Спиноориентированные явления. Внутренние магнитные поля, их составляющие и влияние на состояние ядерных уровней.
14. Эффективное поле. Электрострикция и пьезоэлектричество. Пироэлектрики и сегнетоэлектрики. Электрический гистерезис.
15. Аномалии физических свойств сегнетоэлектриков в области фазовых переходов. Молекулярные кристаллы.
16. Равновесие фаз. Фазовые переходы I и II рода. Флуктуации. Твердые растворы и промежуточные фазы.
17. Равновесие в многокомпонентных системах и правило фаз. Диаграммы равновесия. Диффузионные и бездиффузионные превращения. Кинетика фазовых превращений.
18. Основные свойства сверхпроводников. Эффект Мейсснера. Сверхпроводники I и II рода. Вихри и вихревые структуры.
19. Основы микроскопической и термодинамической теорий. Куперовские пары. Энергетическая щель и квазичастицы в сверхпроводнике. Туннельный эффект. Эффект Джозефсона.
20. Высокотемпературные сверхпроводники, их структура, химический состав. Роль кислорода в ВТСП.

21. Рентгенография: методы исследования идеальной и реальной структур. Электронография и электронная микроскопия. Нейтронография: упругое и неупругое когерентное рассеяние, исследование магнитных структур и фононных спектров. Эффект Мессбауэра, ЭПР, ЯМР.
22. Электрические и гальваномагнитные измерения, как методы изучения электронной структуры кристаллов и состава примесей в полупроводниках.
23. Оптические методы исследования. Возможности, связанные с использованием лазерных источников света.
24. Условия облучения материалов в современных ядерно-энергетических установках. Упругие и неупругие столкновения бомбардирующих частиц с атомами вещества. Процессы ионизации в кристаллах. Первично выбитые атомы, их спектры. Каналирование.
25. Образование дефектов под облучением. Образование пар Френкеля в облучаемых кристаллах. Каскады атом-атомных соударений. Отжиг радиационных дефектов.
26. Изменение структуры и свойств металлов под облучением, Диффузионные процессы под облучением: радиационно-ускоренные и радиационно-индуцированные фазово-структурные превращения в облучаемых сплавах. Радиационное набухание и ползучесть.
27. Ионная имплантация в металлы.
28. Методы исследования приповерхностных слоев твердого тела. Дифракция медленных электронов, электронная Оже-спектроскопия, фотоэлектронная спектроскопия, масс-спектроскопия вторичных ионов.
29. Электронная просвечивающая и растровая микроскопия дефектов в металлах.
30. Применение методов ЭПР и ЯМР в радиационной физике твердого тела.
31. Влияние несовершенств структуры твердых тел на параметры Мессбауэровских спектров.

Раздел «Физика полупроводников»

1. Электронная конфигурация внешних оболочек атомов и типы сил связи в твердых телах. Ван-дер-Ваальсова, ионная и ковалентная связь.
2. Структуры важнейших полупроводников – элементов AIV, AVI и соединений типов AIII BV, AII BVI, AIV BVI.
3. Симметрия кристаллов. Трансляционная симметрия кристаллов. Базис и кристаллическая структура. Элементарная ячейка. Примитивная ячейка. Ячейка Вигнера-Зейтца. Решетка Браве. Обозначения узлов, направлений и плоскостей в кристалле. Обратная решетка, ее свойства. Зона Бриллюэна.
4. Примеси и структурные дефекты в кристаллических и аморфных полупроводниках. Химическая природа и электронные свойства примесей. Точечные, линейные и двумерные дефекты.
5. Методы выращивания объемных монокристаллов из жидкой и газовой фаз.
6. Методы выращивания эпитаксиальных пленок (эпитаксия из жидкой и газовой фазы).
7. Молекулярно-лучевая эпитаксия. Металлоорганическая эпитаксия.
8. Методы легирования полупроводников.
9. Основные методы определения параметров полупроводников: ширины запрещенной зоны, подвижности и концентрации свободных носителей, времени жизни неосновных носителей, концентрации и глубины залегания уровней примесей и дефектов.
10. Основные приближения зонной теории. Волновая функция электрона в периодическом поле кристалла. Теорема Блоха. Зона Бриллюэна. Энергетические зоны.
11. Законы дисперсии для важнейших полупроводников. Изоэнергетические поверхности. Тензор обратной эффективной массы. Плотность состояний. Особенности Ван-Хова.

12. Уравнения движения электронов и дырок во внешних полях. Метод эффективной массы. Искривление энергетических зон в электрическом поле. Движение электронов и дырок в магнитном поле. Определение эффективных масс из циклотронного (диамагнитного) резонанса. Связь зонной структуры с оптическими свойствами полупроводника.
13. Уровни энергии, создаваемые примесными центрами в полупроводниках. Доноры и акцепторы. Мелкие и глубокие уровни. Водородоподобные примесные центры.
14. Функция распределения электронов. Концентрация электронов и дырок в зонах, эффективная плотность состояний. Невырожденный и вырожденный электронный (дырочный) газ. Концентрации электронов и дырок на локальных уровнях. Факторы вырождения примесных состояний.
15. Положение уровня Ферми и равновесная концентрация электронов и дырок и собственных и примесных (некомпенсированных и компенсированных) полупроводниках. Многозарядные примесные центры.
16. Кинетические коэффициенты – проводимость, постоянная Холла и термо-ЭДС. Дрейфовая скорость, дрейфовая и холловская подвижности, фактор Холла. Дрейфовый и диффузионный ток. Соотношение Эйнштейна.
17. Механизмы рассеяния носителей заряда в неидеальной решетке. Взаимодействие носителей заряда с акустическими и оптическими фононами. Рассеяние носителей заряда на заряженных и нейтральных примесях. Горячие электроны. Отрицательная дифференциальная проводимость. Электрические неустойчивости; электрические домены и токовые шнуры.
18. Генерация и рекомбинация неравновесных носителей заряда. Квазиравновесие, квазиуровни Ферми. Уравнение кинетики рекомбинации. Времена жизни. Фотопроводимость.
19. Механизмы рекомбинации. Излучательная и безызлучательная рекомбинация. Межзонная рекомбинация. Рекомбинация через уровни примесей и дефектов. Центры прилипания. Оже-рекомбинация.
20. Пространственно неоднородные неравновесные распределения носителей заряда. Амбиполярная диффузия. Эффект Дембера. Длина диффузии неравновесных носителей заряда.
21. Схема энергетических зон в контакте металл-полупроводник. Обогащенные, обедненные и инверсионные слои пространственного заряда вблизи контакта. Вольтамперная характеристика барьера Шоттки.
22. Энергетическая диаграмма p-n перехода. Инжекция неосновных носителей заряда в p-n переходе.
23. Гетеропереходы. Энергетические диаграммы гетеропереходов. Варизонные полупроводники.
24. Поверхностные состояния и поверхностные зоны. Искривление зон, распределение заряда и потенциала вблизи поверхности. Поверхностная рекомбинация.
25. Эффект поля. Таммовские уровни. Скорость поверхностной рекомбинации.
26. Комплексная диэлектрическая проницаемость, показатель преломления, коэффициент отражения, коэффициент поглощения. Связь между ними и соотношения Крамерса-Кронига.
27. Межзонные переходы. Край собственного поглощения в случае прямых и непрямых, разрешенных и запрещенных переходов. Экситонное поглощение и излучение. Спонтанное и вынужденное излучение.
28. Поглощение света на свободных носителях заряда.
29. Поглощение света на колебаниях решетки. Рассеяние света колебаниями решетки, комбинационное рассеяние на оптических фононах (Рамана – Ландсберга), рассеяние на акустических фононах (Бриллюэна – Мандельштама).

30. Влияние примесей на оптические свойства. Примесная структура оптических спектров вблизи края собственного поглощения в прямозонных и непрямозонных полупроводниках. Межпримесная излучательная рекомбинация. Экситоны, связанные на примесных центрах.
31. Оптические явления во внешних полях. Эффект Франца-Келдыша. Эффект Поккельса.
32. Эффект Бурштейна-Мосса.
33. Эффекты Фарадея и Фойгта.
34. Примесная и собственная фотопроводимость. Влияние прилипания неравновесных носителей заряда на фотопроводимость.
35. Оптическая перезарядка локальных уровней и связанные с ней эффекты. Термостимулированная проводимость.
36. Фоторазогрев носителей заряда. Фотоэлектромагнитный эффект.
37. Аморфные и стеклообразные полупроводники. Структура атомной матрицы некристаллических полупроводников. Идеальное стекло. Гидрированные аморфные полупроводники.
38. Особенности электронного энергетического спектра неупорядоченных полупроводников. Плотность состояний. Локализация электронных состояний. Щель подвижности.
39. Легирование некристаллических полупроводников.
40. Механизмы переноса носителей заряда. Прыжковая проводимость. Закон Мотта.
41. Спектры оптического поглощения некристаллических материалов. Правило Урбаха.
42. Нестационарные процессы. Определение дрейфовой подвижности по измерениям времени пролета. Дисперсионный перенос.
43. Влияние внешних воздействий на свойства некристаллических полупроводников. Метастабильные состояния.
44. Размерное квантование. Двумерные и квазидвумерные электронные системы и структуры, в которых они реализуются. Контра- и ковариантные композиционные сверхрешетки, легированные сверхрешетки легирования. Квантовые нити. Квантовые точки. Энергетический спектр электронов и плотность состояний в этих системах.
45. Оптические явления в структурах с квантовыми ямами, правила отбора для межзонных и внутризонных (межподзонных) переходов. Межзонное поглощение и излучательная рекомбинация в этих структурах. Экситоны в квантовых ямах, квантово-размерный эффект Штарка.
46. Электрические и гальваномагнитные явления в двумерных структурах. Эффект Шубникова-де Гааза. Общее представление о квантовом эффекте Холла.
47. Вольтамперная характеристика p-n перехода. Приборы с использованием p-n переходов.
48. Туннельный диод. Диод Ганна. Биполярный транзистор. Тиристор.
49. Энергетическая диаграмма структуры металл-диэлектрик-полупроводник.
50. Шумы в полупроводниковых приборах.
51. Фотоэлементы и фотодиоды. Спектральная чувствительность и обнаружительная способность. Полупроводниковые детекторы ядерных излучений. Фотоэлектрические преобразователи, КПД преобразования.
52. Светодиоды и полупроводниковые лазеры. Инжекционные лазеры на основе двойной гетероструктуры.
53. Использование наноструктур в полупроводниковых приборах. Гетеротранзистор с двумерным электронным газом (НЕМТ). Гетеролазеры на основе структур с квантовыми ямами и квантовыми точками. Резонансное туннелирование в двухбарьерной гетероструктуре и резонансно-туннельный диод. Оптический модулятор на основе квантово-размерного эффекта Штарка.

Раздел «Химическая физика, горение и взрыв, физика экстремальных состояний вещества»

1. Основы квантовой теории многоэлектронных систем. Адиабатическое приближение Борна-Оппенгеймера. Свойства симметрии многоэлектронной волновой функции. Основное и возбужденное состояния атома гелия. Многоэлектронные атомы и периодическая система элементов. Операторы момента импульса. Уровни энергии. Основные принципы теории валентности
2. Электронное строение молекул. Метод молекулярных орбиталей и его применение к двухатомным молекулам. Молекулярный ион водорода и молекула водорода. Молекулярные орбитали гомоядерных двухатомных молекул. Гетероядерные двухатомные молекулы. Правило пересечения потенциальных кривых. Понятие о методе самосогласованного поля. Гибридизация атомных волновых функций. Метод молекулярных орбиталей в приближении Хюккеля применительно к молекулам с сопряженными связями.
3. Электронное строение координационных соединений. Межмолекулярное взаимодействие. Теория кристаллического поля. Комплексы со слабой и сильной связью. Спин-орбитальное взаимодействие. Применение метода молекулярных орбиталей к координационным соединениям. Эффект Яна-Теллера. Силы Ван-дер-Ваальса. Донорно-акцепторные комплексы. Водородная связь
4. Строение и свойства твердого тела. Природа сил взаимодействия в кристаллах. Колебания и волны в одномерной решетке. Колебания атомов трехмерной кристаллической решетки. Нормальные колебания. Электрон в периодическом поле. Приближение слабо и сильно связанных электронов. Зоны Бриллюэна. Структура энергетических зон. Локализованные состояния электронов в кристалле
5. Химическая радиоспектроскопия. Условия возникновения ЯМР и ЭПР. Времена релаксации и форма резонансной линии. Гамильтониан магнитных взаимодействий. Химический сдвиг и спин-спиновое взаимодействие в ЯМР. Сверхтонкая структура спектров ЭПР. Интерпретация тензоров сверхтонкого взаимодействия и g-тензора. Возможности методов магнитного резонанса для исследования скоростей молекулярных и химических процессов.
6. Электронная структура молекул. Возбужденные состояния. Поглощение и испускание света. Спектры поглощения и люминесценции. Флуоресценция и фосфоресценция. Теория и методы расчёта электронно-колебательных спектров многоатомных молекул. Приближения Франка-Кондона и Герцберга-Теллера. Потенциальные поверхности электронно-возбужденных состояний. Переходы между состояниями. Матричные элементы переходов. Релаксация. Взаимодействия в возбужденных состояниях, комплексы с переносом заряда, эксимеры и эксиплексы
7. Безызлучательные электронные переходы. Неадиабатическое взаимодействие. Перенос заряда. Перенос энергии электронного возбуждения. Индуктивно-резонансный механизм. Теория Ферстера-Декстера. Миграция возбуждения по донорам
8. Законы фотохимии. Классификация фотохимических реакций. Фотодиссоциация. Фотоприсоединение. Фотозамещение и фотоперегруппировка. Фотохимические окислительно-восстановительные реакции. Фотохимическая кинетика
9. Основные принципы конструирования избирательных супрамолекулярных систем. Фотоуправляемое комплексообразование. Фотоиницированные структурные и фазовые превращения. Кинетика тушения флуоресценции в микроэмульсиях. Методы оптической (в том числе нелинейной) спектроскопии: адсорбционные, флуоресцентные, поляризационные, комбинационного рассеяния. Место фотохимии в области развития современных технологий и средств техники
10. Химическая термодинамика и равновесие. Равновесное распределение молекул идеального газа. Распределение Максвелла и распределение Больцмана. Распределение Бозе и Ферми. Статистика Гиббса. Термодинамические свойства идеальных газов.

- Флуктуации. Равновесие фаз. Слабые растворы. Химические равновесия. Поверхностные явления
11. Элементарные атомно-молекулярные процессы. Упругие столкновения атомов. Полное и дифференциальное сечения рассеяния. Неупругие столкновения. Вероятности переходов, сечения и константы скорости прямых и обратных процессов. Поверхность потенциальной энергии для системы 3-х атомов. Метод переходного состояния. Неадиабатические процессы
 12. Мономолекулярные реакции. Механизм активации молекул. Сильные столкновения и ступенчатое возбуждение. Статистическая модель мономолекулярных реакций
 13. Термический распад двухатомных молекул. Бимолекулярные реакции, идущие через образование промежуточного комплекса. Прямые бимолекулярные реакции: рикошетный механизм, механизм срыва, механизм прямого выбивания. Распределение энергии в бимолекулярных реакциях
 14. Обмен энергии при молекулярных столкновениях. Превращение поступательной, вращательной и колебательной энергий при столкновениях. Релаксация по поступательным, вращательным и колебательным степеням свободы. Кинетические уравнения для заселенностей уровней энергии (в том числе при наличии химических реакций)
 15. Взаимодействие электронов с атомами и молекулами. Возбуждение атомов и молекул электронным ударом. Ионизация атомов и молекул электронным ударом. Фотоионизация. Рекомбинация электронов и атомов
 16. Механизм и скорость химической реакции. Закон действующих масс. Порядок реакции. Константа скорости. Закон Аррениуса. Кинетика сложных реакций. Обратимые, последовательные, параллельные процессы. Прямая и обратная кинетическая задача. Метод квазистационарных концентраций. Лимитирующая стадия сложного химического процесса. Кинетика химических реакций в открытых системах. Стационарные режимы
 17. Химические реакции в жидкой фазе. Роль среды в элементарном акте химической реакции. Влияние диффузии на скорость реакции. Клеточный эффект. Влияние диэлектрической постоянной и ионной силы на скорости химических реакций в растворах. Солевой эффект. Влияние давления на скорость реакции. Объем активации. Соотношения структура – реакционная способность. Уравнения Гаммета и Тафта. Влияние магнитного поля на скорость химической реакции.
 18. Индуцированные и гомогенно-каталитические реакции. Сопряженные реакции. Фотохимические и радиационно-химические реакции. Механизм гомогенного катализа. Кинетика гомогенно-каталитических реакций. Кислотно-основной катализ. Зависимость скорости химической реакции от функции кислотности Гаммета. Ферментативный катализ. Уравнение Михаэлиса – Ментен. Катализ комплексами и ионами металлов переменной валентности. Автокатализ.
 19. Гетерогенный катализ. Равновесие и кинетика адсорбции на однородных и неоднородных поверхностях. Изотерма адсорбции Лэнгмюра. Хемосорбция. Моно- и полимолекулярные слои адсорбатов на поверхности. Ингибирование и конкуренция реакций на поверхности. Механизмы гетерогенного катализа. Уравнения Лэнгмюра – Хиншельвуда и Ридила
 20. Проблема порядка и беспорядка в структуре материи. Динамика и информация. Проблема необратимости. Динамический хаос. Диссипативные динамические системы
 21. Параметр порядка в критических явлениях и фазовых переходах. Теория фазовых переходов I-го и II-го рода. Теория Ландау. Флуктуационная теория фазовых переходов. Гипотеза подобия. Скейлинговая теория критических показателей
 22. Неравновесные фазовые переходы. Вынужденный порядок в открытых физических системах. Принцип Пригожина-Гленсдорфа. Самоорганизация. Пространственные и

временные диссипативные структуры. Генерация когерентного излучения в лазере как пример неравновесного фазового перехода

23. Пространственно-временные диссипативные структуры в химии. Реакция Белоусова-Жаботинского

24. Теория процессов горения. Уравнения теплопроводности и диффузии в химически реагирующей среде. Теория и критерий теплового взрыва. Цепной взрыв. Пределы цепного взрыва. Воспламенение и зажигание. Зажигание накаленной стенкой. Зажигание искрой. Очаговое воспламенение и минимальная энергия зажигания

25. Теория и закономерности стационарного горения газовой смеси. Нормальная скорость распространения пламени. Пределы распространения пламени, предельный диаметр и предельная концентрация компонентов смеси. Диффузионно-тепловая неустойчивость пламени. Представление о турбулентном горении. Холодные пламена. Горение неперемешанных газов

26. Горение твердых и жидких веществ в окислительной атмосфере. Зажигание и горение частиц и капель горючего в окислительной среде. Горение летучих и нелетучих взрывчатых веществ, порохов, смесей горючего с окислителем. Физика нестационарного горения.

27. Горение жидких взрывчатых веществ. Горение пористых зарядов взрывчатых веществ и порохов. Фильтрационное горение. Условия перехода послойного горения на конвективный режим и во взрыв

28. Ударные волны и детонация. Система уравнений газовой динамики для одномерных движений в координатах Лагранжа и Эйлера. Характеристики, инварианты Римана. Понятие простой волны. Ударные волны. Уравнения сохранения массы, импульса и энергии на фронте ударной волны. Уравнения состояния газа и конденсированных сред. Ударная адиабата, изоэнтропы, их взаимное расположение. Ударные волны в реагирующих и релаксирующих средах. Взаимодействие волн — распады разрывов, затухание ударных волн

29. Современная теория детонации. Правило отбора скорости стационарной детонации. Структура детонационной волны. Устойчивость детонационных волн. Пределы детонации. Пределы возбуждения детонации. Принцип Харитона. Особенности механизма энерговыделения в гомогенных и гетерогенных конденсированных веществах. Методы измерения основных параметров детонации. Современные методы решения задач физики горения и взрыва