



МИНИСТЕРСТВО НАУКИ И ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ
Федеральное государственное автономное образовательное учреждение высшего
образования
«Дальневосточный федеральный университет»
(ДВФУ)

ИНСТИТУТ НАУКОЕМКИХ ТЕХНОЛОГИЙ И ПЕРЕДОВЫХ МАТЕРИАЛОВ

ФОНД ОЦЕНОЧНЫХ СРЕДСТВ

по дисциплине «Физико-химия нанокластеров и наноструктур»
Направление подготовки 11.03.04 Электроника и микроэлектроника
профиль «Нанотехнологии в электронике»
Форма подготовки очная

Владивосток
2023

Содержание

I. Перечень форм оценивания, применяемых на различных этапах формирования компетенций в ходе освоения дисциплины «Физико-химия нанокластеров и наноструктур».....	3
II. Текущая аттестация по дисциплине «Физико-химия нанокластеров и наноструктур»	5
III. Промежуточная аттестация по дисциплине «Физико-химия нанокластеров и наноструктур»	31

I. **Перечень форм оценивания, применяемых на различных этапах формирования компетенций в ходе освоения дисциплины «Физико-химия нанокластеров и наноструктур»**

№ п/п	Контролируемые разделы / темы дисциплины	Код и наименование индикатора достижения	Результаты обучения	Оценочные средства *	
				текущий контроль	Промежуточная аттестация
1	Разделы 1-4	ПК -1.1 Использует методики построения физических и математических моделей устройств и установок электроники и нанoeлектроники	<p><i>Знает</i> новые научные результаты по электронике и нанoeлектронике</p> <p><i>Умеет</i> правильно ставить задачи по направлению электроники и нанoeлектроники, выбирать для исследования необходимые методы, оценивать значимость результатов с точки зрения их результативности и применимости</p> <p><i>Владеет</i> навыками применения выбранных методов к решению научных задач по электронике и нанoeлектронике.</p>	<p>ПР-2</p> <p>УО-3</p>	УО-3
	Разделы 5-7	ПК-3.3 Проводит подготовку к проведению процесса модификации свойств наноматериалов и наноструктур в соответствии с технической и эксплуатационной документацией	<p><i>Знает</i> принципы модификации свойств наноматериалов и наноструктур.</p> <p><i>Умеет</i> осуществлять подготовку к процессу модификации свойств наноматериалов и наноструктур</p> <p><i>Владеет</i> навыками проведения процессов модификации свойств наноматериалов и наноструктур в соответствии с</p>	<p>ПР-2</p> <p>УО-3</p>	УО-3

			технической и эксплуатационной документацией		
2	Зачет			-	ПР-2

* Формы оценочных средств:

1) доклад, сообщение (УО-3);

2) контрольная работа (ПР-2).

II. Текущая аттестация по дисциплине «Физико-химия нанокластеров и наноструктур»

Текущая аттестация студентов по дисциплине «Физико-химия нанокластеров и наноструктур» проводится в соответствии с локальными нормативными актами ДВФУ и является обязательной.

Текущая аттестация по дисциплине «Физико-химия нанокластеров и наноструктур» проводится в форме контрольных мероприятий (контрольных работ, подготовкой резюме по оригинальным научным статьям и зачета) по оцениванию фактических результатов обучения студентов и осуществляется ведущим преподавателем.

По каждому объекту дается характеристика процедур оценивания в привязке к используемым оценочным средствам.

Оценочные средства для текущего контроля

1. Комплект типовых заданий для контрольной работы

Контрольная работа состоит из письменных ответов на произвольно выбранные 5 вопросов из 15-25 вопросов по каждой теме. На ответ студенту дается 10 минут.

Студенту лектором также выдается в электронном виде для подготовки резюме по 2 оригинальных англоязычных научных статьи, которые коррелируют по тематике каждой из рассматриваемых разделов. По каждой статье необходимо подготовить резюме и доложить на практических занятиях в течение семестра.

Вопросы к контрольным работам

Тема 1. Базовые концепции нанотехнологии и классификация нанокластеров и наноструктур

1. Принцип «сверху-вниз» в микроэлектронике, что это такое?
 - движение от большого к малому
 - возьми камень и отсеки все лишнее
 - уменьшение размеров активных и пассивных элементов в интегральных схемах
 - уменьшение размеров транзисторов и диодов в интегральных схемах (ИС)
2. Что на фундаментальном уровне обеспечивает развитие наноэлектроники?
 - уменьшение размеров активных элементов ИС до десятков и единиц нанометров

- уменьшение размеров пассивных элементов ИС до десятков и единиц нанометров
- изменение активных и пассивных элементов ИС до десятков и единиц нанометров
- сохранение физических, электрических и оптических свойств устройств наноэлектроники

3. Какие из материалов (объектов) природы (неограниченной и органической) и техники можно отнести к наноматериалам?

- раковины моллюсков, скелет глубоководной морской губки
- минералы
- сталь углеродистая
- сталь булатная

4. Как можно охарактеризовать принцип «снизу-вверх»?

- движение от малого к большому
- неорганический синтез
- органический синтез
- принцип самоорганизации

5. Как понимали нанотехнологии в 70-ые годы 20 века?

- приемы создания макроскопических деталей с нанометровыми допусками
- создание молекулярных устройств
- наноустройства в виде искусственных белковых молекул
- электронная просвечивающая микроскопия высокого разрешения

6. Что является объектами нанохимии?

- тела с размерами 10-20 нм
- объекты, у которых размеры соизмеримы с радиусом действия межатомных сил
- тела с размерами 0.1-10 нм
- тела с размерами больше радиуса действия межатомных сил

7. Какие конкретные объекты и частицы можно отнести к изучаемым нанохимией?

- кристаллы
- наноструктурированные пленки
- фуллерены, мицеллы
- гели

8. Что из перечисленных нанотел и систем являются физико-химическими наносистемами?

- наночастицы в матрице
- нанокристаллы неорганических веществ
- аэрозоли, коллоидные растворы, золи
- молекулы белков, тубулены, фуллерены

9. В чем заключается сущность нанотехнологии?

- возможность работать с веществом на атомарном уровне
- возможность работать с веществом на молекулярном уровне
- возможность работать с веществом на молекулярном уровне, создавая новую молекулярную организацию

10. С какими материалами и системами имеет дело нанотехнология?

- с материалами и системами, у которых размеры меньше единиц нанометров
- с материалами и системами, у которых при уменьшении размеров до единиц нанометров появляются новые свойства и новые процессы
- с материалами и системами, у которых независимо от размеров проявляются новые свойства и новые процессы
- с принципиально новыми материалами

11. Как можно классифицировать нанокластеры и наноструктуры?

- по способу получения
- по структуре
- по типу материалов
- по типу взаимодействия между элементами кластеров и наноструктур

12. Что является основой молекулярных кластеров металлов?

- атомы металла
- остов из атомов металл
- молекулярное ядро
- металлический остов, окруженный лигандами

13. Какой метод применяется для получения газовых безлигандных кластеров с размерами в сотни атомов?

- ячейка Кнудсена
- метод газовой агрегации
- метод сверхзвукового сопла
- метод агрегации дымов и туманов

14. Каким образом можно уменьшить размеры безлигандных кластеров металла в методе испарения в газовом потоком?

- уменьшить скорость потока аргона
- увеличить скорость потока аргона
- пропускание паров металла через охлаждаемое пространство
- уменьшить поток атомов металла

15. Какой из методов эрозии поверхности является наиболее контролируемым?

- облучение легкими ионами газов
- облучение тяжелыми ионами газов
- импульсная лазерная обработка (абляция)
- высокоинтенсивные лазерные пучки

16. За счет чего происходит сепарация кластеров по массам в методе стационарной масс-спектропии?

- за счет ионизации кластеров в электрическом поле
- за счет ионизации кластеров в продольном электрическом и магнитном полях
- по отношению массы к заряду при движении по кругу в магнитном поле
- по отношению массы к заряду при движении по кругу в магнитном и электрических полях

17. В чем основное отличие стационарного масс-спектрометра от времяпролетного масс-спектрометра?

- используется только электрическое поле
- используется только магнитное поле
- используются магнитное и электрические поля при линейном движении
- используется ускорение в электрическом поле при различных скоростях наночастиц и нанокластеров

18. Как классифицируются коллоидные кластеры по отношению к жидкой фазе?

- лиофильные и гидрофобные
- гидрофильные и лиофобные
- гидрофильные и гидрофобные
- лиофильные и лиофобные

19. Какие наноструктуры возникают в растворах с участием поверхностно активных веществ (ПАВ) независимо от концентрации ПАВ?

- мономеры
- димеры

- ассоциаты (мицеллы)

- ламелярные мицеллы

20. Можно ли использовать мицеллы для получения твердых нанокластеров?

- нельзя

- можно, используя обратные мицеллы

- можно, используя прямые мицеллы

- можно, используя обратные мицеллы с содержанием разных веществ (А и В)

21. Какими методами можно синтезировать получение твердых нанокластеров?

- перемалывание в мельницах

- кристаллизация из порошков

- кристаллизация аморфных сплавов

- фотохимические реакции

22. Можно ли в пористой матрице сформировать нанокластеры? И если да, то как?

- нет, нельзя

- можно

- можно, за счет проведения химических реакций в жидкой или газообразной фазах

- можно, за счет проведения химических реакций в твердой фазе

23. Что такое кластерный кристалл?

- не существует

- кристаллизуются молекулярные кристаллы за счет слабых вандерваальсовых сил

- кристаллизуются молекулярные кристаллы за счет слабых вандерваальсовых сил и водородных связей

- кристаллизуются молекулярные кристаллы за счет сильной связи

24. Какими методами получают компактированные наносистемы и нанокompозиты?

- методом прессования порошков

- магнито-импульсное прессование

- метод прессования порошков с последующим спеканием

25. Какой размерностью обладают тонкие наноструктурированные пленки?

- трехмерной

- одномерной

- квазидвумерной

- двумерной

26. Что положено в основу реализации метода химического парового осаждения?

- транспорт газов
- транспорт газов носителей
- процессы разложения исходных соединений на подложке
- процессы разложения исходных соединений на подложке с участием катализатора

27. Что является результатом применения технологии Ленгмюра-Блоджет?

- монослой ПАВ
- нанопленки
- организованные нанопленки с регулируемым числом слоев
- полимерные нанопленки

28. Какой из методов приводит к росту ориентированных углеродных нанотрубок?

- дуговой разряд с графитовыми электродами в среде гелия
- лазерная абляция графита и осаждение на медный охлаждаемый коллектор
- каталитическое разложением углеводородов на металлическом катализаторе
- каталитическое разложением углеводородов на матрице с кластерами металла в порах

29. Основные особенности зонной структуры графена - нового полупроводника

- двумерный слой углерода с гексагональной структурой
- полная симметрия валентной зоны и зоны проводимости с малой шириной запрещенной зоны
- полная симметрия валентной зоны и зоны проводимости с нулевой шириной запрещенной зоны
- линейная дисперсия валентной зоны и зоны проводимости с нулевой шириной запрещенной зоны

30. Можно ли использовать узкие слои графена для создания полевого транзистора? Да, нет, почему?

- нельзя, при длине канала менее 10 нм наступает туннелирование электронов
- можно, если обеспечить ненулевую ширину запрещенной зоны
- нельзя, потому что при нулевой ширине запрещенной зоны будет большой ток в закрытом состоянии.

Тема 2. Поверхность твердых тел. Микроскопические аспекты

1. Что позволяет осуществлять метод молекулярных орбиталей?
 - позволяет конструировать химические связи между молекулами
 - позволяет конструировать из атомов молекулы, нанокластеры, наночастиц
 - позволяет конструировать химические связи и описывать образование молекул, нанокластеров, наночастиц из атомов
 - формирует из атомных орбиталей молекулярные орбитали
2. Какие типы орбиталей формируются из атомарных орбиталей?
 - связывающие орбитали
 - несвязывающие и связывающие орбитали
 - разрыхляющие и связывающие орбитали
 - связывающие, несвязывающие и разрыхляющие орбитали
3. Какая зависимость наблюдается между координационным числом и энергией связи между атомами на поверхности монокристалла?
 - уменьшается координационное число и уменьшается энергия связи
 - уменьшается координационное число и увеличивается энергия связи
 - нет прямой зависимости
 - увеличивается координационное число и увеличивается энергия связи
4. Какие из веществ можно отнести к высокодисперсным или высокопористыми системами?
 - аморфный кремний
 - силикогель
 - пористый кремний
 - корунд
5. Какой средний диаметр и объем пор в цеолитах «А» и «В»?
 - $d=1.5$ нм, $V=1.1$ нм³
 - $d=1.14$ нм, $V=0.77$ нм³
 - $d=1.0$ нм, $V=0.93$ нм³
 - $d=0.95$ нм, $V=0.80$ нм³
6. Какой из основных параметров поверхности изменяется при адсорбции ионов металла?
 - валентность ионов
 - координация атомов на поверхности
 - оптические свойства системы
 - число кластеров

7. В чем проявляются отличия между атомами (кластерами) и слоем (и более) атомов металлов или их оксидов?

- в структуре
- в зонной и фононной структурах
- не отличаются
- отличаются, но слабо

8. К какому виду материалов относятся оксиды и сульфиды металлов?

- металл
- полупроводники
- полуметаллы
- диэлектрики

9. В каком диапазоне энергий ниже уровня Ферми лежат уровни поверхностных состояний для ряда металлов (W, Pt, Rh, Pd, Ir)?

- 0.1 - 0.2 эВ
- 0.2 - 0.3 эВ
- 0.3 – 0.4 эВ
- 0.4 – 0.5 эВ

10. За счет чего возникает магнитное упорядочение в 3d- 4f- металлах?

- неравномерное заполнение s-, d- и f-орбиталей
- уровень Ферми при заполнении уровней энергии электронами лежит в области d-(f-) состояний
- уровень Ферми при заполнении уровней энергии электронами лежит в области s-(p-) состояний
- упорядочение возникает при полном заполнении d- и f-состояний

11. Между какими объектами в твердом теле наблюдается обменное взаимодействие?

- между атомами
- между электронами
- между спинами атомов
- между спинами электронов

12. Как влияет поверхность или отдельные атомы на поверхности на величину обменного взаимодействия (ОВ)?

- увеличивает ОВ
- уменьшает ОВ
- не влияет на ОВ

- снижает до нуля ОВ на поверхности

13. Какие типы адсорбции атомов существуют?

- физическая и механическая
- физическая и ван-дер-ваальсовая
- физическая и химическая
- механическая и химическая

14. Что происходит с изобарой адсорбции при увеличении температуры при переходе от физической к химической адсорбции?

- происходит изменение наклона изобары
- происходит переход с одной изобары на другую
- наклон изобары не изменяется
- происходит возврат к начальной изобаре после понижения температуры

15. Что можно определить из вида изотермы адсорбции?

- физический тип адсорбции
- образование мономолекулярного слоя
- точку перехода от монослойной к многослойной адсорбции
- химический тип адсорбции

16. Что происходит при гетерогенном катализе?

- увеличение потенциального барьера реакции
- уменьшение потенциального барьера реакции
- ускорение химической реакции
- замедление химической реакции

Тема 3. Термодинамика поверхностей и границ раздела

1. Что описывает первый закон термодинамики?

- изменение внутренней энергии системы
- закон сохранения энергии
- совершенную работу
- изменение тепловой работы

2. Что описывает второй закон термодинамики,

- описывает часть энергии, превращаемой в работу при постоянной температуре
- описывает часть внутренней энергии, превращаемой в работу при постоянном давлении
- описывает часть внутренней энергии, превращаемой в работу при постоянной температуре

- описывает часть внутренней энергии, превращаемой в работу при постоянном давлении и постоянной температуре

3. Что такое свободная энергия Гиббса?

- изохорно-изобарный потенциал
- изохорно-изотермический потенциал
- изобарно-изотермический потенциал
- изобарно-изохорный потенциал

4. Что такое энергия Гельмгольца?

- изохорно-изобарный потенциал
- изохорно-изотермический потенциал
- изотермически-изобарный потенциал
- изобарно-изотермический потенциал

5. Что является критерием самопроизвольно протекающего процесса?

- увеличение внутренней энергии
- уменьшение внутренней энергии
- уменьшение свободной энергии Гиббса
- увеличение свободной энергии Гиббса

6. Какой из методов используется для исследования химических процессов?

- максимизация свободной энергии Гиббса
- минимизация свободной энергии Гиббса
- минимизация свободной энергии Гиббса и Гельмгольца
- усреднение свободной энергии Гиббса и Гельмгольца

7. Какие типы параметров и их комбинаций используют для описания работы системы, включая химические?

- интенсивные параметры и их произведение
- интенсивные и экстенсивные параметры и их сумма
- интенсивные и экстенсивные параметры и их произведение
- экстенсивные параметры и их произведение

8. Как определить химический потенциал индивидуального вещества?

- определяется молярным изменением свободной энергии Гиббса при постоянном давлении и температуре
- определяется изменением свободной энергии Гиббса при постоянном давлении
- определяется изменением свободной энергии Гиббса при постоянном давлении и температуре

- определяется мольным изменением свободной энергии Гельмгольца при постоянном давлении и температуре

9. Каким термодинамическим параметром описывается поверхностное натяжения для твердых тел?

- обратимая работа по созданию новой поверхности
- работа по деформированию поверхности твердого тела
- необратимая работа по деформации поверхности твердого тела
- необратимая работа по созданию новой поверхности

10. Как изменяется энергия поверхности оксида кремния и его химическая реакционная способность после скола на воздухе?

- образуется высокоэнергетическая и реакционноспособная поверхность, чья энергия понижается за счет адсорбции кислорода из воздуха
- образуется реакционноспособная поверхность, чья энергия повышается за счет адсорбции кислорода из воздуха
- образуется низкоэнергетическая поверхность, чья энергия повышается за счет адсорбции кислорода из воздуха
- образуется низкоэнергетическая и реакционноспособная поверхность, чья энергия повышается за счет адсорбции кислорода из воздуха

11. За счет чего можно уменьшить энергию интерфейса двух различных фаз?

- энергия интерфейса всегда меньше, чем сумма отдельных энергий двух фаз за счет существования энергии притяжения между фазами
- путем введения дополнительной смачивающей компоненты в твердой фазе
- путем введения дополнительной смачивающей компоненты в жидкой фазе
- путем введения химического взаимодействия межфазных границ

12. Возможно ли зарождение и рост нанокластеров из отдельных атомов в пористых матрицах из жидкой фазы и если да, то за счет изменения каких термодинамических параметров?

- нет
- да, за счет изменения концентрации и химического потенциала
- да, за счет изменения температуры и свободной энергии Гиббса
- да, за счет проведения химической реакции в поре

13. Существует ли понятие критический зародыш и, если да, то от чего зависит его минимальный размер?

- нет
- да, зависит от температуры жидкости в поре

- да, зависит от концентрации пересыщенного раствора

- да, зависит от размера поры

14. От чего зависит предельный размер нанокластера, формирующегося в поре?

- не зависит ни от чего

- зависит от концентрации материала в растворе в поре

- зависит от размера поры

- зависит от концентрации материала в растворе в поре и угла смачивания в поре

15. Возможно ли образование более одного нанокластера в поре, и если да, то от чего это зависит?

- невозможно

- возможно, если возрастает размер поры

- возможно, если возрастает размер поры и пора не смачивается раствором

- возможно, если возрастает размер поры и пора смачивается раствором

16. Возможно ли образование твердотельных кластеров, и если да, то за счет каких процессов?

- нет

- да, за счет химических реакций в твердой фазе

- да, за счет химических реакций в твердой фазе, за счет механохимических реакций

- да, за счет химических реакций в твердой фазе, за счет механохимических реакций и путем воздействия высоких давлений со сдвигом

17. Какой фактор является ограничением при образовании твердотельных кластеров в маточной среде при разложении солей или комплексов металлов?

- температура

- подвижная активная реакционная среда

- диффузионное ограничение маточной среды

- концентрация маточной среды

18. Какие стадии предшествуют спеканию кластеров при термическом разложении оксалата железа?

- образование зародышей и их рост

- образование зародышей, их рост до максимального размера без взаимодействия

- образование зародышей, их рост до максимального размера с последующим началом взаимодействия

- образование зародышей, их рост до максимального размера, спекание и формирование системы сильно взаимодействующих кластеров (нанокомпозита)

19. От чего зависит структура границ раздела в компактных наноматериалах?

- от взаимной ориентации соседних зерен
- от типа межатомных взаимодействий
- от структуры дефектов
- от взаимной ориентации соседних зерен и типа межатомных взаимодействий

20. Сколько типов дефектов и каких содержат границы раздела компактных наноматериалов?

- 2, отдельные дефекты и вакансии
- 3, отдельные вакансии, агломераты вакансий и большие поры
- 4, отдельные вакансии, агломераты вакансий, нанопоры и большие поры
- 3, отдельные вакансии, нанопоры и большие поры

Тема 4. Кластерные модели

1. Можно ли использовать для кластеров понятие фононов, определяющих динамику твердого тела (да, нет, почему)?

- да, потому что кристаллическая решетка в кластере сохраняется
- нет, потому что в кластере есть поверхность, поэтому нарушается периодичность
- нет, потому что на поверхности периодичность другая и плоская волна не описывает колебания
- нет, потому что кластер не является строго периодическим из-за влияния поверхности и фонон нельзя представить плоской волной с заданной энергией и волновым вектором

2. Можно ли нанокластер считать гигантской молекулой с $3N$ степенями свободы, и если да, то, как описать весь спектр колебаний в нем?

- нет, нельзя
- можно, если найти все собственные частоты колебаний
- можно, если найти все собственные частоты колебаний и собственные векторы колебаний
- можно, если найти все собственные векторы колебаний

3. Что позволяет охарактеризовать среднеквадратичное смещение атомов в нанокластере?

- усредненное число атомных колебаний
- плотность фононных состояний

- однородность колебаний всех атомов нанокластера
- неоднородность колебаний всех атомов нанокластера

4. Как соотносятся связь атомов кластера на поверхности и частота их колебаний?

- атомы кластера на поверхности сильнее связаны с кристаллической решеткой и поэтому частоты их колебаний больше
- атомы кластера на поверхности слабее связаны с кристаллической решеткой и поэтому частоты их колебаний меньше
- атомы кластера на поверхности слабее связаны с кристаллической решеткой и поэтому частоты их колебаний больше
- атомы кластера на поверхности сильнее связаны с кристаллической решеткой и поэтому частоты их колебаний меньше

5. Какие различия в колебательном спектре будут наблюдаться между поверхностным слоем атомов и атомами внутреннего ядра?

- различия не наблюдаются
- среднеквадратичное смещение атомов в поверхностном слое будет меньше, чем во внутреннем ядре
- среднеквадратичное смещение атомов в поверхностном слое будет больше, чем во внутреннем ядре
- характерная частота колебаний атомов в поверхностном слое будет больше, чем во внутреннем ядре

6. Какие параметры связывает критерий Линдемманна для кластеров?

- частоты колебаний атомов в кластере
- частоты колебаний атомов в поверхностном слое и во внутреннем ядре
- предельные среднеквадратичные колебания атомов в кластере с температурой его плавления
- среднеквадратичные колебания атомов в кластере с максимальным изменением расстояния атомов в расплавленном состоянии

7. Что является особенностью плавления нанокластеров?

- нет различий
- разные температуры плавления поверхностного слоя и внутреннего ядра кластера
- наличие промежуточной области, отвечающей существованию одновременно и твердого, и жидкого состояний
- температура плавления поверхностного слоя больше, чем температура

плавления внутреннего ядра кластера

8. В чем заключается основная идея термодинамической модели кластера?

- в расчете разности свободных энергий кластера в жидком и твердом состояниях
- в минимизации разности свободных энергий кластера в жидком и твердом состояниях
- в определении критического размера кластера, отвечающего переходу из твердого состояния в жидкое
- в определении максимального размера кластера, отвечающего переходу из твердого состояния в жидкое

9. Зависит ли температура плавления кластера от его размера, и если как, то поясните?

- не зависит
- зависит, но слабо
- зависит, понижается температура плавления при уменьшении размера кластера
- зависит, понижается температура плавления при увеличении размера кластера

10. Равны ли температуры плавления и замерзания для кластеров (да, нет, почему)?

- равны, как в объеме
- не равны, поскольку кластеры обладают повышенной подвижностью в промежуточной области температур
- не равны, поскольку кластеры обладают пониженной подвижностью в промежуточной области температур

11. В чем разница по характерным модам и частотам колебаний между твердым телом и жидкостью?

- жидкость неупруга, а твердое тело упруго
- податливость жидкости предполагает наличие мягких мод атомного движения
- твердое тело обладает упругостью под действием довольно значительных сил до определенного предела
- Твердое тело обладает плотностью состояний с высокими частотами, а жидкое тело – с более низкими частотами между состояниями и мелкими потенциальными ямами.

12. Угловые и радиальные корреляционные функции, за что они отвечают для твердых тел и жидкостей?

- это один из типов химических характеристик

- помогают идентифицировать переход из твердого в жидкое состояние вещества
- характеризуют переход из кристаллического в аморфное состояние
- отвечают за ближайших соседей

13. Что такое состояние «слякоти» для нанокластеров?

- это сосуществование твердого и жидкого состояний нанокластеров
- температура, при которой одновременно есть твердое и жидкое состояние нанокластера
- свободная энергия Гельмгольца для жидкого и твердого состояний нанокластеров
- статический режим существования нанокластеров в двух состояниях

14. От чего зависит свободная энергия Гельмгольца в нанокластере?

- от свободной энергии
- от свободной энергии и энтропии
- от изменения свободной энергии и изменения энтропии
- от изменения свободной энергии и температуры

15. Как температура влияет на свободную энергию и энтропию кластера?

- при низких температурах внутренняя энергия определяется колебательными и вращательными уровнями твердого тела
- при низких температурах внутренняя энергия определяется колебательными уровнями твердого тела
- при высоких температурах определяющую роль играет разупорядоченность движений (энтропийный фактор)
- при высоких температурах повышается внутренняя энергия и энтропия

16. Для изучения динамики кластера вводится ряд параметров - статические и динамические. Определите, какие из параметров относятся к динамическим?

- средняя кинетическая энергия и относительная среднеквадратичная флуктуация длины связей
- средняя кинетическая энергия, корреляционный спектр и нормализованная автокорреляционная функция скорости
- относительная среднеквадратичная флуктуация длины связей и среднеквадратичное смещение атомов в кластере
- среднеквадратичное смещение атомов в кластере, корреляционный спектр и нормализованная автокорреляционная функция скорости

17. Какая величина служит в качестве компьютерной характеристики для диагностики поведения кластера в подходе к состоянию плавления?

- среднеквадратичное отклонение длины связи от средней величины
- среднеквадратичное смещение атомов в кластере
- относительная среднеквадратичная флуктуация длины связей
- средняя кинетическая энергия атомов в кластере

18. Что такое фрактальные кластеры, и какое их основное свойство?

- самоорганизующиеся наноструктуры с упорядоченной структурой
- самоорганизующиеся наноструктуры с рыхлой надмолекулярной структурой
- упорядоченные наноструктуры с упорядоченной структурой
- упорядоченные наноструктуры с рыхлой надмолекулярной структурой

19. Чем отличается фрактальная размерность от размерности эвклидова пространства?

- они одинаковы
- эвклидова размерность определяется целыми числами, а фрактальная размерность – рациональными числами
- эвклидова размерность определяется целыми числами, а фрактальная размерность – иррациональными числами
- эвклидова размерность определяется целыми числами, а фрактальная размерность – дробными числами

20. Какие модели и сколько используются для описания формирования фрактальных кластеров?

- 2, модели диффузионно-лимитируемой агрегации и кластер-кластерной агрегации
- 2, модели диффузионно-лимитируемой агрегации и кластерной агрегации с ограничением реакционной способности
- 3, модели диффузионно-лимитируемой агрегации, кластер-кластерной агрегации и кластерной агрегации с ограничением реакционной способности
- 2, кластер-кластерной агрегации и кластерной агрегации с ограничением реакционной способности

21. Сколько и какие существуют моделей кластера для расчета его электронной структуры?

- 2, модель квазиатома и кластерная модель по принципу организации нуклонов в ядре

- 2, модель квазиатома и оболочечная модель кластера
- 3, модель квазиатома, кластерная модель по принципу организации нуклонов в ядре и оболочечная модель кластера
- 2, кластерную модель по принципу организации нуклонов в ядре и оболочечная модель кластера

22. Как строится структурная модель кластера, и для каких кластеров она применима?

- на основе структурной формулы для кубической решетки и для молекулярных (лигандных) кластеров металлов
- на основе структурной формулы для икосаэдра и для металлических кластеров, молекулярных кластеров, а также кластеров инертных газов
- на основе структурной формулы для икосаэдра и для безлигандных кластеров металлов
- на основе структурной формулы для кубической решетки и для безлигандных кластеров металлов

Тема 5. Физические и химические свойства неорганических нанобъектов

1. Какое суммарное число валентных электронов должно быть в молекулярном кластере металла с одним атомом металла для обеспечения его стабильности?
 - 16
 - 18
 - 24
 - 36
2. Что следует ожидать при уменьшении размеров кластера до 1-3 нм в его электронной структуре и как эта особенность проявляется на вольт-амперных характеристиках (ВАХ)?
 - квазидискретные уровни энергий электронов и перегибы на ВАХ
 - дискретные уровни энергий электронов и одноэлектронные переходы
 - делокализованные состояния и отсутствие особенностей на ВАХ
 - дискретные уровни энергий электронов и ступеньки на ВАХ при снижении температуры
3. Как магнитная восприимчивость кластеров палладия зависит от четности/нечетности количества электронов в них?
 - для четного количества электронов магнитная восприимчивость растет, а для нечетного – падает

- для нечетного количества электронов магнитная восприимчивость растет, а для четного – падает
- для четного количества электронов магнитная восприимчивость падает, а для нечетного – растет
- магнитная восприимчивость не зависит от четности/нечетности количества электронов

4. Зависит ли теплоемкость металлических молекулярных кластеров от размеров, и если зависит, то как

- не зависит
- зависит, наблюдается линейная зависимость от уменьшения размера кластера
- зависит, наблюдается кубическая зависимость от температуры при уменьшении размера кластера
- зависит, наблюдается квадратичная зависимость от температуры при уменьшении размера кластера

5. Что является структурной единицей молекулярных кластеров на основе оксидов металлов?

- тетраэдры
- октаэдры
- полиэдры
- пентагональные бипирамиды

6. Что такое супрамолекулярная организация кластера на основе молибдена и железа?

- объемная сетчатая структура кластера
- плоская сетчатая структура кластера
- объемная кольцеобразная структура кластера
- плоская кольцеобразная структура кластера

7. Что собой представляют гигантские кольцевые кластеры, и какими химическими свойствами они обладают?

- кластеры обладают супрамолекулярной структурой, оформленной в виде кольца, и обладают гидрофильной поверхностью для каталитических свойств
- кластеры обладают супрамолекулярной структурой, оформленной в виде кольца со встроенными нанометровыми плоскостями, и обладают гидрофильной поверхностью для каталитических свойств
- кластеры обладают супрамолекулярной структурой, оформленной в виде кольца, и обладают гидрофобной поверхностью

- кластеры обладают супрамолекулярной структурой, оформленной в виде кольца со встроенными нанометровыми плоскостями, и обладают гидрофильной поверхностью для фотохимических свойств

8. Каким образом строятся гигантские сферические кластеры (кеплераты), и что они позволяют осуществлять?

- молекулярные кластеры оксидов металла с центральной точкой, вокруг которой располагаются атомы кластера
- молекулярные кластеры оксидов металла с симметрией икосаэдра с 12 вершинами и пентагональными фрагментами
- молекулярные кластеры оксидов металла с симметрией икосаэдра с 12 вершинами и пентагональными фрагментами, которые служат для образования более крупных наноструктур
- молекулярные кластеры оксидов металла с симметрией икосаэдра с 12 вершинами и пентагональными фрагментами, которые служат для проведения каталитических реакций при синтезе

9. За счет внедрения каких атомов металла в гигантские кепператные кластеры можно добиться увеличения магнитной восприимчивости и ферро- или ферримагнитных свойств?

- меди
- железа
- алюминия
- хрома

10. За счет внедрения каких атомов металла в гигантские кепператные кластеры можно добиться увеличения электрической проводимости?

- хрома
- алюминия
- меди
- ванадия

11. Для каких кластеров существует механизм квантового туннелирования, и в чем заключается его механизм?

- для металлического молекулярного кластера за счет перехода между квантовыми уровнями в сильном магнитном поле при комнатной температуре
- для оксометаллического молекулярного кластера за счет туннелирования между квантовыми уровнями в сильном магнитном поле при гелиевой температуре

- для супрамолекулярного кластера термоактивированный переход может происходить за счет суперпарамагнетизма при гелиевой температуре
- для кеплератного кластера термоактивированный переход может происходить за счет суперпарамагнетизма при гелиевой температуре

12. Какие типы кластеров обладают полупроводниковыми свойствами и в чем они могут проявляться?

- оксометаллические и халькогенидные кластеры с размерами 1-3 нм обладают полупроводниковыми свойствами, что обеспечивает излучение из них
- халькогенидные кластеры с размерами 3-5 нм обладают полупроводниковыми свойствами, что обеспечивает излучение из них
- металлического молекулярного кластера с размерами 1-3 нм обладают полупроводниковыми свойствами, что обеспечивает излучение из них
- кластеры с супрамолекулярной структурой и размерами 3-5 нм обладают полупроводниковыми свойствами, что обеспечивает излучение из них

13. Какое условие должно выполняться для того, чтобы безлигандные металлические кластеры оставались устойчивыми?

- размер ядра кластера должен составлять от 1 нм до 2 нм
- количество атомов металла в кластере должно быть более 36
- число атомов металла в кластере должно определяться магическими цифрами
- количество атомов металла в кластере должно быть более 66

14. Кластеры щелочных металлов, обладающие одним s-электроном в каждом атоме поверх заполненных электронных оболочек, обладают рядом интересных оптических свойств, каковы они?

- усиление поглощения света
- усиление резонансного поглощения света
- усиление излучения света
- усиление резонансного излучения света

15. От чего зависят и чем определяются магнитные свойства безлигандных кластеров переходных металлов?

- от наличия электронов на d-оболочках кластера и геометрического фактора (плотности упаковки атомов)
- от наличия электронов на d-оболочках кластера и формирования d-зоны проводимости и обменного взаимодействия

- от способности атомов в кластере находиться в разных окислительных состояний
- от наличия электронов на d-оболочках кластера и величины их магнитного момента в кластере

16. Какие последовательности числа атомов в малых углеродных кластерах обеспечивают их устойчивость?

- 6, 10, 14, 18 и 22
- 8, 12, 16, 20 и 24
- 7, 11, 15, 19 и 23
- 5, 9, 13, 17 и 21

17. Какие последовательности числа атомов в кольцевых углеродных кластерах обеспечивают их устойчивость?

- 6, 10, 14, 18 и 22
- 11, 15, 19 и 23
- 12, 16, 20 и 24
- 10, 14, 18 и 22

18. Сколько атомов углерода входит в минимальный фуллерен, и какое количество атомов углерода входит в наиболее устойчивый и распространенный фуллерен?

- 22, 60
- 20, 70
- 20, 60
- 24, 70

19. Что собой представляет графен и каковы его уникальные свойства?

- двойной слой монокристаллического углерода, обладающий малой эффективной массой, высокой подвижностью носителей и нулевой шириной запрещенной зоны
- монослой монокристаллического углерода, обладающий нулевой эффективной массой, линейной дисперсией зон валентной и проводимости и нулевой шириной запрещенной зоны
- монослой монокристаллического углерода, обладающий малой эффективной массой, квазилинейной дисперсией зон валентной и проводимости и нулевой шириной запрещенной зоны

- монослой монокристаллического углерода, обладающий малой эффективной массой, нелинейной дисперсией зон валентной и проводимости и ненулевой шириной запрещенной зоны

20. Что представляют собой фуллериты и какие их структуры существуют при разных температурах и давлениях?

- фуллериты формируются из фуллеренов в твердой фазе и могут кристаллизоваться в две фазы: орторомбическую и тетрагональную
- фуллериты формируются из фуллеренов в твердой фазе и могут кристаллизоваться в три фазы: димерную, орторомбическую и тетрагональную
- фуллериты формируются из фуллеренов в твердой фазе и могут кристаллизоваться в две фазы: димерную и тетрагональную
- фуллериты формируются из фуллеренов в твердой фазе и могут кристаллизоваться в две фазы: димерную и тетрагональную

21. Какие типы и сколько углеродных нанотрубок существует?

- однослойные и многослойные нанотрубки трех типов: кресло, зигзаг и нанотрубка с индексами хиральности
- многослойные нанотрубки трех типов: кресло, зигзаг и нанотрубка с индексами хиральности
- однослойные нанотрубки двух типов: кресло и зигзаг
- однослойные и многослойные нанотрубки двух типов: зигзаг и нанотрубка с индексами хиральности

22. Каково сопротивление однослойных углеродных нанотрубок с металлической проводимостью, и какой механизм переноса носителей за него ответственен?

- 200 Ом и диффузионный механизм переноса носителей
- 3000 Ом и баллистический механизм переноса заряда
- 2000 Ом и диффузионный механизм переноса носителей
- 500 Ом и баллистический механизм переноса заряда

23. В каком качестве могут быть использованы вертикальные углеродные нанотрубки

- в качестве проводящего материала
- в качестве источников электронной эмиссии
- в качестве источников оптического излучения
- в качестве антенн

Тема 6. **Магнитные свойства наноструктур**

1. От каких параметров структуры и типов взаимодействия зависят магнитные свойства наноструктур?

- от размерных эффектов и вклада поверхности
- от размерных эффектов и межкластерных взаимодействий
- от вклада поверхности, межкластерного взаимодействия и межкластерной организации
- от вклада поверхности, размерных эффектов, межкластерного взаимодействия и межкластерной организации

2. При каких размерах кластеров начинает проявляться суперпарамагнетизм в магнитных наноструктурах?

- 1-10 нм
- 10-20 нм
- 20-30 нм
- 30-50 нм

3. В чем проявляется явление суперпарамагнетизма?

- в тепловом движении магнитных кластеров
- в тепловых флуктуациях кластеров в направлении магнитного момента
- в движении магнитного момента кластера как целого
- неизменности магнитного момента кластеров

4. Вдоль какого направления происходит ориентация магнитного момента кластера и зависит ли его величина от магнитной анизотропии?

- вдоль оси трудного намагничивания, не зависит от магнитной анизотропии
- вдоль оси легкого намагничивания, зависит от магнитной анизотропии
- вдоль оси трудного намагничивания, зависит от магнитной анизотропии
- вдоль оси легкого намагничивания, не зависит от магнитной анизотропии

5. В чем сходство и в чем разница магнитных характеристик парамагнитного газа молекул и магнитных нанокластеров по отношению к воздействию температуры?

- в газе в результате тепловых флуктуаций изменяется ориентация самих молекул вместе с магнитными моментами, а магнитные нанокластеры слабо сдвигаются со сменой ориентации их магнитного момента

- в газе в результате тепловых флуктуаций изменяется ориентация самих молекул но магнитные моменты не изменяются, а магнитные нанокластеры остаются неподвижными, но меняется ориентация их магнитного момента
- в газе в результате тепловых флуктуаций изменяется ориентация самих молекул вместе с магнитными моментами, а магнитные нанокластеры остаются неподвижными, но меняется ориентация их магнитного момента
- особых различий не наблюдается

6. Как влияет внешнее магнитное поле на намагниченность охлаждаемого суперпарамагнетика?

- усиливает тепловые флуктуации при критической температуре
- уменьшает тепловые флуктуации при критической температуре
- прекращает тепловые флуктуации при критической температуре
- сохраняет ферромагнитное упорядочение

Требования к проведению тестирования и представлению материалов (результатов):

Студенты получают на руки лист с контрольными заданиями, письменно отмечают правильные ответы, подписывают лист и отдают преподавателю. На контрольную работу дается 15 минут. Во время выполнения контрольной работы студент не имеет права пользоваться вспомогательной литературой, электронными устройствами и рабочей тетрадью.

Комплект типовых заданий на зачет

Зачет проводится в виде собеседования. Студент тянет билет. В билете указаны 2 темы из пяти рассмотренных в курсе лекций, к которым можно подготовиться в течение получаса. Также в билете присутствует задача, в виде построения зонной диаграммы для гетероперехода с конкретными параметрами, на решение которой отводится полчаса. Спустя час после получения билетов студентами преподаватель вызывает студентов по списку в таком порядке, каком он посчитает нужным. Если студент не выходит отвечать, ставится оценка «неудовлетворительно» и экзамен для него прекращается. В процессе ответа студент должен максимально подробно рассказать 2 темы в его билете. Преподаватель сам прервет его ответ, если посчитает тему достаточно раскрытой. Затем преподаватель дает 2 темы из перечня на свой выбор, студент должен без подготовки рассказать основные моменты тем.

Вопросы к зачету

1. Классификация нанобъектов: Молекулярные кластеры. Газовые безлигандные кластеры. Источники излучения кластеров. Масс-спектрометры и детектирование кластеров.
2. Структура поверхности и межфазных границ раздела.
3. Классификация нанобъектов: Коллоидные кластеры. Твердотельные нанокластеры и наноструктуры.
4. Поверхность твердых тел: Примесные атомы на поверхности.
5. Классификация нанобъектов: Матричные нанокластеры и супрамолекулярные наноструктуры.
6. Атомные и молекулярные орбитали.
7. Классификация нанобъектов: Кластерные кристаллы и фуллериты.
8. Роль границ раздела фаз в формировании свойств наноматериалов.
9. Классификация нанобъектов: Компактированные наносистемы и нанокомпозиты.
10. Поверхность твердых тел: Электронные и магнитные свойства поверхности.
11. Классификация нанобъектов: Тонкие наноструктурированные пленки.
12. Пористые материалы и фотонные кристаллы.
13. Классификация нанобъектов: Углеродные нанотрубки. Графен и его свойства.
14. Молекулярные лигандные кластеры металлов. Свойства металлических молекулярных кластеров.
15. Поверхность монокристаллов, нанокластеров и пористых сорбентов.
16. Кластеры на основе оксидов металлов. Свойства оксометаллических молекулярных кластеров.
17. Поверхность твердых тел: Атомные и молекулярные орбитали.
18. Фуллериты и углеродные нанотрубки (электронные свойства и приборные применения).
19. Химический потенциал. Свободная энергия Гиббса и свободная энергия Гемгольца.
20. Малые углеродные кластеры.
21. Формирование фуллеренов. Фуллерены и их свойства.
22. Термодинамика поверхности и межфазных границ.
23. Безлигандные металлические кластеры и их свойства: кластеры щелочных металлов и серебра.
24. Твердотельные нанокластеры и наноструктуры (синтез и механические и тепловые свойства).
25. Зарождение и рост нанокластеров в нанопорах вещества.

26. Поверхность твердых тел: Примесные атомы на поверхности.
27. Аморфные неорганические наноструктуры.
28. Зарождение и рост кластеров на основе твердотельных реакций.
29. Безлигандные металлические кластеры и их свойства: кластеры алюминия, кластеры ртути, кластеры переходных металлов.
30. Микроскопическая модель внутрикластерной атомной динамики.
31. Термодинамическая модель кластера.
32. Квантово-статистическая модель.
33. Компьютерные модели кластеров.
34. Фрактальные модели кластеров.
35. Оболочечные модели кластера.
36. Структурная модель кластера.
37. Оптические и электрические свойства наноструктур: оптические свойства наносистем, электропроводность наноструктур.
38. Магнитные свойства наноструктур: суперпарамагнетизм, намагниченность нанокластеров и наноструктур,
39. Магнитные свойства наноструктур: квантовое магнитное туннелирование.
40. Магнитные свойства наноструктур: магнитные фазовые переходы в наносистемах с изолированными кластерами и в наноструктурах.

III. Промежуточная аттестация по дисциплине «Физико-химия нанокластеров и наноструктур»

Промежуточная аттестация студентов по дисциплине «Физико-химия нанокластеров и наноструктур» проводится в соответствии с локальными нормативными актами ДВФУ и является обязательной.

1. Комплект типовых заданий на объединенную контрольную работу

Требования к проведению тестирования и представлению материалов (результатов):

Зачет проводится в виде объединенной контрольной работы. Студенту дается 25 тестовых заданий, каждые 5 из которых составлены из вопросов для текущей аттестации для соответствующего раздела. Студенты получают на руки лист с заданиями, они выбирают правильные варианты, отмечают их, подписывают лист и отдают преподавателю. На тест дается 30 минут. Во время выполнения теста студент не имеет права пользоваться вспомогательной литературой, электронными устройствами и рабочей тетрадью.

Без сдачи 2 резюме по оригинальным научным статьям студент не допускается до сдачи зачета.

Типовые тестовые задания

1. Принцип «сверху-вниз» в микроэлектронике, что это такое?
 - движение от большого к малому
 - возьми камень и отсеки все лишнее
 - уменьшение размеров активных и пассивных элементов в интегральных схемах
 - уменьшение размеров транзисторов и диодов в интегральных схемах (ИС)
2. Что на фундаментальном уровне обеспечивает развитие нанoeлектроники?
 - уменьшение размеров активных элементов ИС до десятков и единиц нанометров
 - уменьшение размеров пассивных элементов ИС до десятков и единиц нанометров
 - изменение активных и пассивных элементов ИС до десятков и единиц нанометров
 - сохранение физических, электрических и оптических свойств устройств нанoeлектроники
3. Какие из материалов (объектов) природы (неограниченной и органической) и техники можно отнести к наноматериалам?
 - раковины моллюсков, скелет глубоководной морской губки
 - минералы
 - сталь углеродистая
 - сталь булатная
4. Как можно охарактеризовать принцип «снизу-вверх»?
 - движение от малого к большому
 - неорганический синтез
 - органический синтез
 - принцип самоорганизации
5. Что является объектами нанохимии?
 - тела с размерами 10-20 нм
 - объекты, у которых размеры соизмеримы с радиусом действия межатомных сил

- тела с размерами 0.1-10 нм
- тела с размерами больше радиуса действия межатомных сил

6. Какие конкретные объекты и частицы можно отнести к изучаемым нанохимией?

- кристаллы
- наноструктурированные пленки
- фуллерены, мицеллы
- гели

7. Что из перечисленных нанотел и систем являются физико-химическими наносистемами?

- наночастицы в матрице
- нанокристаллы неорганических веществ
- аэрозоли, коллоидные растворы, золи
- молекулы белков, тубулены, фуллерены

8. Как можно классифицировать нанокластеры и наноструктуры?

- по способу получения
- по структуре
- по типу материалов
- по типу взаимодействия между элементами кластеров и наноструктур

9. Что является основой молекулярных кластеров металлов?

- атомы металла
- остов из атомов металл
- молекулярное ядро
- металлический остов, окруженный лигандами

10. Какой метод применяется для получения газовых безлигандных кластеров с размерами в сотни атомов?

- ячейка Кнудсена
- метод газовой агрегации
- метод сверхзвукового сопла
- метод агрегации дымов и туманов

11. За счет чего происходит сепарация кластеров по массам в методе стационарной масс-спектропии?

- за счет ионизации кластеров в электрическом поле
- за счет ионизации кластеров в продольном электрическом и магнитном полях

- по отношению массы к заряду при движении по кругу в магнитном поле
- по отношению массы к заряду при движении по кругу в магнитном и электрических полях

12. В чем основное отличие стационарного масс-спектрометра от времяпролетного масс-спектрометра?

- используется только электрическое поле
- используется только магнитное поле
- используются магнитное и электрические поля при линейном движении
- используется ускорение в электрическом поле при различных скоростях наночастиц и нанокластеров

13. Как классифицируются коллоидные кластеры по отношению к жидкой фазе?

- лиофильные и гидрофобные
- гидрофильные и лиофобные
- гидрофильные и гидрофобные
- лиофильные и лиофобные

14. Какие наноструктуры возникают в растворах с участием поверхностно активных веществ (ПАВ) независимо от концентрации ПАВ?

- мономеры
- димеры
- ассоциаты (мицеллы)
- ламелярные мицеллы

15. Можно ли использовать мицеллы для получения твердых нанокластеров?

- нельзя
- можно, используя обратные мицеллы
- можно, используя прямые мицеллы
- можно, используя обратные мицеллы с содержанием разных веществ (А и В)

16. Можно ли в пористой матрице сформировать нанокластеры? И если да, то как?

- нет, нельзя
- можно
- можно, за счет проведения химических реакций в жидкой или газообразной фазах
- можно, за счет проведения химических реакций в твердой фазе

17. Какими методами получают компактированные наносистемы и нанокомпозиты?

- методом прессования порошков
- магнито-импульсное прессование
- метод прессования порошков с последующим спеканием

18. Какой размерностью обладают тонкие наноструктурированные пленки?

- трехмерной
- одномерной
- квазидвумерной
- двумерной

19. Какой из методов приводит к росту ориентированных углеродных нанотрубок?

- дуговой разряд с графитовыми электродами в среде гелия
- лазерная абляция графита и осаждение на медный охлаждаемый коллектор
- каталитическое разложением углеводородов на металлическом катализаторе
- каталитическое разложением углеводородов на матрице с кластерами металла в порах

20. Основные особенности зонной структуры графена - нового полупроводника

- двумерный слой углерода с гексагональной структурой
- полная симметрия валентной зоны и зоны проводимости с малой шириной запрещенной зоны
- полная симметрия валентной зоны и зоны проводимости с нулевой шириной запрещенной зоны
- линейная дисперсия валентной зоны и зоны проводимости с нулевой шириной запрещенной зоны

21. Что позволяет осуществлять метод молекулярных орбиталей?

- позволяет конструировать химические связи между молекулами
- позволяет конструировать из атомов молекулы, нанокластеры, наночастицы
- позволяет конструировать химические связи и описывать образование молекул, нанокластеров, наночастиц из атомов
- формирует из атомных орбиталей молекулярные орбитали

22. Какие типы орбиталей формируются из атомарных орбиталей?

- связывающие орбитали
- несвязывающие и связывающие орбитали
- разрыхляющие и связывающие орбитали
- связывающие, несвязывающие и разрыхляющие орбитали

23. Какая зависимость наблюдается между координационным числом и энергией связи между атомами на поверхности монокристалла?

- уменьшается координационное число и увеличивается энергия связи
- нет прямой зависимости
- увеличивается координационное число и увеличивается энергия связи
- уменьшается координационное число и уменьшается энергия связи

24. Какие из веществ можно отнести к высокодисперсным или высокопористыми системами?

- аморфный кремний
- силикогель
- пористый кремний

Корунд

25. К какому виду материалов относятся оксиды и сульфиды металлов?

- металл
- полупроводники
- полуметаллы
- диэлектрики

26. За счет чего возникает магнитное упорядочение в 3d- 4f- металлах?

- неравномерное заполнение s-, d- и f-орбиталей
- уровень Ферми при заполнении уровней энергии электронами лежит в области d-(f-) состояний
- уровень Ферми при заполнении уровней энергии электронами лежит в области s-(p-) состояний
- упорядочение возникает при полном заполнении d- и f-состояний

27. Между какими объектами в твердом теле наблюдается обменное взаимодействие?

- между атомами
- между электронами
- между спинами атомов
- между спинами электронов

28. Какие типы адсорбции атомов существуют?

- физическая и механическая
- физическая и ван-дер-ваальсовая
- физическая и химическая
- механическая и химическая

29. Что происходит с изобарой адсорбции при увеличении температуры при переходе от физической к химической адсорбции?

- происходит изменение наклона изобары
- происходит переход с одной изобары на другую
- наклон изобары не изменяется
- происходит возврат к начальной изобаре после понижения температуры

30. Что можно определить из вида изотермы адсорбции?

- физический тип адсорбции
- образование мономолекулярного слоя
- точку перехода от монослойной к многослойной адсорбции
- химический тип адсорбции

31. Что происходит при гетерогенном катализе?

- увеличение потенциального барьера реакции
- уменьшение потенциального барьера реакции
- ускорение химической реакции
- замедление химической реакции

32. Что описывает первый закон термодинамики?

- изменение внутренней энергии системы
- закон сохранения энергии
- совершенную работу
- изменение тепловой работы

33. Что описывает второй закон термодинамики,

- описывает часть энергии, превращаемой в работу при постоянной температуре
- описывает часть внутренней энергии, превращаемой в работу при постоянном давлении
- описывает часть внутренней энергии, превращаемой в работу при постоянном давлении и постоянной температуре

34. Что такое свободная энергия Гиббса?

- изохорно-изобарный потенциал
- изохорно-изотермический потенциал
- изобарно-изотермический потенциал
- изобарно-изохорный потенциал

35. Что такое энергия Гельмгольца?

- изохорно-изобарный потенциал
- изохорно-изотермический потенциал

- изотермически-изобарный потенциал
- изобарно-изотермический потенциал

36. Что является критерием самопроизвольно протекающего процесса?

- увеличение внутренней энергии
- уменьшение внутренней энергии
- уменьшение свободной энергии Гиббса
- увеличение свободной энергии Гиббса

37. Какой из методов используется для исследования химических процессов?

- максимизация свободной энергии Гиббса
- минимизация свободной энергии Гиббса
- минимизация свободной энергии Гиббса и Гельмгольца
- усреднение свободной энергии Гиббса и Гельмгольца

38. Какие типы параметров и их комбинаций используют для описания работы системы, включая химические?

- интенсивные параметры и их произведение
- интенсивные и экстенсивные параметры и их сумма
- интенсивные и экстенсивные параметры и их произведение
- экстенсивные параметры и их произведение

39. Как определить химический потенциал индивидуального вещества?

- определяется изменением свободной энергии Гиббса при постоянном давлении
- определяется изменением свободной энергии Гиббса при постоянном давлении и температуре
- определяется мольным изменением свободной энергии Гиббса при постоянном давлении и температуре
- определяется мольным изменением свободной энергии Гельмгольца при постоянном давлении и температуре

40. Каким термодинамическим параметром описывается поверхностное натяжения для твердых тел?

- обратимая работа по созданию новой поверхности
- работа по деформированию поверхности твердого тела
- необратимая работа по деформации поверхности твердого тела
- необратимая работа по созданию новой поверхности

41. От чего зависит предельный размер нанокластера, формирующегося в поре?

- не зависит ни от чего
- зависит от концентрации материала в растворе в поре

- зависит от размера поры
- зависит от концентрации материала в растворе в поре и угла смачивания в поре

42. Возможно ли образование твердотельных кластеров, и если да, то за счет каких процессов?

- нет
- да, за счет химических реакций в твердой фазе
- да, за счет химических реакций в твердой фазе, за счет механохимических реакций
- да, за счет химических реакций в твердой фазе, за счет механохимических реакций и путем воздействия высоких давлений со сдвигом

43. От чего зависит структура границ раздела в компактных наноматериалах?

- от взаимной ориентации соседних зерен
- от типа межатомных взаимодействий
- от структуры дефектов
- от взаимной ориентации соседних зерен и типа межатомных взаимодействий

44. Сколько типов дефектов и каких содержат границы раздела компактных наноматериалов?

- 2, отдельные дефекты и вакансии
- 3, отдельные вакансии, агломераты вакансий и большие поры
- 4, отдельные вакансии, агломераты вакансий, нанопоры и большие поры
- 3, отдельные вакансии, нанопоры и большие поры

45. Можно ли использовать для кластеров понятие фононов, определяющих динамику твердого тела (да, нет, почему)?

- да, потому что кристаллическая решетка в кластере сохраняется
- нет, потому что в кластере есть поверхность, поэтому нарушается периодичность
- нет, потому что на поверхности периодичность другая и плоская волна не описывает колебания
- нет, потому что кластер не является строго периодическим из-за влияния поверхности и фонон нельзя представить плоской волной с заданной энергией и волновым вектором

46. Что позволяет охарактеризовать среднеквадратичное смещение атомов в нанокластере?

- усредненное число атомных колебаний

- плотность фононных состояний
- однородность колебаний всех атомов нанокластера
- неоднородность колебаний всех атомов нанокластера

47. Какие различия в колебательном спектре будут наблюдаться между поверхностным слоем атомов и атомами внутреннего ядра?

- различия не наблюдаются
- среднеквадратичное смещение атомов в поверхностном слое будет меньше, чем во внутреннем ядре
- среднеквадратичное смещение атомов в поверхностном слое будет больше, чем во внутреннем ядре
- характерная частота колебаний атомов в поверхностном слое будет больше, чем во внутреннем ядре

48. Какие параметры связывает критерий Линдемманна для кластеров?

- частоты колебаний атомов в кластере
- частоты колебаний атомов в поверхностном слое и во внутреннем ядре
- предельные среднеквадратичные колебания атомов в кластере с температурой его плавления
- среднеквадратичные колебания атомов в кластере с максимальным изменением расстояния атомов в расплавленном состоянии

49. Что является особенностью плавления нанокластеров?

- нет различий
- разные температуры плавления поверхностного слоя и внутреннего ядра кластера
- наличие промежуточной области, отвечающей существованию одновременно и твердого, и жидкого состояний
- температура плавления поверхностного слоя больше, чем температура плавления внутреннего ядра кластера

50. Зависит ли температура плавления кластера от его размера, и если как, то поясните?

- не зависит
- зависит, но слабо
- зависит, понижается температура плавления при уменьшении размера кластера
- зависит, понижается температура плавления при увеличении размера кластера

51. В чем разница по характерным модам и частотам колебаний между твердым

телом и жидкостью?

- жидкость неупруга, а твердое тело упруго
- податливость жидкости предполагает наличие мягких мод атомного движения
- твердое тело обладает упругостью под действием довольно значительных сил до определенного предела
- Твердое тело обладает плотностью состояний с высокими частотами, а жидкое тело – с более низкими частотами между состояниями и мелкими потенциальными ямами.

52. Угловые и радиальные корреляционные функции, за что они отвечают для твердых тел и жидкостей?

- это один из типов химических характеристик
- помогают идентифицировать переход из твердого в жидкое состояние вещества
- характеризуют переход из кристаллического в аморфное состояние
- отвечают за ближайших соседей

53. Что такое состояние «слякоти» для нанокластеров?

- это сосуществование твердого и жидкого состояний нанокластеров
- температура, при которой одновременно есть твердое и жидкое состояние нанокластера
- свободная энергия Гельмгольца для жидкого и твердого состояний нанокластеров
- статический режим существования нанокластеров в двух состояниях

54. Как температуры влияет на свободную энергию и энтропию кластера?

- при низких температурах внутренняя энергия определяется колебательными и вращательными уровнями твердого тела
- при низких температурах внутренняя энергия определяется колебательными уровнями твердого тела
- при высоких температурах определяющую роль играет разупорядоченность движений (энтропийный фактор)
- при высоких температурах повышается внутренняя энергия и энтропия

55. Для изучения динамики кластера вводится ряд параметров - статические и динамические. Определите, какие из параметров относятся к динамическим?

- средняя кинетическая энергия и относительная среднеквадратичная флуктуация длины связей

- средняя кинетическая энергия, корреляционный спектр и нормализованная автокорреляционная функция скорости
- относительная среднеквадратичная флуктуация длины связей и среднеквадратичное смещение атомов в кластере
- среднеквадратичное смещение атомов в кластере, корреляционный спектр и нормализованная автокорреляционная функция скорости

56. Что такое фрактальные кластеры, и какое их основное свойство?

- самоорганизующиеся наноструктуры с упорядоченной структурой
- самоорганизующиеся наноструктуры с рыхлой надмолекулярной структурой
- упорядоченные наноструктуры с упорядоченной структурой
- упорядоченные наноструктуры с рыхлой надмолекулярной структурой

57. Какие модели и сколько используются для описания формирования фрактальных кластеров?

- 2, модели диффузионно-лимитируемой агрегации и кластер-кластерной агрегации
- 2, модели диффузионно-лимитируемой агрегации и кластерной агрегации с ограничением реакционной способности
- 3, модели диффузионно-лимитируемой агрегации, кластер-кластерной агрегации и кластерной агрегации с ограничением реакционной способности
- 2, кластер-кластерной агрегации и кластерной агрегации с ограничением реакционной способности

58. Как строится структурная модель кластера, и для каких кластеров она применима?

- на основе структурной формулы для кубической решетки и для молекулярных (лигандных) кластеров металлов
- на основе структурной формулы для икосаэдра и для молекулярных (лигандных) кластеров металлов
- на основе структурной формулы для икосаэдра и для безлигандных кластеров металлов
- на основе структурной формулы для кубической решетки и для безлигандных кластеров металлов

59. Какое суммарное число валентных электронов должно быть в молекулярном кластере металла с одним атомом металла для обеспечения его стабильности?

- 16
- 18

- 24

- 36

60. Что следует ожидать при уменьшении размеров кластера до 1-3 нм в его электронной структуре и как эта особенность проявляется на вольт-амперных характеристиках (ВАХ)?

- квазидискретные уровни энергий электронов и перегибы на ВАХ
- дискретные уровни энергий электронов и одноэлектронные переходы
- делокализованные состояния и отсутствие особенностей на ВАХ
- дискретные уровни энергий электронов и ступеньки на ВАХ при снижении температуры

61. Как магнитная восприимчивость кластеров палладия зависит от четности/нечетности количества электронов в них?

- для четного количества электронов магнитная восприимчивость растет, а для нечетного – падает
- для нечетного количества электронов магнитная восприимчивость растет, а для четного – падает
- для четного количества электронов магнитная восприимчивость падает, а для нечетного – растет
- магнитная восприимчивость не зависит от четности/нечетности количества электронов

62. Зависит ли теплоемкость металлических молекулярных кластеров от размеров, и если зависит, то как

- не зависит
- зависит, наблюдается линейная зависимость от уменьшения размера кластера
- зависит, наблюдается кубическая зависимость от температуры при уменьшении размера кластера
- зависит, наблюдается квадратичная зависимость от температуры при уменьшении размера кластера

63. Что собой представляют гигантские кольцевые кластеры, и какими химическими свойствами они обладают?

- кластеры обладают супрамолекулярной структурой, оформленной в виде кольца, и обладают гидрофильной поверхностью для каталитических свойств
- кластеры обладают супрамолекулярной структурой, оформленной в виде кольца со встроенными нанометровыми плоскостями, и обладают гидрофильной поверхностью для каталитических свойств

- кластеры обладают супрамолекулярной структурой, оформленной в виде кольца, и обладают гидрофобной поверхностью

- кластеры обладают супрамолекулярной структурой, оформленной в виде кольца со встроенными нанометровыми плоскостями, и обладают гидрофильной поверхностью для фотохимических свойств

64. Каким образом строятся гигантские сферические кластеры (кеплераты), и что они позволяют осуществлять?

- молекулярные кластеры оксидов металла с центральной точкой, вокруг которой располагаются атомы кластера

- молекулярные кластеры оксидов металла с симметрией икосаэдра с 12 вершинами и пентагональными фрагментами

- молекулярные кластеры оксидов металла с симметрией икосаэдра с 12 вершинами и пентагональными фрагментами, которые служат для образования более крупных наноструктур

- молекулярные кластеры оксидов металла с симметрией икосаэдра с 12 вершинами и пентагональными фрагментами, которые служат для проведения каталитических реакций при синтезе

65. За счет внедрения каких атомов металла в гигантские кеплератные кластеры можно добиться увеличения магнитной восприимчивости и ферро- или ферримагнитных свойств?

- меди

- железа

- никеля

- хрома

66. За счет внедрения каких атомов металла в гигантские кеплератные кластеры можно добиться увеличения электрической проводимости?

- хрома

- алюминия

- меди

- ванадия

67. Для каких кластеров существует механизм квантового туннелирования, и в чем заключается его механизм?

- для металлического молекулярного кластера за счет перехода между квантовыми уровнями в сильном магнитном поле при комнатной температуре

- для оксометаллического молекулярного кластера за счет туннелирования между квантовыми уровнями в сильном магнитном поле при гелиевой температуре
- для супрамолекулярного кластера термоактивированный переход может происходить за счет суперпарамагнетизма при гелиевой температуре
- для кеплератного кластера термоактивированный переход может происходить за счет суперпарамагнетизма при гелиевой температуре

68. Какие типы кластеров обладают полупроводниковыми свойствами и в чем они могут проявляться?

- оксометаллические и халькогенидные кластеры с размерами 1-3 нм обладают полупроводниковыми свойствами, что обеспечивает излучение из них
- халькогенидные кластеры с размерами 3-5 нм обладают полупроводниковыми свойствами, что обеспечивает излучение из них
- металлического молекулярного кластера с размерами 1-3 нм обладают полупроводниковыми свойствами, что обеспечивает излучение из них
- кластеры с супрамолекулярной структурой и размерами 3-5 нм обладают полупроводниковыми свойствами, что обеспечивает излучение из них

69. Кластеры щелочных металлов, обладающие одним s-электроном в каждом атоме поверх заполненных электронных оболочек, обладают рядом интересных оптических свойств, каковы они?

- усиление поглощения света
- усиление резонансного поглощения света
- усиление излучения света
- усиление резонансного излучения света

70. От чего зависят и чем определяются магнитные свойства безлигандных кластеров переходных металлов?

- от наличия электронов на d- и f-оболочках кластера и геометрического фактора (плотности упаковки атомов)
- от наличия электронов на d- и f-оболочках кластера и формирования d-зоны проводимости и обменного взаимодействия
- от способности атомов в кластере находиться в разных окислительных состояний
- от наличия электронов на d- и f-оболочках кластера и величины их магнитного момента в кластере

71. Какие типы и сколько углеродных нанотрубок существует?

- однослойные и многослойные нанотрубки трех типов: кресло, зигзаг и нанотрубка с индексами хиральности
- многослойные нанотрубки трех типов: кресло, зигзаг и нанотрубка с индексами хиральности
- однослойные нанотрубки двух типов: кресло и зигзаг
- однослойные и многослойные нанотрубки двух типов: зигзаг и нанотрубка с индексами хиральности

72. Каково сопротивление однослойных углеродных нанотрубок с металлической проводимостью, и какой механизм переноса носителей за него ответственен?

- 200 Ом и диффузионный механизм переноса носителей
- 3000 Ом и баллистический механизм переноса заряда
- 2000 Ом и диффузионный механизм переноса носителей
- 500 Ом и баллистический механизм переноса заряда

73. В каком качестве могут быть использованы вертикальные углеродные нанотрубки

- в качестве проводящего материала
- в качестве источников электронной эмиссии
- в качестве источников оптического излучения
- в качестве антенн

74. От каких параметров структуры и типов взаимодействия зависят магнитные свойства наноструктур?

- от размерных эффектов и вклада поверхности
- от размерных эффектов и межкластерных взаимодействий
- от вклада поверхности, межкластерного взаимодействия и межкластерной организации
- от вклада поверхности, размерных эффектов, межкластерного взаимодействия и межкластерной организации

75. При каких размерах кластеров начинает проявляться суперпарамагнетизм в магнитных наноструктурах?

- 1-10 нм
- 10-20 нм
- 20-30 нм
- 30-50 нм

76. В чем проявляется явление суперпарамагнетизма?

- в тепловом движении магнитных кластеров
- в тепловых флуктуациях кластеров в направлении магнитного момента
- в движении магнитного момента кластера как целого
- неизменности магнитного момента кластеров

77. Вдоль какого направления происходит ориентация магнитного момента кластера и зависит ли его величина от магнитной анизотропии?

- вдоль оси трудного намагничивания, не зависит от магнитной анизотропии
- вдоль оси легкого намагничивания, зависит от магнитной анизотропии
- вдоль оси трудного намагничивания, зависит от магнитной анизотропии
- вдоль оси легкого намагничивания, не зависит от магнитной анизотропии

78. В чем сходство и в чем разница магнитных характеристик парамагнитного газа молекул и магнитных нанокластеров по отношению к воздействию температуры?

- в газе в результате тепловых флуктуаций изменяется ориентация самих молекул вместе с магнитными моментами, а магнитные нанокластеры остаются неподвижными, но меняется ориентация их магнитного момента
- в газе в результате тепловых флуктуаций изменяется ориентация самих молекул вместе с магнитными моментами, а магнитные нанокластеры слабо сдвигаются со сменой ориентации их магнитного момента
- в газе в результате тепловых флуктуаций изменяется ориентация самих молекул но магнитные моменты не изменяются, а магнитные нанокластеры остаются неподвижными, но меняется ориентация их магнитного момента
- особых различий не наблюдается

79. Как влияет внешнее магнитное поле на намагниченность охлаждаемого суперпарамагнетика?

- усиливает тепловые флуктуации при критической температуре
- уменьшает тепловые флуктуации при критической температуре
- прекращает тепловые флуктуации при критической температуре
- сохраняет ферромагнитное упорядочение