

Документ подписан простой электронной подписью  
Информация о владельце:  
ФИО: Кузько Андрей Евгеньевич  
Должность: Заведующий кафедрой  
Дата подписания: 09.09.2022 15:56:12  
Уникальный программный ключ:  
72581f52caba063db3331b3cc54ec107395c8caf

МИНОБРАЗОВАНИЯ И НАУКИ РОССИИ  
Юго-Западный государственный университет

УТВЕРЖДАЮ:  
Заведующий кафедрой  
нанотехнологий, микроэлектроники,  
общей и прикладной физики  
\_\_\_\_\_

*(наименование кафедры полностью)*

  
\_\_\_\_\_ А.Е. Кузько  
*(подпись)*

« 16 » сентября 2022 г.

ОЦЕНОЧНЫЕ СРЕДСТВА  
для текущего контроля успеваемости  
и промежуточной аттестации обучающихся  
по дисциплине

Процессы получения наночастиц и наноматериалов  
*(наименование дисциплины)*

28.03.01 Нанотехнологии и микросистемная техника  
*(код и наименование ОПОП ВО)*

# 1. ОЦЕНОЧНЫЕ СРЕДСТВА ДЛЯ ТЕКУЩЕГО КОНТРОЛЯ УСПЕВАЕМОСТИ

## 1.1 ВОПРОСЫ ДЛЯ УСТНОГО ОПРОСА

*Варианты классификации методов получения наночастиц и наноматериалов.*

1. Классификации методов получения наночастиц и наноматериалов.
2. Физические, химические, биологические методы получения наночастиц и наноматериалов.
3. Особенности получения нуль- одно-, дву- и трехмерных наноматериалов.

*Синтез наночастиц методами осаждения в жидких средах.*

1. Основные химические реакции, приводящие к синтезу наночастиц в жидких средах.
2. Формирование золей - коллоидные растворы.
3. Получение наночастиц золота - метод Туркевича и метод Браста.
4. Синтез наночастиц серебра, платины, палладия и других благородных металлов.
5. Стабилизация синтезированных наночастиц в растворах - электростатическая, адсорбционная, хемосорбционная.
6. Получение наночастиц несферической формы.
7. Синтез нанопроволоки и наностержней металлов - роль зародышей кристаллизации и добавок ПАВ.
8. Механизм роста наностержней металлов в жидких средах. Особенности синтеза наночастиц металлов в форме кубов, призм, двадцатигранников и др.
9. Синтез магнитных наночастиц в полярных и неполярных средах. Стабилизация наночастиц и получение магнитных жидкостей.
10. Основные способы синтеза полупроводниковых наночастиц - контролируемого осаждения, молекулярных прекурсоров.
11. Основные факторы, влияющие на размер синтезируемых наночастиц.
12. Кинетический контроль роста наночастиц.
13. Синтез анизотропных наночастиц полупроводников - наностержней, разветвленных структур.

*Синтез наночастиц, состоящих из сплава металлов, со структурой ядро-оболочка, многослойных структур методами осаждения.*

1. Применение методов осаждения для синтеза наночастиц, состоящих из сплава металлов, со структурой ядро-оболочка, многослойных структур.

2. Синтез наночастиц оксида кремния и нанокомпозитов - многослойных структур, состоящих из металлов, магнитных материалов или полупроводников и оксида кремния.

*Золь-гель технология наночастиц и нанопористых материалов.*

1. Основные стадии процесса.
2. Особенности гидролиза и поликонденсации алкоксидов кремния в щелочной и кислой среде.
3. Гелеобразование и синерезис.
4. Удаление растворителя - образование ксерогелей и аэрогелей.
5. Влияние состава реакционной среды и условий протекания процесса на морфологию синтезируемого наноматериала.
6. Получение золь-гель методом наноматериалов на основе оксидов кремния и титана.
7. Синтез золь-гель методом нанокомпозитов типа «неорганика-неорганика» и «органика-неорганика».

*Гетерогенные процессы формирования наноструктур*

1. Молекулярно-лучевая эпитаксия, газофазная эпитаксия из металлоорганических соединений, формирование структур на основе коллоидных растворов.
2. Золь-гель технология, методы молекулярного наслаивания и атомно-слоевой эпитаксии, сверхтонкие пленки металлов и диэлектриков, пленки Ленгмюра - Блоджет, термовакuumное испарение (резистивный, электронно-лучевой, лазерный методы испарения), ионно-плазменные технологии получения топких пленок, методы синтеза фуллеренов (лазерное испарение графита, электродуговой синтез).

*Синтез наночастиц в сверхкритических жидкостях*

1. Классификация методов синтеза наночастиц и наноматериалов в сверхкритических жидкостях.
2. Роль сверхкритической жидкости при синтезе -растворитель, соразтворитель, анти-растворитель, растворенное вещество, реакционная среда.
3. Схемы основных методов.
4. Использование сверхкритической воды и диоксида углерода для получения наночастиц.
5. Варианты гидро- и сольвоотермального синтеза - получение наночастиц при протекании физических и химических процессов.
6. Основные параметры, влияющие на морфологию синтезируемых наноматериалов.
7. Периодический и непрерывный способы организации гидро- и сольвоотермального синтеза.
8. Виды автоклавов, используемых для синтеза наночастиц.

9. Гидро- и сольвотермальный синтез наночастиц металлов, оксидов металлов, полупроводников.

10. Гидротермальный синтез наночастиц цеолитов и цеолитов с нанопористой структурой.

#### *CVD и PVD процессы*

1. Классификация CVD и PVD процессов по давлению и способам введения прекурсоров.

2. Методы получения углеродных наноматериалов.

3. Пиролитические способы

#### *Криохимический метод синтеза наночастиц*

1. Основные стадии процесса.

2. Сверхбыстрое охлаждение.

3. Способы замораживания и удаления растворителя.

4. Используемые хладоагенты

#### *Синтез наноструктурированных материалов*

1. Нанокompозиты, нанокерамика, наноструктурированные стекла, алмазоподобные наноструктуры, пористые наноструктуры, наноразмерные сегнетоэлектрические материалы, неуглеродные нанотрубки, наностержни, нанопроволоки, фуллерены, углеродные нанотрубки

#### *Матричный (темплатный) синтез наночастиц и наноматериалов*

1. Использование мицеллярных систем и микроэмульсий для синтеза наночастиц.

2. Основные факторы, влияющие на размер и форму, синтезируемых наночастиц.

3. Синтез наночастиц в микроэмульсиях в сверхкритическом оксиде углерода.

4. Использование гексагональных и кубических жидких кристаллов в качестве матрицы для синтеза наноматериалов и нанопористых тел.

5. Синтез нанокompозитов наночастица-дендример.

6. Особенности строения дендримеров и способов формирования нанокompозитов в зависимости от уровня генерации дендримера.

7. Использование липосом, мицеллярных и полимерных гелей для синтеза наноматериалов.

8. Методы молекулярного наслаивания.

9. Пленки Ленгмюра-Блоджетт.

#### *Биологические методы синтеза наночастиц и наноматериалов*

1. Биомембраны и другие объекты биологического происхождения.

2. Внутриклеточный и внеклеточный синтез наночастиц и наноматериалов.

3. Магнетобактерии, магнетосомы.

4. Синтез наночастиц с использованием биомолекул (ДНК, аминокислот и др.)

**Шкала оценивания:** 5 балльная.

**Критерии оценивания:**

**5 баллов** (или оценка «отлично») выставляется обучающемуся, если он демонстрирует глубокое знание содержания вопроса; дает точные определения основных понятий; аргументированно и логически стройно излагает учебный материал; иллюстрирует свой ответ актуальными примерами (типовыми и нестандартными), в том числе самостоятельно найденными; не нуждается в уточняющих и (или) дополнительных вопросах преподавателя.

**4 балла** (или оценка «хорошо») выставляется обучающемуся, если он владеет содержанием вопроса, но допускает некоторые недочеты при ответе; допускает незначительные неточности при определении основных понятий; недостаточно аргументированно и (или) логически стройно излагает учебный материал; иллюстрирует свой ответ типовыми примерами.

**3 балла** (или оценка «удовлетворительно») выставляется обучающемуся, если он освоил основные положения контролируемой темы, но недостаточно четко дает определение основных понятий и дефиниций; затрудняется при ответах на дополнительные вопросы; приводит недостаточное количество примеров для иллюстрирования своего ответа; нуждается в уточняющих и (или) дополнительных вопросах преподавателя.

**2 балла** (или оценка «неудовлетворительно») выставляется обучающемуся, если он не владеет содержанием вопроса или допускает грубые ошибки; затрудняется дать основные определения; не может привести или приводит неправильные примеры; не отвечает на уточняющие и (или) дополнительные вопросы преподавателя или допускает при ответе на них грубые ошибки.

## **1.2 ЛАБОРАТОРНЫЕ РАБОТЫ**

### *Лабораторная работа №1*

1. Какие соединения и в каком соотношении используются для синтеза магнитных наночастиц в водной среде?

2. Как можно увеличить устойчивость магнитной жидкости к седиментации?

3. При синтезе в каких условиях образуются более мелкие магнитные наночастицы?

*Лабораторная работа №2*

1. Какие соединения и в каком соотношении используются для синтеза магнитных наночастиц на основе керосина?

2. Как можно увеличить устойчивость магнитной жидкости к седиментации?

3. При синтезе в каких условиях образуются более мелкие магнитные наночастицы?

*Лабораторная работа №3*

1. Какие операции используются для прекращения роста полупроводниковых наночастиц при синтезе с использованием метода контролируемой нуклеации?

2. Какие соединения используются в качестве молекулярных прекурсоров при синтезе полупроводниковых наночастиц?

3. При каких условиях получается более узкое распределение наночастиц по размерам при использовании метода молекулярных прекурсоров для синтеза полупроводниковых наночастиц?

4. При протекании каких химических реакций можно синтезировать наночастицы в микроэмульсиях?

*Лабораторная работа №4*

1. В чем заключается уникальность метода Ленгмюра-Блоджетт?

2. Как определяется коэффициент переноса?

3. Опишите методики осаждения пленок с разными типами подложек.

*Лабораторная работа №5*

1. В чем заключается метод магнетронного напыления?

2. Опишите циклы технологического процесса напыления.

3. Расчет распределения толщины покрытия по поверхности.

**Шкала оценивания:** 2 балльная.

**Критерии оценивания:**

**1 балл** - выставляется обучающемуся за выполнение заданий;

**2 балла** - выставляется обучающемуся за оформление отчета и ответы на вопросы.

## **2 ОЦЕНОЧНЫЕ СРЕДСТВА ДЛЯ ПРОМЕЖУТОЧНОЙ АТТЕСТАЦИИ ОБУЧАЮЩИХСЯ**

### **2.1 ТЕМЫ КУРСОВЫХ РАБОТ (КУРСОВЫХ ПРОЕКТОВ)**

1. Синтез наночастиц благородных металлов при осаждении в водных средах.
2. Получение микро- и наноструктур методом сканирующей зондовой литографии.
3. Получение мономолекулярных пленок титаната бария методом Ленгмюра-Блоджетт.
4. Получение монослоев олеата натрия методом Ленгмюра-Блоджетт.
5. Получение полупроводниковых наночастиц. Сравнение и критический анализ различных способов синтеза.
6. Синтез наночастиц, состоящих из сплава металлов, и со структурой ядро-оболочка.
7. Получение золь-гель методом наноматериалов и нанокомпозитов.
8. Синтез мезопористых материалов в сверхкритических жидкостях.
9. Способы получения углеродных нанотрубок.
10. Получение фуллеренов.
11. Всесторонняя ковка (прессование) с многократной сменой оси деформации в методе интенсивной пластической деформации.
12. Синтез наночастиц металлов в микроэмульсиях.
13. Синтез наночастиц бактериями.
14. Общие принципы и возможности сканирующей зондовой микроскопии.
15. Наночастицы в медицине и биологии.
16. Биологические методы синтеза наночастиц и наноматериалов.
17. Способы получения магнитных наночастиц.
18. Нанопроизводство, создание квантовых точек с помощью зондового микроскопа
19. Дифракционные методы исследования наноматериалов
20. Основы зондовой микроскопии
21. Сравнительный анализ методов синтеза углеродных нанотрубок.
22. Формирование наноструктурного состояния с применением процессов самоорганизации
23. Методы синтеза природных и синтетических неуглеродных нанотрубок.
24. Методы получения графена: механизм формирования, преимущества и недостатки.
25. Эпитаксиальные методы при формировании наноструктур: физикохимические процессы, достоинства и недостатки.

26. CVD-методы в процессах получения: наночастиц, нанопокровий, углеродных наноструктур.

27. Физико-химические процессы получения наночастиц несферической формы

28. Методы синтеза нанопористых материалов – цеолитов.

29. Методы получения мембран различных видов.

30. Методы получения наноструктурированных стекол

31. Использование ДНК для получения наноструктур

32. Супрамолекулярные сенсорные устройства: получение и применение.

33. Получение тонких пленок методом молекулярного наслаивания.

34. Методы получения квантовых точек

35. Ионно-лучевая нанолитография

36. Методы получения гибридных нанокompозитов

37. Сравнительный анализ методов очистки углеродных нанотрубок.

**Шкала оценивания курсовых работ (или курсовых проектов):** 100-балльная.

**Критерии оценивания:**

**85 и выше баллов** (или оценка «отлично») выставляется обучающемуся, если тема курсовой работы раскрыта полно и глубоко, при этом убедительно и аргументированно изложена собственная позиция автора по рассматриваемому вопросу; курсовая работа демонстрирует способность автора к сопоставлению, анализу и обобщению; структура курсовой работы четкая и логичная; изучено большое количество актуальных источников, включая дополнительные источники, корректно сделаны ссылки на источники; самостоятельно подобраны убедительные примеры; основные положения доказаны; сделан обоснованный и убедительный вывод; сформулированы мотивированные рекомендации; выполнены требования к оформлению курсовой работы.

**70 – 84 баллов** (или оценка «хорошо») выставляется обучающемуся, если тема курсовой работы раскрыта, сделана попытка самостоятельного осмысления темы; структура курсовой работы логична; изучены основные источники, правильно оформлены ссылки на источники; приведены уместные примеры; основные положения и вывод носят доказательный характер; сделаны рекомендации; имеются незначительные погрешности в содержании и (или) оформлении курсовой работы.



**50 – 69 баллов** (или оценка «удовлетворительно») выставляется обучающемуся, если тема курсовой работы раскрыта неполно и (или) в изложении темы имеются недочеты и ошибки; отмечаются отступления от рекомендованной структуры курсовой работы; количество изученных источников менее рекомендуемого, сделаны ссылки на источники; приведены самые общие примеры или недостаточное их количество; вывод сделан, но имеет признаки неполноты и неточности; рекомендации носят формальный характер; имеются недочеты в содержании и (или) оформлении курсовой работы.

**Менее 49 баллов** (или оценка «неудовлетворительно») выставляется обучающемуся, если тема курсовой работы не раскрыта и (или) в изложении темы имеются грубые ошибки; структура курсовой работы нечеткая или не определяется вообще; количество изученных источников значительно менее рекомендуемого, неправильно сделаны ссылки на источники или они отсутствуют; не приведены примеры или приведены неверные примеры; отсутствует вывод или автор испытывает затруднения с выводами; не соблюдаются требования к оформлению курсовой работы.

## **2.2 БАНК ВОПРОСОВ И ЗАДАНИЙ В ТЕСТОВОЙ ФОРМЕ**

*1. Какие типы химической связи характерны для реализации взаимодействий в диапазоне 10-100 нм?*

- 1) ковалентные связи
- 2) донорно - акцепторные взаимодействия
- 3) ван-дер-ваальсовы взаимодействия и водородная связь
- 4) «ионная» связь
- 5) «металлическая» связь

*2. Критерий становления кристалла полупроводника «квантовой точкой» ?*

- 1) уменьшение размера до 100 нм (по классификации IUPAC)
- 2) подбор состава ( халькогениды кадмия)
- 3) соотношение боровского радиуса экситона и размера частицы
- 4) наличие запрещенной зоны
- 5) наличие легирующих примесей – ловушек
- 6) поверхностная стабилизация поверхностно - активными веществами
- 7) наличие n-p перехода

3. Какой из перечисленных ниже материалов может считаться наноматериалом (выберите единственный ответ)?

- 1) бетон
- 2) резина
- 3) сталь
- 4) стекло
- 5) стеклокерамика
- 6) мрамор
- 7) базальт

4. Высокотемпературная сверхпроводящая керамика обладает обычно крупнозернистой структурой. Кроме того, такие сложные купраты являются сверхпроводниками 2 рода и требуют наличия центров пиннинга - ультрадисперсных включений и нанофлуктуаций состава (других дефектов), повышающих плотность критического тока. Почему этот материал можно относить к наноматериалам?

- 1) нанофлуктуации состава обладают «наноразмером»
- 2) нанофлуктуации состава обладают «наноразмером» и определяют основные функциональные свойства
- 3) центры пиннинга отличаются по составу от основной фазы
- 4) в крупнокристаллической керамике границы зерен имеют толщину несколько нанометров
- 5) в крупнокристаллической керамике много дислокаций
- 6) ВТСП керамику никак нельзя отнести к наноматериалам, потому что она не представляет собой порошок

5. Академик И.В.Тананаев ввел понятие, которое сыграло большую роль в становлении нанотехнологий в нашей стране. Что это было за понятие (явление)?

- 1) квантовая точка
- 2) туннелирование
- 3) координата дисперсности
- 4) расклинивание трещин в твердых телах в присутствии жидкости
- 5) формирование самособирающихся слоев
- 6) суперпарамагнетизм
- 7) хиральность углеродных нанотрубок

6. *Какой из элементов водородного топливного элемента (альтернативный источник энергии) содержит металлические наноматериалы?*

- 1) слой электрокатализатора
- 2) соединяющие металлические провода
- 3) полимерная мембрана
- 4) упрочненный корпус
- 5) электролит

7. *Чем так уникальны наночастицы золота, находящие все больше и больше инновационных применений?*

- 1) d-d взаимодействием валентных электронов
- 2) цветом
- 3) ценой
- 4) биосовместимостью и плазмонным резонансом
- 5) легкостью поверхностной модификации
- 6) возможностью получения частиц анизотропной формы

8. *Квантовые точки в прототипах перспективных (гибких, пластиковых) солнечных батарей используются в качестве...*

- 1) маркировки против подделок фирменных образцов
- 2) фотосенсибилизаторов
- 3) проводящего анода
- 4) фотозащитного слоя против фотохимической деградации рабочего слоя полупроводника
- 5) переносчиков электронов
- 6) фотофильтров

9. *Популярные сейчас белые светодиоды, в своей основе имеют использование явления...*

- 1) фотоэффекта для сверхпроводников
- 2) эффекта Кондо
- 3) фотолюминесценции
- 4) эффекта Джоуля – Ленца
- 5) инверсной заселенности уровней
- 6) эффекта Лоренца
- 7) эффекта Холла

10. Ричард Фейнман, как считается, один из основателей нанотехнологий, прочитавший известную лекцию «Там, внизу много места» был ...

- 1) ...политиком
- 2) ...писателем – фантастом
- 3) ...физиком
- 4) ...химиком
- 5) ...биологом
- 6) ...социологом

11. Типичный объект наномира - углеродная нанотрубка имеет между атомами углерода определенные химические связи. Какого типа эти связи?

- 1) водородные
- 2) ковалентные
- 3) супрамолекулярные
- 4) гидрофильно - гидрофобные взаимодействия
- 5) ионные
- 6) ван-дер-ваальсовы
- 7) донорно – акцепторные

12. Самой яркой фундаментальной особенностью нанотехнологии (из ниже перечисленных) является

- 1) осуществление химических превращений атомов и молекул
- 2) использование принципа самосборки и самоорганизации для получения нанообъектов
- 3) многотоннажное производство нанообъектов
- 4) поштучная работа с атомными ядрами
- 5) применение оптической литографии
- 6) предсказание свойств вещества на основании знаний квантового состояния электрона
- 7) использование высокодисперсных порошков
- 8) возможность "обхода" основных законов термодинамики
- 9) возможность нарушения квантовых запретов

13. Как получить углеродные нанотрубки?

- 1) нагревом алмаза
- 2) синтез в электрической дуге
- 3) обработка сахара олеумом
- 4) обработка графита концентрированной азотной кислотой

- 5) гидрогенизация фуллерена
- 6) поликонденсация бензола
- 7) циклизация гептана
- 8) полимеризация этилена

14. Сколько кубических нанокристаллов  $A$  с ребром  $100$  нм можно составить из одного моля  $A$ , если молекулярная масса  $A$  равен  $58$  граммам, а плотность –  $2\text{г/см}^3$ ?

- 1) 29 000 000 миллиардов
- 2) 58 триллионов
- 3) 58
- 4) 29
- 5) 116
- 6) 2000
- 7) 5800
- 8) 58 000 000
- 9) 116 000
- 10) 29 000

15. Что такое квантовая точка?

- 1) наночастица металла
- 2) наночастица полупроводника
- 3) сгусток плазмы
- 4) замороженные фотоны
- 5) светящиеся бактерии
- 6) агрегаты молекул красителей
- 7) кавитационный пузырек

16. Укажите правильный порядок возрастания размеров частиц:

- А.  $1 \text{ \AA}$ ,  $1 \text{ мм}$ ,  $1 \text{ мкм}$ ,  $1 \text{ нм}$ . Б.  $1 \text{ нм}$ ,  $1 \text{ \AA}$ ,  $1 \text{ мкм}$ ,  $1 \text{ мм}$ .  
В.  $1 \text{ \AA}$ ,  $1 \text{ нм}$ ,  $1 \text{ мкм}$ ,  $1 \text{ мм}$ . Г.  $1 \text{ мкм}$ ,  $1 \text{ \AA}$ ,  $1 \text{ нм}$ ,  $1 \text{ мм}$ .

17. По  $n$  – мерности нанотрубки можно отнести к нанобъектам:

- А. Одномерным. Б. Двумерным.  
В. Трехмерным. Г. Капиллярным.

18. При получении наночастиц методом диспергирования возможно:

- А. Сохранение структуры исходного материала.  
Б. Образование частиц с новым химическим составом.

- В. Образование сплавов.
- Г. Образование частиц с размерами менее 1 Å.

19. В методе молекулярных пучков вещество испаряют в:

- А. Воздушное пространство.
- Б. Вакуум.
- В. Атмосферу инертного газа под большим давлением.
- Г. Атмосферу разреженного инертного газа.

20. При газофазном синтезе в качестве несущего газа используют:

- А. Кислород.
- Б. Аргон.
- В. Гелий.
- Г. Углекислый газ.

21. Нанокристаллический порошок алмаза можно получить:

- А. Методом диспергирования.
- Б. Методом молекулярных пучков.
- В. Детонационным синтезом.
- Г. Криохимическим способом.

22. Электрохимический синтез это:

- А. Электролиз под действием постоянного тока.
- Б. Электролиз под действием переменного тока.
- В. Синтез, протекающий в гальваническом элементе.
- Г. Синтез под действием электрического разряда.

23. В плазмохимическом синтезе используют:

- А. Высокотемпературную плазму с  $T = 1000000$  К.
- Б. Низкотемпературную плазму с  $T = 4000 - 8000$  К.
- В. Электромагнитное высокочастотное поле.
- Г. Источник переменного тока.

24. Недостатками метода термического разложения являются:

- А. Получение смесей металлов и их оксидов.
- Б. Получение наночастиц с широким распределением по размерам.
- В. Использование тугоплавких исходных соединений.
- Г. Невозможность получения металлических пленок.

25. При механохимическом синтезе используют:

- А. Охлаждение исходного материала до низких температур.
- Б. Плазменный нагрев.
- В. Мельницы сверхтонкого измельчения.
- Г. Взрывчатые вещества.

26. Седиментационно - диффузионное равновесие в дисперсных системах наступает при:

- А. Преобладании седиментационного потока над диффузионным.
- Б. Преобладании диффузионного потока над седиментационным.
- В. Равенстве седиментационного и диффузионного потоков.
- Г. Любом соотношении скоростей седиментационного и диффузионного потоков.

27. Образование поверхностной пленки возможно при условии:

- А. Взаимной нерастворимости компонентов.
- Б. Невозможности полного растекания диспергируемого вещества по границе раздела фаз.
- В. Самопроизвольного растекания диспергируемой жидкости по поверхности.
- Г. Отрицательного значения коэффициента Гаркинса.

28. Двумерное поверхностное давление в пленке, образующейся на поверхности жидкости, характеризует:

- А. Давление, которое оказывают молекулы на границу раздела фаз.
- Б. Поверхностное натяжение на границе раздела фаз пленка – газ.
- В. Изменение свободной энергии межфазной поверхности.
- Г. Поверхностное натяжение на границе раздела фаз пленка – жидкость.

29. В методе Лэнгмюра – Блоджетт поверхностное давление подбирается таким образом, чтобы:

- А. На поверхности подложки образовался полимолекулярный слой наносимого вещества.
- Б. Его значение соответствовало уравнению состояния идеальной пленки.
- В. Его значение соответствовало уравнению Фольмера.
- Г. Перевести монослой наносимого вещества в жидкокристаллическое состояние.

30. Структура монослоя X – типа, образующегося в методе Лэнгмюра-Блоджетт, соответствует ориентации молекул ПАВ:

- А. Гидрофильными группами к подложке.
- Б. Гидрофобными группами к подложке.
- В. В липидном слое биологических мембран.
- Г. Параллельно поверхности.

31. Гетероэпитаксия – это:

- А. Рост пленки на подложке из того же материала, что и сама пленка.
- Б. Рост пленки на подложке из материала, незначительно отличающегося по химическому составу от материала пленки.
- В. Рост пленки на подложке из материала, отличающегося по химическому составу от материала пленки, без образования химических соединений.
- Г. Рост пленки на подложке из материала, отличающегося по химическому составу от материала пленки, с образованием химических соединений.

32. В методе химического парофазного осаждения веществ используют:

- А. Летучие химические соединения.
- Б. Нелетучие химические соединения.
- В. Пары металлов.
- Г. Соединения, способные образовывать химические соединения с подложкой под действием паров воды.

33. В методе молекулярного наслаивания прекурсор – это:

- А. Газ, который используют для очистки поверхности подложки.
- Б. Продукт реакции, протекающей на поверхности подложки.
- В. Исходное химическое соединение, которое содержит компоненты покрытия (пленки).
- Г. Функциональные группы, имеющиеся на поверхности подложки до нанесения компонентов пленки.

34. В структуре углеродных нанотрубок атомы углерода объединены в виде:

- А. Правильных пятиугольников.
- Б. Тетраэдров.



В. Правильных шестиугольников.

Г. Прямоугольников.

35. Уменьшение проводящих свойств металлических кластеров по сравнению с объемным металлом связано с:

А. Ограничением длины свободного пробега электронов.

Б. Рассеянием электронов проводимости на поверхности кластера.

В. Наличием зоны проводимости.

Г. Дефектами кристаллической решетки.

36. Увеличение теплоемкости наночастиц с уменьшением их размеров связано с:

А. Перестройкой кристаллической решетки наночастицы.

Б. Увеличением электронной составляющей за счет увеличения свободных электронов на поверхности частицы.

В. Изменением электронных свойств наночастицы.

Г. Увеличением колебательной составляющей за счет увеличения амплитуды колебаний поверхностных атомов.

37. Фуллерены образуются при:

А. Нагревании активированных углей.

Б. Термическом разложении графита.

В. Детонационном синтезе из алмаза.

Г. Больших давлениях из графита.

38. Эндоэдральный комплекс фуллерена – это:

А. Координационное соединение металла с несколькими молекулами фуллеренов в качестве лигандов.

Б. Соединение фуллерена с неметаллами, образующееся за счет присоединения последних к атомам углерода.

В. Соединение, в состав которого входят несколько молекул фуллеренов.

Г. Фуллереновая оболочка с атомами или молекулами во внутренней полости.

39. Фуллерены растворимы в:

А. Воде.

Б. Полярных растворителях.

В. Неполярных растворителях.

Г. Спиртах.

40. Для фуллеренов характерны реакции:

- А. Присоединения.
- Б. Окисления – восстановления.
- В. Полимеризации.
- Г. Замещения.

41. Наноразмерные частицы металлов в растворах могут быть получены за счет реакций:

- А. Обмена.
- Б. Окисления.
- В. Восстановления.
- Г. Гидролиза.

42. В процессе микроэмульсионного синтеза размер наночастиц может изменяться за счет изменения:

- А. Природы ПАВ.
- Б. Концентраций реагентов.
- В. Соотношения объемов фаз воды и ПАВ.
- Г. Природы полярной фазы.

43. Критический размер зародыша соответствует:

- А. Минимуму на зависимости изменения энергии Гиббса от радиуса зародыша.
- Б. Максимуму на зависимости изменения энергии Гиббса от радиуса зародыша.
- В. Равенству нулю изменения энергии Гиббса конденсации.
- Г. Отрицательному значению изменения энергии Гиббса конденсации.

44. Что такое способ получения наночастиц «сверху вниз»?

- А. Объединяя отдельные атомы, получают наночастицу
- Б. Исходный материал измельчают до тех пор, пока его частицы не станут наноразмерными
- В. Из исходного материала отсекая ненужное, выделяют наночастицу

45. Что такое способ получения наночастиц «снизу вверх»?

- А. Исходный материал измельчают до тех пор, пока его частицы не станут наноразмерными
- Б. Из исходного материала исключают ненужное до получения наночастиц
- В. Наночастицы получают, объединяя отдельные атомы

46. Наночастицы какого металла эффективно борются с бактериями и вирусами?

- А. железа
- Б. серебра
- В. алюминия

47. Что такое CVD?

- 1. Испарение и осаждение в реакционной среде с получением новых соединений
- 2. Испарение и осаждение в инертной среде
- 3. Электронный чип на основе квантовой точки
- 4. Самораспространяющийся высокотемпературный синтез

48. Размер частиц магнитной жидкости обычно составляет около

- 1. 10 нм
- 2. 100 нм
- 3. 1 нм
- 4. 1 мкм

**Шкала оценивания результатов тестирования:** в соответствии с действующей в университете балльно-рейтинговой системой оценивание результатов промежуточной аттестации обучающихся осуществляется в рамках 100-балльной шкалы, при этом максимальный балл по промежуточной аттестации обучающихся по очной форме обучения составляет 36 баллов, по очно-заочной и заочной формам обучения – 60 баллов (установлено положением П 02.016).

Максимальный балл за тестирование представляет собой разность двух чисел: максимального балла по промежуточной аттестации для данной формы обучения (36 или 60) и максимального балла за решение компетентностно-ориентированной задачи (6).

Балл, полученный обучающимся за тестирование, суммируется с баллом, выставленным ему за решение компетентностно-ориентированной задачи.

Общий балл по промежуточной аттестации суммируется с баллами, полученными обучающимся по результатам текущего контроля успеваемости в течение семестра; сумма баллов переводится в оценку по 5-балльной шкале следующим образом:

Соответствие 100-балльной и 5-балльной шкал

<i>Сумма баллов по 100-балльной шкале</i>	<i>Оценка по 5-балльной шкале</i>
100-85	отлично
84-70	хорошо
69-50	удовлетворительно
49 и менее	неудовлетворительно

***Критерии оценивания результатов тестирования:***

Каждый вопрос (задание) в тестовой форме оценивается по дихотомической шкале: выполнено – **2 балла**, не выполнено – **0 баллов**.

***2.3 КОМПЕТЕНТНОСТНО-ОРИЕНТИРОВАННЫЕ ЗАДАЧИ***

*Компетентностно-ориентированная задача № 1*

При каком минимальном  $n$  размер частицы Fe $n$  может попасть в нанодиапазон? Радиус атома железа – 132 пм..

*Компетентностно-ориентированная задача № 2*

Оцените число атомов в наночастице золота диаметром 3 нм. Радиус атома Au составляет 0.144 нм

*Компетентностно-ориентированная задача № 3*

Оцените, какая доля (в %) атомов золота находится на поверхности наночастицы золота диаметром 3 нм. Радиус атома Au составляет 0.144 нм.

*Компетентностно-ориентированная задача № 4*

Сколько атомов углерода входит в состав наноалмаза диаметром 5.0 нм? Какой процент от общего объема алмаза занимают атомы углерода? Необходимая информация: ковалентный радиус атома углерода составляет 0.077 нм (половина длины связи C–C). Плотность алмаза 3.52 г/см<sup>3</sup>.

*Компетентностно-ориентированная задача № 5*

Рассчитайте число атомов золота в 6 нмоль золота.

*Компетентностно-ориентированная задача № 6*

Наночастицы золота известны своими каталитическими свойствами. Сколько наночастиц состава Au<sub>8</sub> можно получить из 2,5 см<sup>3</sup> металла? Плотность золота составляет 19,3 г/см<sup>3</sup>

*Компетентностно-ориентированная задача № 7*

Наночастица, содержащая 55 атомов золота, имеет диаметр 1,4 нм. Оцените радиус атома золота, считая, что атомы в наночастице занимают 70 % ее объема.

*Компетентностно-ориентированная задача № 8*

Сколько атомов углерода входит в состав наноалмаза диаметром 5,0 нм? Какую долю (в %) от общего объема алмаза занимают атомы углерода? Необходимая информация: ковалентный радиус атома углерода составляет 0,077 нм (половина длины связи С–С); плотность алмаза – 3,52 г/см<sup>3</sup>; объем шара  $V = \pi d^3/6$ .

*Компетентностно-ориентированная задача № 9*

Наночастицы серебра, в отличие от обычного серебра, способны растворяться в уксусной кислоте с выделением водорода. Напишите уравнение этой реакции.

*Компетентностно-ориентированная задача № 10*

Наночастица, содержащая 40 атомов золота, имеет диаметр 1,4 нм. Оцените радиус атома золота, считая, что атомы в наночастице занимают 50 % ее объема.

*Компетентностно-ориентированная задача № 11*

Оцените толщину пленки наноалмаза, полученной методом CVD из метана на поверхности субстрата размером 10×10 см в камере объемом 3 л при температуре 1000 К, если исходное давление метана составляло 18 мм рт. ст. Плотность алмаза равна 3,52 г/см<sup>3</sup>.

*Компетентностно-ориентированная задача № 12*

Рассчитайте энергию, которая выделяется при образовании 1 моль фуллерена из атомов в газовой фазе.

*Компетентностно-ориентированная задача № 13*

Найдите расстояние между центрами соседних молекул фуллерена в его низкотемпературной модификации (плотность – 1,7 г/см<sup>3</sup>), имеющей примитивную кубическую решетку, где молекулы находятся только в вершинах кубической элементарной ячейки.

*Компетентностно-ориентированная задача № 14*

Удельная поверхность открытых одностенных углеродных нанотрубок равна  $1000 \text{ м}^2/\text{г}$ , а плотность составляет  $1,3 \text{ г}/\text{см}^3$ . Считая, что у всего материала отношение объема к поверхности – такое же, как и у одной трубки, оцените диаметр нанотрубки.

*Компетентностно-ориентированная задача № 15*

В метано-кислородном топливном элементе происходит полное окисление метана кислородом воздуха. Напишите уравнения реакций, протекающих на электродах, если электролит имеет кислотную среду.

*Компетентностно-ориентированная задача № 16*

Считая, что активность гетерогенного катализатора пропорциональна его поверхности, определите, во сколько раз надо уменьшить размер частиц катализатора, чтобы сократить его количество в 4 раза, но сохранить активность. Частицы считайте сферическими.

*Компетентностно-ориентированная задача № 17*

Имеются два наноматериала одного и того же химического состава, состоящие из частиц сферической формы. Средний радиус частиц первого материала – 200 нм, а второго – 40 нм. Какой из двух материалов имеет большую удельную поверхность и во сколько раз?

*Компетентностно-ориентированная задача № 18*

Порошок диоксида титана имеет удельную поверхность  $110 \text{ м}^2/\text{г}$ . Считая, что порошок состоит из сферических частиц одного и того же размера, рассчитайте их радиус. Сколько атомов титана и кислорода входят в состав одной наночастицы? Плотность  $\text{TiO}_2$  равна  $3,6 \text{ г}/\text{см}^3$ .

*Компетентностно-ориентированная задача № 19*

Удельная поверхность открытых одностенных углеродных нанотрубок равна  $1000 \text{ м}^2/\text{г}$ , а плотность составляет  $1,3 \text{ г}/\text{см}^3$ . Считая, что у всего материала отношение объема к поверхности – такое же, как и у одной трубки, оцените диаметр нанотрубки.

*Компетентностно-ориентированная задача № 20*

Найдите расстояние между центрами соседних молекул фуллерена в его низкотемпературной модификации (плотность  $1,7 \text{ г}/\text{см}^3$ ), которая имеет

примитивную кубическую решетку, где молекулы находятся только в вершинах кубической элементарной ячейки.

*Компетентностно-ориентированная задача № 21*

Сколько наночастиц  $\text{Au}_{55}$  теоретически можно получить из 1.0 нг хлорида золота  $\text{AuCl}_3$ ?

*Компетентностно-ориентированная задача № 22*

Чему равна максимально возможная масса углеродных нанотрубок, которые можно получить из 1.00 г графита?

*Компетентностно-ориентированная задача № 23*

Имеются два наноматериала одного и того же химического состава, состоящие из частиц сферической формы. Средний радиус частиц первого материала – 20 нм, а второго – 100 нм. Какой из двух материалов имеет большую удельную поверхность и во сколько раз?

*Компетентностно-ориентированная задача № 24*

Оцените толщину пленки наноалмаза, полученной методом химического осаждения из метана на поверхности субстрата размером 10x10 см в камере объемом 3 л при температуре 1000 К, если исходное давление метана составляло 18 мм рт. ст. Плотность алмаза равна  $3.52 \text{ г/см}^3$ .

*Компетентностно-ориентированная задача № 25*

Рассчитайте число атомов кислорода в 10 нмоль кремнезема  $\text{SiO}_2$ .

**Шкала оценивания решения компетентностно-ориентированной задачи:** в соответствии с действующей в университете балльно-рейтинговой системой оценивание результатов промежуточной аттестации обучающихся осуществляется в рамках 100-балльной шкалы, при этом максимальный балл по промежуточной аттестации обучающихся по очной форме обучения составляет 36 баллов, по очно-заочной и заочной формам обучения – 60 (установлено положением П 02.016).

Максимальное количество баллов за решение компетентностно-ориентированной задачи – 6 баллов.

Балл, полученный обучающимся за решение компетентностно-ориентированной задачи, суммируется с баллом, выставленным ему по результатам тестирования.

Общий балл промежуточной аттестации суммируется с баллами, полученными обучающимся по результатам текущего контроля успеваемости в течение семестра; сумма баллов переводится в оценку по 5-балльной шкале следующим образом:

Соответствие 100-балльной и 5-балльной шкал

<i>Сумма баллов по 100-балльной шкале</i>	<i>Оценка по 5-балльной шкале</i>
100-85	отлично
84-70	хорошо
69-50	удовлетворительно
49 и менее	неудовлетворительно

***Критерии оценивания решения компетентностно-ориентированной задачи:***

**6-5 баллов** выставляется обучающемуся, если решение задачи демонстрирует глубокое понимание обучающимся предложенной проблемы и разностороннее ее рассмотрение; свободно конструируемая работа представляет собой логичное, ясное и при этом краткое, точное описание хода решения задачи (последовательности (или выполнения) необходимых трудовых действий) и формулировку доказанного, правильного вывода (ответа); при этом обучающимся предложено несколько вариантов решения или оригинальное, нестандартное решение (или наиболее эффективное, или наиболее рациональное, или оптимальное, или единственно правильное решение); задача решена в установленное преподавателем время или с опережением времени.

**4-3 балла** выставляется обучающемуся, если решение задачи демонстрирует понимание обучающимся предложенной проблемы; задача решена типовым способом в установленное преподавателем время; имеют место общие фразы и (или) несущественные недочеты в описании хода решения и (или) вывода (ответа).

**2-1 балла** выставляется обучающемуся, если решение задачи демонстрирует поверхностное понимание обучающимся предложенной проблемы; осуществлена попытка шаблонного решения задачи, но при ее решении допущены ошибки и (или) превышено установленное преподавателем время.

**0 баллов** выставляется обучающемуся, если решение задачи демонстрирует непонимание обучающимся предложенной проблемы, и (или)



значительное место занимают общие фразы и голословные рассуждения, и (или) задача не решена.