

Документ подписан простой электронной подписью
Информация о владельце:
ФИО: Таскаев Сергей Валерьевич
Должность: Ректор
Дата подписания: 05.09.2025 12:19:33
Уникальный программный ключ:
04c19ed8bb98f3b6cb77a486b9a878808522525



МИНОБРАЗОВАНИЯ И НАУКИ РОССИИ
Федеральное государственное бюджетное образовательное
учреждение высшего образования
«Челябинский государственный университет» (ФГБОУ ВО «ЧелГУ»)
Физический факультет
Кафедра физики конденсированного состояния

Фонд оценочных средств по дисциплине «Физико-химические основы нанотехнологии»
по направлению подготовки 28.03.02 «Наноинженерия» ФГБОУ ВО «ЧелГУ»

Версия документа - 1	стр. 1	Первый экземпляр _____	КОПИЯ № _____
----------------------	--------	------------------------	---------------

**Фонд оценочных средств для промежуточной аттестации
по дисциплине
Физико-химические основы нанотехнологии**

Направление подготовки (специальность)
28.03.02 Наноинженерия

Направленность (профиль)
Нанотехнологии в материаловедении

Присваиваемая квалификация
Бакалавр

Форма обучения
Очная

Челябинск 2025 г.



МИНОБРНАУКИ РОССИИ
Федеральное государственное бюджетное образовательное
учреждение высшего образования
«Челябинский государственный университет» (ФГБОУ ВО «ЧелГУ»)
Физический факультет
Кафедра физики конденсированного состояния

Фонд оценочных средств по дисциплине «Физико-химические основы нанотехнологии»
по направлению подготовки 28.03.02 «Наноинженерия» ФГБОУ ВО «ЧелГУ»

Версия документа - 1

стр. 2

Первый экземпляр _____

КОПИЯ № _____

Содержание

1. Паспорт фонда оценочных средств
2. Перечень формируемых компетенций
 - 2.1. Компетенции, закреплённые за дисциплиной
3. Содержание оценочных средств по дисциплине
 - 3.1. Виды оценочных средств
 - 3.2. Содержание оценочных средств
4. Порядок проведения и критерии оценивания промежуточной аттестации
 - 4.1. Порядок проведения промежуточной аттестации
 - 4.2. Критерии оценивания промежуточной аттестации по видам оценочных средств
 - 4.3. Результаты промежуточной аттестации и уровни сформированности компетенций



МИНОБРНАУКИ РОССИИ
Федеральное государственное бюджетное образовательное
учреждение высшего образования
«Челябинский государственный университет» (ФГБОУ ВО «ЧелГУ»)
Физический факультет
Кафедра физики конденсированного состояния

Фонд оценочных средств по дисциплине «Физико-химические основы нанотехнологии»
по направлению подготовки 28.03.02 «Наноинженерия» ФГБОУ ВО «ЧелГУ»

Версия документа - 1

стр. 3

Первый экземпляр _____

КОПИЯ № _____

1. ПАСПОРТ ФОНДА ОЦЕНОЧНЫХ СРЕДСТВ

Направление подготовки: 28.03.02 Наноинженерия

Направленность (профиль): Нанотехнологии в материаловедении

Дисциплина: Физико-химические основы нанотехнологии

Семестр: 5, 6

Форма промежуточной аттестации: зачет (5 семестр), экзамен (6 семестр)

Система оценивания: оценивание результатов осуществляется в рамках бинарной системы «зачтено/ не зачтено» (5 семестр); рамках 5-балльной системы (6 семестр)

2. ПЕРЕЧЕНЬ ФОРМИРУЕМЫХ КОМПЕТЕНЦИЙ И ЭТАПЫ ИХ ФОРМИРОВАНИЯ

2.1. Компетенции, закреплённые за дисциплиной

Изучение дисциплины «Физико-химические основы нанотехнологии» направлено на формирование следующих компетенций:

Коды компетенции согласно ФГОС (ОПОП ВО)	Содержание компетенций согласно ФГОС (ОПОП ВО)	Индикаторы достижения компетенции согласно ОПОП	Перечень планируемых результатов обучения по дисциплине
1	2	3	4
ОПК-2	Способен осуществлять профессиональную деятельность с учетом экономических, экологических, социальных и других ограничений на всех этапах жизненного цикла объектов, систем и процессов	ОПК-2.1 - Проводит технико-экономическое обоснование и экономическую оценку проектных решений и инженерных задач. ОПК-2.2 - Рассчитывает длительность выполнения технологических операций с использованием нормативных справочников. ОПК-2.3 - Анализирует и оценивает затраты предприятия (проекта) с учетом инженерных рисков. ОПК-2.4 - Использует исторический подход, категории исторического познания для анализа процессов, фактов и явлений в прошлом и настоящем. ОПК-2.5 - Проводит экологическую оценку проектных решений и инженерных задач.	Знать: Для достижения ОПК-2.1: технико-экономическое обоснование и экономическую оценку проектных решений и инженерных задач в области наноструктурированных материалов Уметь: Для достижения ОПК-2.2, ОПК-2.3: рассчитывать длительность выполнения технологических операций производства наноструктурированных материалов с использованием нормативных справочников Владеть: Для достижения ОПК-2.4, ОПК-2.5: основными представлениями о формировании наночастиц и наносистем



МИНОБРНАУКИ РОССИИ
Федеральное государственное бюджетное образовательное
учреждение высшего образования
«Челябинский государственный университет» (ФГБОУ ВО «ЧелГУ»)
Физический факультет
Кафедра физики конденсированного состояния

Фонд оценочных средств по дисциплине «Физико-химические основы нанотехнологии»
по направлению подготовки 28.03.02 «Наноинженерия» ФГБОУ ВО «ЧелГУ»

Версия документа - 1

стр. 4

Первый экземпляр _____

КОПИЯ № _____

ОПК-3	Способен проводить измерения и наблюдения, обрабатывать и представлять экспериментальные данные	ОПК-3.1 - Составляет отчеты по учебно-исследовательской деятельности, включая анализ экспериментальных результатов, сопоставления их с известными аналогами ОПК-3.2 - Формирует демонстрационный материал и представляет результаты своей исследовательской деятельности на научных конференциях, во время промежуточных и итоговых аттестаций.	Знать: Для достижения ОПК-3.1: основные физико-химические методы исследования структуры и свойств материалов Уметь: Для достижения ОПК-3.2: решать задачи по разработке макетов наноизделий и их модулей; производить расчеты технических характеристик макетов; Владеть: Для достижения ОПК-3.2: методами измерения, обработки и представления экспериментальных данных
ОПК-7	Способен проектировать и сопровождать производство технических объектов, систем и процессов в области наноинженерии	ОПК-7.1- Использует нормативную и технологическую документацию для проектирования и сопровождения производства технических объектов, систем и процессов в области наноинженерии	Знать: Для достижения ОПК-7.1: физические и химические особенности нанодисперсных частиц, физико-химию поверхности, процессов формирования наноструктур и наноматериалов, методы получения и исследования наносистем Уметь: Для достижения ОПК-7.1: проектировать и сопровождать производство технических объектов, систем и процессов в области наноинженерии Владеть: Для достижения ОПК-7.1: представлениями о методах формирования наноструктур, получения и исследования наносистем

3. СОДЕРЖАНИЕ ОЦЕНОЧНЫХ СРЕДСТВ ПО ДИСЦИПЛИНЕ

3.1 Виды оценочных средств

№	Код компетенции/	Контролируемые темы/	Наименование	Наименование
---	------------------	----------------------	--------------	--------------



МИНОБРНАУКИ РОССИИ
Федеральное государственное бюджетное образовательное
учреждение высшего образования
«Челябинский государственный университет» (ФГБОУ ВО «ЧелГУ»)
Физический факультет
Кафедра физики конденсированного состояния

Фонд оценочных средств по дисциплине «Физико-химические основы нанотехнологии»
по направлению подготовки 28.03.02 «Наноинженерия» ФГБОУ ВО «ЧелГУ»

Версия документа - 1

стр. 5

Первый экземпляр _____

КОПИЯ № _____

п/п	планируемые результаты обучения	разделы	оценочного средства для текущего контроля	оценочного средства на промежуточной аттестации/№ задания
1.	<p>Знать: Для достижения ОПК-2.1: техничко-экономическое обоснование и экономическую оценку проектных решений и инженерных задач в области наноструктурированных материалов</p> <p>Уметь: Для достижения ОПК-2.2, ОПК-2.3: рассчитывать длительность выполнения технологических операций производства наноструктурированных материалов с использованием нормативных справочников</p> <p>Владеть: Для достижения ОПК-2.4, ОПК-2.5: основными представлениями о формировании наночастиц и наносистем</p> <p>Знать: Для достижения ОПК-3.1: основные физико-химические методы исследования структуры и свойств материалов</p> <p>Уметь: Для достижения ОПК-3.2: решать задачи по разработке макетов наноизделий и их модулей; производить расчеты технических характеристик макетов;</p> <p>Владеть: Для достижения ОПК-3.2: методами измерения, обработки и представления экспериментальных данных</p>	Раздел 1. История возникновения и основные принципы нанотехнологий.	задачи к практическим занятиям	Раздел 1. №1-3
		Раздел 2. Физические и химические особенности нанодисперсных частиц.	задачи к практическим занятиям	Раздел 2. №1-5
		Раздел 3. Физико-химия поверхности.	задачи к практическим занятиям	Раздел 3. №1-4
		Раздел 4. Гетерогенные процессы формирования наноструктур.	задачи к практическим занятиям	Раздел 4. №1-5
		Раздел 5. Гетерогенные процессы формирования наноматериалов.	задачи к практическим занятиям; зачет	Раздел 5. №1-5
		Раздел 6. Методы получения упорядоченных наноструктур.	задачи к практическим занятиям	Раздел 6. №1-2
		Раздел 7. Методы исследования наносистем.	задачи к практическим занятиям	Раздел 7. №1-3
		Раздел 8. Методы создания наноструктур с помощью СЗМ.	задачи к практическим занятиям	Раздел 8. №1-3
		Раздел 9. Пучковые и другие методы нанолитографии.	задачи к практическим занятиям	Раздел 9. №1-3
		Раздел 10. Физика наноустройств.	задачи к практическим занятиям	Раздел 10. №1-1
		Раздел 11. Функциональные и конструкционные наноматериалы неорганической и органической природы.	задачи к практическим занятиям	Раздел 11. №1-7



МИНОБРНАУКИ РОССИИ
Федеральное государственное бюджетное образовательное
учреждение высшего образования
«Челябинский государственный университет» (ФГБОУ ВО «ЧелГУ»)
Физический факультет
Кафедра физики конденсированного состояния

Фонд оценочных средств по дисциплине «Физико-химические основы нанотехнологии»
по направлению подготовки 28.03.02 «Наноинженерия» ФГБОУ ВО «ЧелГУ»

Версия документа - 1

стр. 6

Первый экземпляр _____

КОПИЯ № _____

Знать: Для достижения ОПК-7.1: физические и химические особенности нанодисперсных частиц, физико-химию поверхности, процессов формирования наноструктур и наноматериалов, методы получения и исследования наносистем Уметь: Для достижения ОПК-7.1: проектировать и сопровождать производство технических объектов, систем и процессов в области наноинженерии Владеть: Для достижения ОПК-7.1: представлениями о методах формирования наноструктур, получения и исследования наносистем	Раздел 12. Искусственное наноморфообразование.	задачи к практическим занятиям	Раздел 12. №1-5
	Раздел 13. Области применения наночастиц.	задачи к практическим занятиям	Раздел 13. №1-3
	Иная контактная работа	экзамен	Вопросы к экзамену: №1-87

3.2 Содержание оценочных средств

Задачи к практическим занятиям

Раздел 1. История возникновения и основные принципы нанотехнологий.

1. Определите формулу наночастицы золота Au_n , которая в 344 раза тяжелее атома серы.
2. Сколько наночастиц Au_{55} теоретически можно получить из 1.0 нг хлорида золота $AuCl_3$?
3. Рассчитайте число атомов золота в 6 нмоль золота, число атомов кислорода в 10 нмоль кремнезема SiO_2 .

Раздел 2. Физические и химические особенности нанодисперсных частиц.

1. Чему равна максимально возможная масса углеродных нанотрубок, которые можно получить из 1.00 г графита?
2. При каком минимальном n размер частицы Au_n может попасть в нанодиапазон? Радиус атома золота - 136 пм. (пико = 10^{12}).

Раздел 3. Физико-химия поверхности.

1. 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?
2. Имеются два наноматериала одного и того же химического состава, состоящие из частиц



Версия документа - 1	стр. 7	Первый экземпляр _____	КОПИЯ № _____
----------------------	--------	------------------------	---------------

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?

3. 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 TiO_2 равна $3.6 \text{ г}/\text{см}^3$.

4. 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.

Раздел 4. Гетерогенные процессы формирования наноструктур.

1. При каком минимальном n размер частицы Au_n может попасть в нанодиапазон? Радиус атома золота - 136 пм. (пико = 10^{12}).

2. Наночастицы золота известны своими каталитическими свойствами. Сколько наночастиц состава Au_8 можно получить из 2.5 см металла? Плотность золота составляет $19.3 \text{ г}/\text{см}^3$.

3. Наночастица, содержащая 55 атомов золота, имеет диаметр 1.4 нм. Оцените радиус атома золота, считая, что атомы в наночастице занимают 70% ее объема.

4. При каком минимальном n размер частицы Fe_n может попасть в нанодиапазон? Радиус атома железа - 132 пм. (пико = 10^{12}).

5. а) Оцените число атомов в наночастице золота диаметром 3 нм. Радиус атома Au составляет 0.144 нм. Выберите один из вариантов ответа:

(а) 10^2 ;

(б) 10^3 ;

(в) 10^4 ;

(г) 10^5 .

б) Оцените, какая доля (в %) атомов золота находится на поверхности наночастицы золота. Выберите один из вариантов ответа:

(а) 20-30%;

(б) 40-50%;

(в) 60-70%;

(г) 80-90%.

Раздел 5. Гетерогенные процессы формирования наноматериалов.

1. 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 $3.52 \text{ г}/\text{см}^3$.

2. 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.

3. Определите удельную поверхность следующих частиц: а) куб с длиной ребра 1 мкм (10^{-6} м), б) шар с диаметром 1 мкм, в) цилиндр с высотой и диаметром основания по 1 мкм.

4. Гидрозоль содержит сферические частицы, причем 30% массы приходится на частицы, имеющие радиус 20 нм, а масса остальных – на частицы радиуса 100 нм. Какова удельная



поверхность частицы дисперсной фазы?

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

Зачет.

Пример варианта контрольной работы на зачете (разделы 1-5)

1. 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 TiO_2 равна $3.6 \text{ г}/\text{см}^3$.

2. При каком минимальном n размер частицы Fe_n может попасть в нанодиапазон? Радиус атома железа - 132 пм . (пико = 10^{-12}).

3. Гидрозоль содержит сферические частицы, причем 30% массы приходится на частицы, имеющие радиус 20 нм , а масса остальных – на частицы радиуса 100 нм . Какова удельная поверхность частицы дисперсной фазы?

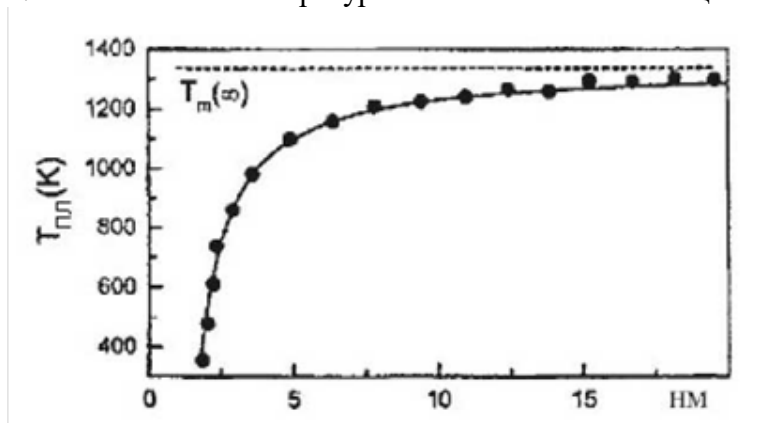
Раздел 6. Методы получения упорядоченных наноструктур.

1. Магнитную жидкость на основе магнетита можно получать, продувая кислород через раствор хлорида железа(II) с добавленным в него аммиаком. Запишите уравнение реакции. Рассчитайте массу оксида железа(II, III), которую можно получить из 254 г 10%-ного раствора хлорида железа(II).

2. Общий метод получения наночастиц простых веществ состоит в испарении элемента с последующим резким охлаждением при попадании паров в вакуумированную камеру. При испарении элементов X и Y, атомные массы которых различаются в 4.65 раза, образуются нанокластеры, имеющие размер $0.7\text{-}3 \text{ нм}$. Элемент X образует достаточно широкий набор кластеров разного размера. Для Y основной вклад вносят две частицы, массы которых соотносятся как $1.1667:1$. Кластеры X моментально сгорают при контакте с кислородом воздуха, в то время как слиток элемента X вполне устойчив на воздухе. Напротив, поведение элемента Y по отношению к кислороду в целом не зависит от размера его частиц: они устойчивы при комнатной температуре, но окисляются при нагревании. Определите элементы X и Y и состав наночастиц Y.

Раздел 7. Методы исследования наносистем.

1. Зависимость температуры плавления наночастиц золота от размера частиц имеет вид:





МИНОБРНАУКИ РОССИИ

Федеральное государственное бюджетное образовательное
учреждение высшего образования
«Челябинский государственный университет» (ФГБОУ ВО «ЧелГУ»)
Физический факультет
Кафедра физики конденсированного состояния

Фонд оценочных средств по дисциплине «Физико-химические основы нанотехнологии»
по направлению подготовки 28.03.02 «Наноинженерия» ФГБОУ ВО «ЧелГУ»

Версия документа - 1

стр. 9

Первый экземпляр _____

КОПИЯ № _____

Точками обозначены экспериментальные данные, гладкая кривая рассчитана по теоретическому уравнению. Какое это уравнение? ($T_{пл}(\infty)$ – температура плавления объемной фазы, C – положительная константа, $C \neq 1$).

а) $T_{пл}(r) = T_{пл}(\infty)(1 - C/r)$;

б) $T_{пл}(r) = T_{пл}(\infty)(1 + C/r)$;

в) $T_{пл}(r) = T_{пл}(\infty)(1 + C \cdot r)$;

г) $T_{пл}(r) = T_{пл}(\infty)(C - e^{-r})$.

2. 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 г/см³.

3. 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.

Раздел 8. Методы создания наноструктур с помощью СЗМ.

1. При исследовании гидрозоль золота методом поточной ультрамикроскопии в объеме $W=1,6 \cdot 10^{-11} \text{ м}^3$ подсчитано 70 частиц. Определите средний радиус частиц золя, считая их форму сферической. Весовая концентрация золя $C=7 \cdot 10^{-6} \text{ кг/м}^3$, плотность $\rho=19,3 \cdot 10^3 \text{ кг/м}^3$.

2. Определите диаметр частиц аэрозоля, используя результат исследования методом поточной ультрамикроскопии: в объеме $2,2 \cdot 10^{-2} \text{ мм}^3$ подсчитано 87 частиц аэрозоля (дыма мартеновских печей). Концентрация аэрозоля $1 \cdot 10^{-4} \text{ кг/м}^3$, плотность дисперсной фазы 2 г/см^3 , форма частиц сферическая.

3. Методом поточной ультрамикроскопии в объеме $W=1,5 \cdot 10^{-11} \text{ м}^3$ подсчитано 53 частицы аэрозоля масляного тумана. Считая форму частиц сферической, определите их средний радиус. Концентрация золя $C=21 \cdot 10^{-6} \text{ кг/м}^3$, плотность $\rho=0,92 \cdot 10^3 \text{ кг/м}^3$.

Раздел 9. Пучковые и другие методы нанолитографии.

1. С помощью метода поточной ультрамикроскопии в объеме $W=2 \cdot 10^{-11} \text{ м}^3$ подсчитано 80 частиц аэрозоля (дыма мартеновских печей). Концентрация аэрозоля $c=10 \cdot 10^{-5} \text{ кг/м}^3$, плотность $\rho=2 \cdot 10^3 \text{ кг/м}^3$. Определите среднюю длину ребра частицы 1, считая ее форму кубической.

2. При ультрамикроскопическом исследовании гидрозоль серебра в кювете площадью $5,4 \cdot 10^{-12} \text{ м}^2$ и длиной $2,5 \cdot 10^{-4} \text{ м}$ подсчитано 2 частицы. Рассчитайте среднюю длину ребра частиц, принимая их форму кубической. Концентрация золя $20 \cdot 10^{-2} \text{ кг/м}^3$, плотность серебра $10,5 \cdot 10^3 \text{ кг/м}^3$.

3. С помощью метода поточной ультрамикроскопии в прошедшем объеме $W=2 \cdot 10^{-11} \text{ м}^3$ подсчитано 100 частиц золя серы. Концентрация золя $6,5 \cdot 10^{-5} \text{ кг/м}^3$, плотность $1 \cdot 10^3 \text{ кг/м}^3$. Рассчитайте средний радиус частиц, приняв их форму сферической.

Раздел 10. Физика наностроительств.

1. Поток света с длиной волны $\lambda = 528 \text{ нм}$, проходя через эмульсию CCl_4 в воде толщиной слоя $l = 5 \text{ см}$, ослабляется в результате светорассеяния в два раза. Рассчитайте радиус частиц дисперсной фазы, если ее объемное содержание $C_v = 0,8 \%$, показатель преломления CCl_4 $n_1 = 1,460$, воды $n_0 = 1,333$. Свет рассеивается в соответствии с уравнением Рэлея и



Версия документа - 1	стр. 10	Первый экземпляр _____	КОПИЯ № _____
----------------------	---------	------------------------	---------------

ослабляется по закону Бугера-Ламберта-Бэра. Учесть, что расстояние от рассеиваемой системы до приемника излучения $R = 1$ м, а угол между падающим и рассеянным излучением $\theta = 90^\circ$.

Раздел 11. Функциональные и конструкционные наноматериалы неорганической и органической природы.

1. Двумерный наноматериал графан представляет собой полностью гидрированную графитовую плоскость. Определите брутто-формулу графана. Графан предлагается использовать для хранения водорода. Важнейшая характеристика метода хранения - это отношение массы «сохраняемого водорода» к массе «контейнера». Чем больше это отношение, тем лучше. Где выгоднее хранить водород в графанах или в стальном баллоне весом 10 кг, объемом 20 л под давлением 100 бар при комнатной температуре?
2. Определите коэффициент диффузии красителя конго красного в водном растворе, если при градиенте концентрации $0,5 \text{ кг/м}^4$ за 2 ч через $25 \cdot 10^{-4} \text{ м}^2$ проходит $4,9 \cdot 10^{-7} \text{ г}$ вещества.
3. Рассчитайте коэффициент диффузии коллоидного золота при 20°C в воде, если радиус его частиц равен 10^{-9} м , вязкость равна $0,001 \text{ Нс/м}^2$.
4. По данным Сведберга, коэффициент диффузии коллоидных частиц золота в воде при 298 К равен $2,7 \cdot 10^{-6} \text{ м}^2/\text{сут}$. Определите дисперсность частиц гидрозоля золота. Вязкость воды при 298 К равна $8,94 \cdot 10^{-3} \text{ Па}\cdot\text{с}$.
5. Определите радиус частиц золя иодида серебра, используя следующие данные: коэффициент диффузии равен $1,2 \cdot 10^{-10} \text{ м}^2/\text{с}$, вязкость среды $1 \cdot 10^{-3} \text{ Па}\cdot\text{с}$, температура 298 К .
6. Рассчитайте среднее квадратичное смещение аэрозольной частицы за 15с по следующим данным: радиус частицы 10^{-8} м , вязкость среды $1,9 \cdot 10^{-7} \text{ Нс/м}^2$, температура 298 К .
7. Определите коэффициент сопротивления при движении частицы кварца в воде, если коэффициент диффузии равен $2,1 \cdot 10^{-12} \text{ м}^2/\text{с}$, температура равна 25°C .

Раздел 12. Искусственное наноморфообразование.

1. Оцените размеры зародышей критического размера кластеров воды и ртути и определите, какие из них образуются с большей термодинамической вероятностью при температуре 20°C и давлении 5000 Па . Поверхностное натяжение воды и ртути при заданной температуре равно $72,5 \text{ мДж/м}^2$ и $470,9 \text{ мДж/м}^2$ соответственно; плотность воды и ртути $0,998 \text{ г/см}^3$ и $13,546 \text{ г/см}^3$ соответственно; давление насыщенных паров воды и ртути $2336,8 \text{ Па}$ и $162,66 \cdot 10^{-3} \text{ Па}$ соответственно.
2. Сравните скорости образования зародышей воды и ртути при температуре 20°C и давлении 5000 Па . Поверхностное натяжение воды и ртути при заданной температуре равно $72,5 \text{ мДж/м}^2$ и $470,9 \text{ мДж/м}^2$ соответственно; плотность воды и ртути $0,998 \text{ г/см}^3$ и $13,546 \text{ г/см}^3$ соответственно; давление насыщенных паров воды и ртути $2336,8 \text{ Па}$ и $162,66 \cdot 10^{-3} \text{ Па}$ соответственно.
3. Рассчитайте работы образования зародышей критического размера в расплавах никеля и меди при охлаждении их от температур плавления до температуры 800°C . Температура плавления меди 1083°C , никеля 1455°C . Удельная теплота плавления меди 2688 кал/моль , никеля 4200 кал/моль ; плотность расплава меди 8030 кг/м^3 , никеля 7800 кг/м^3 , поверхностное натяжение расплавов меди $11,2 \text{ Н/м}$, никеля $1,7 \text{ Н/м}$.
4. Известно, что при температуре воздуха в нижнем слое атмосферы Земли, равной 30°C , влажный воздух охлаждается в среднем на $0,44^\circ\text{C}$ при подъеме на каждые 100 м высоты.



МИНОБРНАУКИ РОССИИ
Федеральное государственное бюджетное образовательное
учреждение высшего образования
«Челябинский государственный университет» (ФГБОУ ВО «ЧелГУ»)
Физический факультет
Кафедра физики конденсированного состояния

Фонд оценочных средств по дисциплине «Физико-химические основы нанотехнологии»
по направлению подготовки 28.03.02 «Наноинженерия» ФГБОУ ВО «ЧелГУ»

Версия документа - 1	стр. 11	Первый экземпляр _____	КОПИЯ № _____
----------------------	---------	------------------------	---------------

Пользуясь зависимостями поверхностного натяжения воды и ее плотности от температуры, рассчитайте величины работ образования зародышей жидкой фазы критического размера и критические радиусы зародышей на высотах 1 км, 3 км 8 км при степени пересыщения, равной двум. Зависимостями указанных физических величин от атмосферного давления пренебречь.

5. Сравните объемы зародышей жидкой фазы критического размера этанола при их гомогенном образовании в газовой фазе и гетерогенном на поверхности полиэтилена при температуре 20°C и давлении 4000 Па. Поверхностное натяжение спирта при заданной температуре равно 22 мДж/м²; плотность – 0,789 г/см³; давление насыщенного пара – 5333 Па; краевой угол смачивания составляет 95°.

Раздел 13. Области применения наночастиц.

1. Оцените критические размеры зародышей твердой фазы KCl и CaCl₂ при их образовании из пересыщенных водных растворов с концентрацией 90 вес.%, если концентрации их насыщенных растворов равны 73,5 вес.% и 54,5 вес.%. Поверхностная энергия твердых кристаллов KCl и CaCl₂ равна 110 и 450 мН/м, а их плотность - 1,98 и 2,51 г/см³ соответственно.

2. В каком случае работа образования зародышей жидкой фазы из паров воды при температуре 20°C больше: на поверхности тефлона или полипропилена, если краевые углы смачивания соответственно равны 115° и 92°?

3. Сравните скорости образования зародышей критического размера KCl и CaCl₂ при их образовании из пересыщенных водных растворов с концентрацией 90вес.%. Поверхностная энергия твердых кристаллов KCl и CaCl₂ равна 110 и 450 мН/м, а их плотность - 1,98 и 2,51 г/см³ соответственно.

Вопросы к зачету и экзамену

1. Понятие о нанотехнологии. Классификация нанообъектов.
2. Квантовые точки. Особенности физических взаимодействий на наномасштабах.
3. Размерный эффект. Основные характеристики частиц в наноразмерном состоянии.
4. Свойства наночастицы, обусловленные атомной и электронной подсистемами.
5. Термодинамическая теория поверхности. Понятие поверхности разрыва.
6. Давление Лапласа.
7. Влияние поверхностных эффектов на температуру плавления.
8. Термодинамика поверхностных явлений в малых кристаллах.
9. Образование зародышей новой фазы. Критический размер зародыша.
10. Флуктуации. Скорость зарождения.
11. Зарождение кристаллов в жидкой фазе.
12. Гетерогенное зарождение.
13. Активные центры на подложке. Формула Юнга.
14. Образование наночастиц в коллоидном растворе, механическое диспергирование крупных частиц.
15. Примеры химического синтеза наночастиц.
16. Поверхностно активные вещества (ПАВ).
17. Самособранные монослои и мультислои.



18. Упорядоченные решетки наночастиц в коллоидных суспензиях.
19. Самоорганизованные коллоидные структуры.
20. Коалесценция. Принцип Кюри.
21. Теория Лифшица-Слезова. Самосогласованное диффузионное поле.
22. Механизмы и лимитирующие стадии массопереноса.
23. Спекание. Спекание с участием жидкой фазы.
24. Механизмы припекания твердых тел контактирующих в точке.
25. Тонкие пленки. Островковые металлические пленки.
26. Получение гибридных полимер-неорганических нанокompозитов.
27. Получение гибридных нанокompозитов золь-гель-методом.
28. Металлополимерные пленки Ленгмюра-Блоджетт.
29. Электропроводящие свойства гибридных нанокompозитов.
30. Оптические и полупроводниковые свойства гибридных нанокompозитов.
31. Наноструктурированные материалы.
32. Влияние наноструктурирования объемного материала на магнитные свойства.
33. Наноструктурированные многослойные материалы.
34. Эпитаксия.
35. Механизмы гетерогенного образования зародышей и эпитаксии.
36. Молекулярно-лучевая эпитаксия (МЛЭ).
37. МЛЭ и реализация идей сверхрешетки для устройств нанoeлектроники.
38. Возможности методов МЛЭ и ГФЭ МОС в нанoeлектронике.
39. Создание упорядоченных квантовых наноструктур.
40. Концепция "сверху-вниз".
41. Получение квантовых точек самосборкой атомов ("снизу-вверх").
42. Сборка наноструктур под влиянием механического напряжения.
43. Управляемая ДНК сборка наноструктур.
44. Дифракция рентгеновских лучей.
45. Электронная микроскопия (ПЭМ, СЭМ).
46. Зондовая микроскопия: сканирующий туннельный микроскоп (СТМ); атомно-силовой микроскоп (АСМ); другие сканирующие микроскопы.
47. Методы оптической спектроскопии.
48. Хроматографические методы.
49. Туннельно-зондовые нанотехнологии.
50. Методы зондовой нанотехнологии.
51. Методы записи информации. Методы записи, основанные на изменении геометрического рельефа поверхности.
52. Методы записи, основанные на изменении магнитной структуры поверхности.
53. Прямая модификация рельефа поверхности (механический метод).
54. Термополевой способ записи.
55. Электронно-стимулированное осаждение или травление.
56. Массоперенос с помощью острья.
57. Атомная сборка.
58. Квантовый "загон".
59. Наностекла - новая запоминающая среда.
60. Рентгеновская литография. Электронная литография.



МИНОБРНАУКИ РОССИИ
Федеральное государственное бюджетное образовательное
учреждение высшего образования
«Челябинский государственный университет» (ФГБОУ ВО «ЧелГУ»)
Физический факультет
Кафедра физики конденсированного состояния

Фонд оценочных средств по дисциплине «Физико-химические основы нанотехнологии»
по направлению подготовки 28.03.02 «Наноинженерия» ФГБОУ ВО «ЧелГУ»

Версия документа - 1	стр. 13	Первый экземпляр _____	КОПИЯ № _____
----------------------	---------	------------------------	---------------

61. Ионная литография. Возможности пучковых методов литографии.
62. Зондовые методы нанолитографии (СЗМ-литография). Силовая СЗМ-литография. Токовая СЗМ-литография.
63. Прямое нанесение рисунка с помощью СТМ (автоэмиссионный метод).
64. Совместное использование лазера и СТМ в нанолитографии.
65. Ленгмюровские пленки - перспективный резистивный материал для нанолитографии.
66. Термомеханическая нанолитография. Перьевая нанолитография.
67. Устройства оптоэлектроники и наноэлектроники.
68. Туннельный диод.
69. Одноэлектроника.
70. Светодиоды и лазеры на двойных гетероструктурах.
71. Фотоприемники на квантовых ямах. Фотодиоды.
72. Устройства и приборы нанофотоники.
73. Волоконная оптика.
74. Оптические переключатели и фильтры.
75. Магнитные наноустройства для записи и хранения информации.
76. Наносенсоры.
77. Углеродные наноструктуры.
78. Методы получения и разделения фуллеренов. Применение фуллеренов.
79. Углеродные нанотрубки. Методы получения нанотрубок.
80. Ленгмюровские молекулярные пленки.
81. Перенос монослоев на твердые тела. Нарращивание мультислоев.
82. Наночастицы биологического происхождения.
83. Наноматериалы и наночастицы техногенного происхождения – наночастицы металлов и оксидов металлов, наноглины и др.
84. Напряженные полупроводниковые гетероструктуры и приготовление из них нанотрубок.
85. Метод изготовления нанотрубок сворачиванием полупроводниковых гетерослоев.
86. Формирование полупроводниковых и металлических нановолокон и спиралей.
87. Области применения наночастиц. Выгоды и риски нанотехнологий.

4. ПОРЯДОК ПРОВЕДЕНИЯ И КРИТЕРИИ ОЦЕНИВАНИЯ ПРОМЕЖУТОЧНОЙ АТТЕСТАЦИИ

Текущий контроль теоретических знаний и практических навыков производится при выполнении контрольных работ в форме ответов на контрольные вопросы и решения домашних задач.

В 5 семестре оценка «зачтено» ставится при условии посещения практических и лекционных занятий, а также при выполнении контрольных работ, иначе – «не зачтено»

Студент допускается к сдаче экзамена в конце семестра при выполнении домашних расчетно-практических работ. Экзаменационная оценка ставится на основании письменного и устного ответов по экзаменационному билету.

Оценка «Отлично» ставится в том случае если студент:



МИНОБРНАУКИ РОССИИ
Федеральное государственное бюджетное образовательное
учреждение высшего образования
«Челябинский государственный университет» (ФГБОУ ВО «ЧелГУ»)
Физический факультет
Кафедра физики конденсированного состояния

Фонд оценочных средств по дисциплине «Физико-химические основы нанотехнологии»
по направлению подготовки 28.03.02 «Наноинженерия» ФГБОУ ВО «ЧелГУ»

Версия документа - 1	стр. 14	Первый экземпляр _____	КОПИЯ № _____
----------------------	---------	------------------------	---------------

- обнаруживает верное понимание сущности рассматриваемых явлений и закономерностей, законов и теорий, дает точное определение и истолкование основных понятий законов, теорий, а также правильное определение физических величин из единиц и способов измерения;

- правильно выполняет чертежи, схемы и графики сопутствующие ответу;

- может устанавливать связь между изучаемым и ранее изученным материалом по курсу дисциплины, а также с материалом, усвоенным при изучении других дисциплин.

Оценка «Хорошо» ставится, если ответ удовлетворяет основным требованиям на оценку «Отлично», но не использует план ответа, новые примеры, не применяет знания в новой ситуации, не использует связи с ранее изученным материалом и материалом, усвоенным другим дисциплинами.

Оценка «Удовлетворительно» ставится, если большая часть ответа удовлетворяет требованиям ответу на оценку «Хорошо», но в ответе обнаруживаются отдельные пробелы, не препятствующие дальнейшему усвоению программного материала. Студент умеет применять полученные знания при решении простых задач с использованием готовых формул, но затрудняется при решении задач требующих преобразования формул.

Оценка «Неудовлетворительно» ставится в том случае, если студент не овладел основными знаниями и умениями в соответствии с требованиями программы либо не может ответить ни на один из поставленных вопросов.

В письменных работах учитывается также, какая часть работы выполнена.

Уровни сформированности компетенций определяется следующим образом:

1. Высокий уровень сформированности компетенций соответствует оценке отлично: предполагает формирование компетенций на высоком уровне: студент свободно владеет основной терминологией и понятийным аппаратом дисциплины «Физико-химические основы нанотехнологии», что позволяет формулировать выводы и участвовать в дискуссии по учебным вопросам данной дисциплины; полностью сформировано умение применять полученную теоретическую базу для решения конкретных практических задач и уверенно владеть навыком их решения;
2. Средний уровень соответствует оценке хорошо: предполагает формирование компетенций на среднем уровне: студент хорошо владеет основной терминологией и понятийным аппаратом дисциплины «Физико-химические основы нанотехнологии»; сформировано умение применять полученную теоретическую базу для решения конкретных практических задач и владеть навыками решения базовых задач по физической химии;
3. Базовый уровень соответствует оценке удовлетворительно: предполагает формирование компетенций на начальном уровне: студент знает «теоретический минимум» и недостаточно владеет методами решения базовых задач по физической химии;
4. Низкий уровень соответствует оценке неудовлетворительно: студент не владеет основной терминологией и понятийным аппаратом дисциплины «Физико-химические основы нанотехнологии»; не владеет навыками решения базовых задач по физической химии.

