

Документ подписан простой электронной подписью
Информация о владельце:
ФИО: Таскаев Сергей Валерьевич
Должность: Ректор
Дата подписания: 16.06.2026 11:10:34
Уникальный программный ключ:
04c19ed8bb98f3b6cb77a486b9a878808522525



МИНОБРАЗОВАНИЯ РОССИИ
Федеральное государственное бюджетное образовательное
учреждение высшего образования
«Челябинский государственный университет» (ФГБОУ ВО «ЧелГУ»)
Факультет заочного и дистанционного обучения
Кафедра современных образовательных технологий

Фонд оценочных средств по дисциплине «Физико-химические основы нанотехнологии»
по направлению подготовки 22.03.01 «Материаловедение и технологии материалов» 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)
22.03.01 Материаловедение и технологии материалов

Направленность (профиль)
Физико-химия процессов и материалов

Присваиваемая квалификация
Бакалавр

Форма обучения
Заочная

Год набора **2026**

Челябинск 2026 г.



МИНОБРНАУКИ РОССИИ
Федеральное государственное бюджетное образовательное
учреждение высшего образования
«Челябинский государственный университет» (ФГБОУ ВО «ЧелГУ»)
Факультет заочного и дистанционного обучения
Кафедра современных образовательных технологий

Фонд оценочных средств по дисциплине «Физико-химические основы нанотехнологии»
по направлению подготовки 22.03.01 «Материаловедение и технологии материалов» 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»)
Факультет заочного и дистанционного обучения
Кафедра современных образовательных технологий

Фонд оценочных средств по дисциплине «Физико-химические основы нанотехнологии»
по направлению подготовки 22.03.01 «Материаловедение и технологии материалов» ФГБОУ ВО «ЧелГУ»

Версия документа - 1

стр. 3

Первый экземпляр _____

КОПИЯ № _____

1. ПАСПОРТ ФОНДА ОЦЕНОЧНЫХ СРЕДСТВ

Направление подготовки: 22.03.01 Материаловедение и технологии материалов

Направленность (профиль): Физико-химия процессов и материалов

Дисциплина: Физико-химические основы нанотехнологии

Год: 3

Форма промежуточной аттестации: экзамен

Система оценивания: оценивание результатов осуществляется в рамках 5-балльной системы

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 и 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
УК-1	Способен осуществлять поиск, критический анализ и синтез информации, применять системный подход для решения поставленных задач	УК-1.1. Выполняет поиск информации, определяет критерии системного анализа поставленных задач. УК-1.2. Использует критический анализ, систематизацию и обобщение информации для решения поставленных задач.	Для достижения УК-1.1: знать основы физики дисперсных системы; Для достижения УК-1.2: уметь осуществлять подготовку данных для составления обзоров и отчетов в области наноматериалов Для достижения УК-1.2: владеть навыками критического анализа, систематизации и обобщения информации для решения поставленных задач в профессиональной области
ПК-1	Способен анализировать опыт ведущих организаций, организовывать проведение НИР по	ПК-1.1: Знает основные требования к достижению технического уровня изделий из наноструктурированных композиционных	Для достижения ПК-1.1: знать особенности физико-химических процессов протекающих в нанодисперсных системах; процессы формирования



МИНОБРНАУКИ РОССИИ
Федеральное государственное бюджетное образовательное
учреждение высшего образования
«Челябинский государственный университет» (ФГБОУ ВО «ЧелГУ»)
Факультет заочного и дистанционного обучения
Кафедра современных образовательных технологий

Фонд оценочных средств по дисциплине «Физико-химические основы нанотехнологии»
по направлению подготовки 22.03.01 «Материаловедение и технологии материалов» ФГБОУ ВО «ЧелГУ»

Версия документа - 1	стр. 4	Первый экземпляр _____	КОПИЯ № _____
----------------------	--------	------------------------	---------------

проектированию и разработке наноструктурированных композиционных материалов и внедрять результаты исследований в новые технологии	материалов с учетом опыта ведущих организаций ПК-1.2: Умеет: анализировать имеющиеся литературные данные по взаимосвязи дисперсного состава и свойств наноструктурированных материалов; обеспечивать соблюдение требований стандартов, технических условий и нормативной документации на всех стадиях проектирования изделий из наноструктурированных композиционных материалов ПК-1.3: Владеет навыками формирования технических заданий на приобретение сырья и вспомогательных материалов для производства наноструктурированных композиционных материалов	наночастиц и наносистем; методы решения задач; Для достижения ПК-1.2: уметь решать задачи, разрабатывать макеты наноизделий и их модули; производить расчеты технических характеристик макетов; Для достижения ПК-1.3: владеть методами проектирования нанообъектов и формируемых на их основе изделий (включая электронные, механические, оптические и другие)
---	--	---

3. СОДЕРЖАНИЕ ОЦЕНОЧНЫХ СРЕДСТВ ПО ДИСЦИПЛИНЕ

3.1 Виды оценочных средств

№ п/п	Код компетенции/ планируемые результаты обучения	Контролируемые темы/ разделы	Наименование оценочного средства для текущего контроля	Наименование оценочного средства на промежуточной аттестации/№ задания
1.	Для достижения УК-1.1: знать основы физики дисперсных системы; Для достижения УК-1.2: уметь осуществлять подготовку данных для составления обзоров и отчетов в области	Раздел 1. История возникновения и основные принципы нанотехнологий. Раздел 2. Физические и химические	Контрольные задания	тестирование



МИНОБРНАУКИ РОССИИ
Федеральное государственное бюджетное образовательное
учреждение высшего образования
«Челябинский государственный университет» (ФГБОУ ВО «ЧелГУ»)
Факультет заочного и дистанционного обучения
Кафедра современных образовательных технологий

Фонд оценочных средств по дисциплине «Физико-химические основы нанотехнологии»
по направлению подготовки 22.03.01 «Материаловедение и технологии материалов» ФГБОУ ВО «ЧелГУ»

Версия документа - 1

стр. 5

Первый экземпляр _____

КОПИЯ № _____

<p>наноматериалов Для достижения УК-1.2: владеть навыками критического анализа, систематизации и обобщения информации для решения поставленных задач в профессиональной области. Для достижения ПК-1.1: знать особенности физико-химических процессов протекающих в нанодисперсных системах; процессы формирования наночастиц и наносистем; методы решения задач; Для достижения ПК-1.2: уметь решать задачи, разрабатывать макеты наноизделий и их модули; производить расчеты технических характеристик макетов; Для достижения ПК-1.3: владеть методами проектирования нанообъектов и формируемых на их основе изделий (включая электронные, механические, оптические и другие)</p>	особенности нанодисперсных частиц.		
	Раздел 3. Физико-химия поверхности.		
	Раздел 4. Методы получения упорядоченных наноструктур.		
	Раздел 5. Методы исследования наносистем.		
	Раздел 6. Методы создания наноструктур с помощью СЗМ.		
	Раздел 7. Физика наноустройств.		
	Раздел 8. Функциональные и конструкционные наноматериалы неорганической и органической природы.		
	Раздел 9. Искусственное наноморфообразование.		
Раздел 10. Области применения наночастиц.			

3.2 Содержание оценочных средств

Примеры контрольных заданий

Раздел 1. История возникновения и основные принципы нанотехнологий.



МИНОБРНАУКИ РОССИИ
Федеральное государственное бюджетное образовательное
учреждение высшего образования
«Челябинский государственный университет» (ФГБОУ ВО «ЧелГУ»)
Факультет заочного и дистанционного обучения
Кафедра современных образовательных технологий

Фонд оценочных средств по дисциплине «Физико-химические основы нанотехнологии»
по направлению подготовки 22.03.01 «Материаловедение и технологии материалов» ФГБОУ ВО «ЧелГУ»

Версия документа - 1	стр. 6	Первый экземпляр _____	КОПИЯ № _____
----------------------	--------	------------------------	---------------

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 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%;



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

(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 С-С). Плотность алмаза 3.52 г/см.
2. Найдите расстояние между центрами соседних молекул фуллерена в его низкотемпературной модификации (плотность 1.7г/см³), 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. Гидрозо́ль 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 м²/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 TiO₂ равна 3.6 г/см³.
2. При каком минимальном *n* размер частицы Fe_n может попасть в нанодиапазон? Радиус атома железа - 132 пм. (пико = 10⁻¹²).
3. Гидрозо́ль 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 0.7-3 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



МИНОБРНАУКИ РОССИИ

Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования «Челябинский государственный университет» (ФГБОУ ВО «ЧелГУ») Факультет заочного и дистанционного обучения Кафедра современных образовательных технологий

Фонд оценочных средств по дисциплине «Физико-химические основы нанотехнологии» по направлению подготовки 22.03.01 «Материаловедение и технологии материалов» ФГБОУ ВО «ЧелГУ»

Версия документа - 1

стр. 8

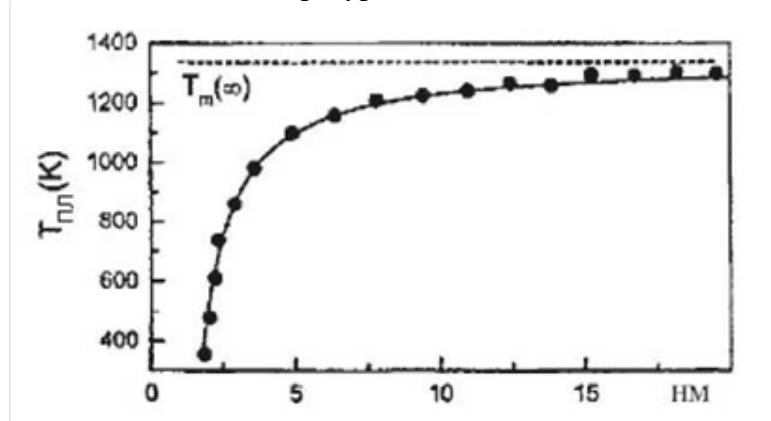
Первый экземпляр _____

КОПИЯ № _____

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:



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



МИНОБРНАУКИ РОССИИ

Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования «Челябинский государственный университет» (ФГБОУ ВО «ЧелГУ») Факультет заочного и дистанционного обучения Кафедра современных образовательных технологий

Фонд оценочных средств по дисциплине «Физико-химические основы нанотехнологий» по направлению подготовки 22.03.01 «Материаловедение и технологии материалов» ФГБОУ ВО «ЧелГУ»

Версия документа - 1

стр. 9

Первый экземпляр _____

КОПИЯ № _____

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 гидрозоля 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 наноустройств.

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 ослабляется по закону Бугера-Ламберта-Бэра. Учтите, что расстояние от рассеиваемой системы до приемника излучения $R = 1 \text{ м}$, 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 графани 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



МИНОБРНАУКИ РОССИИ
Федеральное государственное бюджетное образовательное
учреждение высшего образования
«Челябинский государственный университет» (ФГБОУ ВО «ЧелГУ»)
Факультет заочного и дистанционного обучения
Кафедра современных образовательных технологий

Фонд оценочных средств по дисциплине «Физико-химические основы нанотехнологии»
по направлению подготовки 22.03.01 «Материаловедение и технологии материалов» ФГБОУ ВО «ЧелГУ»

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

температуре 20°C и давлении 5000 Па. Поверхностное натяжение воды и ртути при заданной температуре равно 72,5 мДж/м² и 470,9 мДж/м² соответственно; плотность воды и ртути 0,998 г/см³ и 13,546 г/см³ соответственно; давление насыщенных паров воды и ртути 2336,8 Па и 162,66·10⁻³ 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 мДж/м² и 470,9 мДж/м² соответственно; плотность воды и ртути 0,998 г/см³ и 13,546 г/см³ соответственно; давление насыщенных паров воды и ртути 2336,8 Па и 162,66·10⁻³ 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/м³, никеля – 7800 кг/м³, поверхностное натяжение расплавов меди 11,2 Н/м, никеля – 1,7 Н/м.

4. Известно, что при температуре воздуха в нижнем слое атмосферы Земли, равной 30°C, влажный воздух охлаждается в среднем на 0,44°C при подъеме на каждые 100 м высоты. 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.

Типовые вопросы для подготовки к тестированию

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 нанокомпозитов.
27. Получение гибридных нанокомпозитов золь-гель-методом.
28. Металлополимерные пленки Ленгмюра-Блоджетт.
29. Электропроводящие свойства гибридных нанокомпозитов.
30. Оптические и полупроводниковые свойства гибридных нанокомпозитов.
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 наноэлектроники.
38. Возможности методов МЛЭ и ГФЭ МОС в наноэлектронике.
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 остря.
 57. Атомная сборка.
 58. Квантовый "загон".
 59. Наностекла - новая запоминающая среда.
 60. Рентгеновская литография. Электронная литография.
 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. Нарастивание 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.



МИНОБРНАУКИ РОССИИ
Федеральное государственное бюджетное образовательное
учреждение высшего образования
«Челябинский государственный университет» (ФГБОУ ВО «ЧелГУ»)
Факультет заочного и дистанционного обучения
Кафедра современных образовательных технологий

Фонд оценочных средств по дисциплине «Физико-химические основы нанотехнологии»
по направлению подготовки 22.03.01 «Материаловедение и технологии материалов» ФГБОУ ВО «ЧелГУ»

Версия документа - 1

стр. 13

Первый экземпляр _____

КОПИЯ № _____

87. Области применения наночастиц. Выгоды и риски нанотехнологий.

4. ПОРЯДОК ПРОВЕДЕНИЯ И КРИТЕРИИ ОЦЕНИВАНИЯ ПРОМЕЖУТОЧНОЙ АТТЕСТАЦИИ

4.1. Порядок проведения промежуточной аттестации

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

Студент допускается к сдаче экзамена в конце семестра при выполнении контрольных работ.

4.2. Критерии оценивания промежуточной аттестации по видам оценочных средств

При подведении итогов учитываются результаты текущей успеваемости и итогового тестирования. Оценка итогового тестирования (Набранная сумма баллов (% выполненных заданий) (максимум - 100)):

менее 60 % - неудовлетворительно (2);

60-75 % - удовлетворительно (3);

76-95 % - хорошо (4);

96-100 % - отлично (5).

Особенности проведения процедуры оценивания результатов обучения инвалидов и лиц с ограниченными возможностями здоровья обозначены в рабочей программе дисциплины (модуля).

4.3. Результаты промежуточной аттестации и уровни сформированности компетенций

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



МИНОБРНАУКИ РОССИИ
Федеральное государственное бюджетное образовательное
учреждение высшего образования
«Челябинский государственный университет» (ФГБОУ ВО «ЧелГУ»)
Факультет заочного и дистанционного обучения
Кафедра современных образовательных технологий

Фонд оценочных средств по дисциплине «Физико-химические основы нанотехнологии»
по направлению подготовки 22.03.01 «Материаловедение и технологии материалов» ФГБОУ ВО «ЧелГУ»

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

теоретическую базу для решения конкретных практических задач и владеть навыками решения базовых задач по дисциплине;

3. Базовый уровень соответствует оценке удовлетворительно:
предполагает формирование компетенций на начальном уровне: студент знает «теоретический минимум» и недостаточно владеет методами решения базовых задач по дисциплине;
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 дисциплине.



МИНОБРНАУКИ РОССИИ
Федеральное государственное бюджетное образовательное
учреждение высшего образования
«Челябинский государственный университет» (ФГБОУ ВО «ЧелГУ»)
Факультет заочного и дистанционного обучения
Кафедра современных образовательных технологий

Фонд оценочных средств по дисциплине «Физико-химические основы нанотехнологии»
по направлению подготовки 22.03.01 «Материаловедение и технологии материалов» ФГБОУ ВО «ЧелГУ»

Версия документа - 1

стр. 15

Первый экземпляр _____

КОПИЯ № _____

Фонд оценочных средств дисциплины (модуля) одобрен и рекомендован:

Проректор по учебной работе _____ утверждено 27.02.26 А.А. Саламатов

Ученым советом факультета заочного и дистанционного обучения

Протокол заседания № 01 от 12.02.2026

Председатель Ученого совета факультета
заочного и дистанционного обучения

согласовано

Ш.Ш. Ягафаров

Заседанием кафедры современных образовательных технологий

Протокол заседания № 01 от 12.02.2026

И.о.заведующего кафедрой

согласовано

Н.А. Берг

Автор (составитель)

Ш.Ш. Ягафаров

**Структура фондов оценочных средств соответствует приказу ректора ФГБОУ ВО «ЧелГУ»
от 27 сентября 2022 №573-1**