

УТВЕРЖДАЮ
Директор ИФВТ
А.Н. Яковлев

«29» февраля 2016 г.

РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ

50. Процессы на поверхности раздела фаз

НАПРАВЛЕНИЕ (СПЕЦИАЛЬНОСТЬ) ООП 22.03.01 Материаловедение и технологии материалов

ПРОФИЛЬ ПОДГОТОВКИ Наноструктурные материалы

КВАЛИФИКАЦИЯ (СТЕПЕНЬ) бакалавр

БАЗОВЫЙ УЧЕБНЫЙ ПЛАН ПРИЕМА 2016 г.

КУРС 4 СЕМЕСТР 8

КОЛИЧЕСТВО КРЕДИТОВ 6

ПРЕРЕКВИЗИТЫ

Химия; Физика; Математика

КОРЕКВИЗИТЫ нет

ВИДЫ УЧЕБНОЙ ДЕЯТЕЛЬНОСТИ И ВРЕМЕННОЙ РЕСУРС:

Лекции - 44 час.

Практич. занятия - 44 час.

Сам. работа – 128 час.

ИТОГО 216 час.

ФОРМА ОБУЧЕНИЯ очная

ВИД ПРОМЕЖУТОЧНОЙ АТТЕСТАЦИИ экзамен

ОБЕСПЕЧИВАЮЩЕЕ ПОДРАЗДЕЛЕНИЕ кафедра НМНТ ИФВТ

ЗАВЕДУЮЩИЙ КАФЕДРОЙ _____ О.Л. Хасанов

РУКОВОДИТЕЛЬ ООП _____ Б.Б. Овечкин

ПРЕПОДАВАТЕЛЬ _____ Г.А. Воронова

2016 г.

1. Цели освоения дисциплины

Код цели	Цели освоения дисциплины	Результаты ООП
Ц1	Готовность прогнозировать вклад поверхностных свойств в свойства дисперсных систем	Р6: Готовность эффективно выполнять трудовые функции по реализации высокотехнологичных производств материалов и изделий
Ц2	Готовность учитывать особенности проявления поверхностных свойств дисперсных систем в технологии изготовления наноматериалов	

2. Место модуля (дисциплины) в структуре ООП

Модуль (дисциплина) относится к вариативной части (вариативный междисциплинарный профессиональный модуль) образовательной программы. Дисциплина является вариативной и ориентирована, в основном, для студентов, обучающихся на кафедре наноматериалов и нанотехнологий Томского политехнического университета. В рамках дисциплины будут рассматриваться основные подходы и представления к рассмотрению физических и химических процессов, протекающих на границе раздела фаз в наноматериалах. Студенты получают углубленные знания о явлениях, происходящих на межфазных границах раздела в дисперсных системах разной природы, свойствах поверхностных слоев, зависимости свойств от размеров частиц дисперсной фазы. Для успешного освоения дисциплины студентам необходимо владеть базовыми знаниями по химии, физике и математике. Иметь опыт работы в приложениях Microsoft Office. Соответственно пререквизитами данного курса являются дисциплины химия, физика и математика.

Дисциплина «Процессы на поверхности раздела фаз» является базовой для освоения дисциплин профессионального цикла, ориентированных на технологии изготовления наноматериалов, в частности курса «Порошковые технологии изготовления наноматериалов». Задачами курса являются: рассмотрение поверхностных явлений в однокомпонентных и многокомпонентных дисперсных системах в зависимости от размеров частиц дисперсной фазы, особенностей проявления этих свойств в наноразмерных системах, теоретических основ и практических способов получения и стабилизации дисперсных, в том числе наноразмерных систем, процессов на границе фаз в твердых материалах.

3. Результаты освоения модуля (дисциплины)

После изучения курса студент должен знать:

- структуру и основное содержание дисциплины, а также взаимосвязь частей курса между собой;
- принципы использования коллоидно-химических явлений в современных технологиях базовой терминологии, относящейся к коллоидной химии и химии наночастиц, основные понятия, законы и их математическое выражение; фундаментальных экспериментальных фактов, лежащих в основе учения о дисперсном состоянии вещества ;
- основные методы исследования дисперсных систем;

уметь:

- устанавливать связь экспериментальных опытов с теорией с использованием соответствующих уравнений;
- проводить эксперименты по измерению оптических, молекулярно-кинетических, адсорбционных, электрических и реологических свойств дисперсных систем с использованием простых методов обработки результатов измерения;

владеть:

- умением прогнозировать вклад поверхностных свойств в свойства дисперсных систем

- умением учитывать особенности проявления поверхностных свойств дисперсных систем в технологии изготовления наноматериалов

В результате изучения дисциплины студент должен развить следующие компетенции:

готовностью применять фундаментальные математические, естественнонаучные и общеинженерные знания в профессиональной деятельности (ОПК-3);

способностью сочетать теорию и практику для решения инженерных задач (ОПК-4);

готовностью использовать методы моделирования при прогнозировании и оптимизации технологических процессов и свойств материалов, стандартизации и сертификации материалов и процессов (ПК-3);

способностью использовать в исследованиях и расчетах знания о методах исследования, анализа, диагностики и моделирования свойств веществ (материалов), физических и химических процессах, протекающих в материалах при их получении, обработке и модификации (ПК-4);

способностью использовать на практике современные представления о влиянии микро- и нано- структуры на свойства материалов, их взаимодействии с окружающей средой, полями, частицами и излучениями (ПК-6);

способностью применять знания об основных типах современных неорганических и органических материалов, принципах выбора материалов для заданных условий эксплуатации с учетом требований технологичности, экономичности, надежности и долговечности, экологических последствий их применения при проектировании высокотехнологичных процессов (ПК-10);

4. Структура и содержание модуля (дисциплины)

4.1. Аннотированное содержание разделов модуля (дисциплины):

4.1.1. Содержание лекций

(Всего – 44 ч; 1 лекция – 2 ч)

№ лекции	СОДЕРЖАНИЕ ЛЕКЦИИ
1	Тема 1. Общие представления о дисперсных системах. Дисперсные системы. Классификация дисперсных систем по размерам частиц дисперсной фазы: ультрадисперсные (наноразмерные), высокодисперсные, грубодисперсные системы. Роль поверхности в таких системах.
2-3	Тема 2. Поверхностные свойства однокомпонентных систем. Термодинамические характеристики поверхности в однокомпонентных системах. Удельная свободная поверхностная энергия (поверхностное натяжение). Поверхностная энергия и межмолекулярные взаимодействия в однокомпонентных системах. Методы определения поверхностного натяжения жидкостей и твердых тел.
4-5	Тема 3. Поверхности раздела в двухкомпонентных системах. Межфазное натяжение на границе жидкость – жидкость. Влияние температуры на поверхностное натяжение границ раздела между конденсированными фазами и критические температуры смещения жидкостей. Адгезия и абсорбция. Дисперсионная и недисперсионная составляющие поверхностной энергии.
6	Тема 4. Дисперсность и термодинамические свойства тел. Размерные эффекты в дисперсных системах – зависимость свойств от размера частиц. Правило фаз Гиббса для дисперсных систем. Поверхностная энергия и равновесные формы тел. Капиллярные явления как проявление масштабных эффектов. Капиллярная постоянная жидкости.
7	Высокопрочные материалы на основе наноразмерных частиц. Пластичность наноразмерных дисперсных материалов. Магнитные свойства наночастиц. Использование нанодисперсных намагниченных частиц для получения ферромагнитных жид-

№ лекции	СОДЕРЖАНИЕ ЛЕКЦИИ
	костей.
8-9	Тема 5. Адсорбционные явления. Основы термодинамики адсорбции. Адсорбция как самопроизвольный процесс, приводящий к различию в концентрациях компонентов в поверхностном слое и в фазе. Положительная адсорбция, поверхностно-активные вещества. Отрицательная адсорбция, поверхностно-инактивные вещества, поверхностно-неактивные вещества. Поверхностная активность. Двухмерное состояние вещества в адсорбционном слое. Адсорбционные слои нерастворимых ПАВ.
10-11	Адсорбция на границе раздела газ-твердое тело. Поверхностная диффузия. Эпитаксия и поверхностная сегрегация. Поверхностная сегрегация. Теория Абрахам-Брандла. Экспериментальное исследование сегрегации. Параметры пористой структуры твердого тела: удельная поверхность, суммарный объем пор, радиус пор, методы их определения.
12-13	Тема 6. Образование дисперсных систем. Диспергирование и конденсация – методы получения дисперсных систем. Процессы диспергирования в природе, технике и химической технологии. Конденсационные методы получения дисперсных систем. Термодинамика конденсационного образования дисперсных систем. Роль пересыщения исходной системы.
14	Влияние размера зародыша новой фазы на термодинамические параметры конденсации. Критический радиус зародыша, его связь с переохлаждением системы. Кинетика и термодинамика образования новой фазы в твердых, газообразных и полимерных матрицах. Изменение скоростей образования и роста зародышей как способ управления степенью дисперсности.
15-16	Использование конденсационных методов в нанотехнологиях. Методы физической конденсации. Двухстадийные физические методы для получения металлических наночастиц. Метод молекулярных пучков. Аэрозольный метод. Распылительная сушка. Криохимический синтез. Плазменный метод.
17-18	Золь – гель метод. Метод замены растворителя. Химические конденсационные методы. Гидро(ольво)термальный синтез. Синтез дисперсных систем в микрореакторах. Нанореакторы. Лиофильные коллоидные системы - термодинамически стабильные ультрамикрорегетерогенные дисперсные системы. Критерий Ребиндера-Щукина самопроизвольного диспергирования объемных фаз.
19-20	Тема 7. Термодинамика и процессы на границах в конденсированных веществах. Структура, энергия и движение внутренних границ. Однофазные структуры. Величина, форма и ориентировка зерен. Процессы кристаллизации из расплава при использовании модификаторов-порошков для черного и цветного литья. Зародышеобразование, формирование твердой фазы. Структурные особенности перлитных и цементитных сплавов.
21-22	Многофазные структуры. Размеры и форма частиц. Распределение фаз по материалу. Процессы микросегрегации. Сегрегация на границах зерен, поверхностные химические изменения.

4.1.2. Содержание практических занятий
(Всего – 44 ч)

№ ПР	СОДЕРЖАНИЕ ПРАКТИЧЕСКИХ ЗАНЯТИЙ	Час.
1-2	Термодинамические параметры поверхности в однокомпонентных и двухкомпонентных системах	4
2.	Поверхностное натяжение и межмолекулярные взаимодействия	2
3.	Влияние дисперсности на реакционную способность и температуры фазовых	2

№ ПР	СОДЕРЖАНИЕ ПРАКТИЧЕСКИХ ЗАНЯТИЙ	Час.
	переходов.	
4.	Особенности наноразмерных систем	2
5.	Адсорбционные явления и межмолекулярные взаимодействия компонентов	2
6-7	Термодинамика и кинетика конденсационного образования дисперсных систем.	4
6.	Перлитные и цементитные структуры	2
7.	Поверхностные характеристики материалов: пористость, удельная поверхность	2
8.	Седиментационная устойчивость и седиментационное равновесие	2
9.	Методы определения поверхностного натяжения	2
10.	Определение удельной поверхности вещества	2
11.	Определение поверхностного натяжения растворов на границе жидкость–газ	2
12.	Определение среднего размера зерна в металлах по данным оптической и растровой микроскопии	2
13.	Оценка параметров пористой структуры сорбентов	2
14.	Количественные характеристики адсорбции угольной кислоты на угле	2
15.	Седиментационный анализ	2
16.	Экстракция	2
17.	Электрические свойства коллоидных систем: электрофорез, электроосмос	2

4.2 Структура модуля (дисциплины) по разделам и видам учебной деятельности

Таблица 1.

*Структура модуля (дисциплины)
по разделам и формам организации обучения*

Название раздела	Аудиторная работа (час)			СРС (час)	Итого
	Лекции	Практ. зан.	Лаб. работы		
Общие представления о дисперсных системах	2	2	4	10	18
Поверхностные свойства однокомпонентных систем	4	2	2	10	18
Поверхности раздела в двухкомпонентных системах	4	4	2	10	20
Дисперсность и термодинамические свойства тел	4	2	4	16	26
Адсорбционные явления	8	2	2	16	28
Образование дисперсных систем	4	2	2	14	22
Процессы на границах в конденсированных веществах	10	4	2	14	30
Итого	36	18	18	90	162

5. Образовательные технологии

Таблица 2.

Методы и формы организации обучения (ФОО)

ФОО	Лекции	Практические занятия	СРС
Методы			
IT-методы		+	+
Работа в команде		+	
Опережающая самостоятельная работа			+
Исследовательский метод		+	

IT-методы будут применяться для оформления рефератов и презентаций.

Опережающая самостоятельная работа при работе со студентами будет заключаться в том, что заранее перед лекцией студентам будет выдана тема для подготовки. Во время лекции будет обсуждаться тема в виде диалога или дискуссии.

Исследовательский метод и работа в команде предполагается использовать на практических работах. Будет поставлена задача, студенты разделяется на две команды и проводят совместную дискуссию с разделением роли каждого члена команды. В ходе проведения дискуссии студенты должны проработать литературу и сделать заключение. На итоговом занятии проводится сравнение результатов двух команд в виде презентаций.

6. Организация и учебно-методическое обеспечение самостоятельной работы студентов

6.1. Текущая и творческая проблемно-ориентированная СРС

При изучении дисциплины предусмотрено несколько типов внеаудиторной (самостоятельной) работы:

Текущая самостоятельная работа

- 1. Подготовка к лекции** включает работу с лекционным материалом, поиск и обзор литературы и электронных источников информации по индивидуально заданной проблеме курса, (опережающая самостоятельная работа).
- 2. Подготовка к практическим занятиям** включает проработку лекционного материала, и изучение тем, вынесенных на самостоятельную проработку, подготовку к тестам по изучаемым темам.
- 3. Подготовка к экзамену** включает работу с лекционным материалом, задачам рассмотренным на практических занятиях и материалов, выносимым на самостоятельное изучение.

Творческая проблемно-ориентированная самостоятельная работа

- 4. Подготовка устного сообщения.** Выполняется по выбранной преподавателем теме. Проводится с использованием ресурсов Internet, научно-технической библиотеки и библиотечного фонда кафедры. Студент делает сообщение на практике с использованием компьютерной презентации, выполненной в формате Microsoft Power Point. Включает поиск, анализ, структурирование и презентацию информации.
- 5. Конспект (реферат).** Выполняется по отдельным темам, которые не рассматриваются на лекции. Проводится с использованием ресурсов научно-технической библиотеки ТПУ и библиотечного фонда кафедры НМНТ. Включает анализ научных публикаций по заранее определенной преподавателем теме.

6.2. Содержание самостоятельной работы студентов по модулю (дисциплине)

Материал, выносимый на самостоятельную проработку, оформляется в виде конспекта (реферата) и включает 5 тем. Оформление материала предполагает проработку литературы, рекомендуемой преподавателем. Соответственно у каждого студента в конце семестра должна быть собрана информация по всем темам. Студент выбирает один из 5 разделов, по которому он готовит устное сообщение (индивидуальное задание). В последнем случае студенту необходимо использовать не менее 10 – 15 источников литературы, найденных самостоятельно (использование электронных ресурсов не более 50 %).

Темы, выносимые на самостоятельную проработку (конспекты, рефераты).

1. Адсорбция растворимых ПАВ. Применение ПАВ.
2. Явления когезии и адгезии. Связь поверхностной энергии с энергией когезии. Правило Стефана
3. Неизотермические методы химической кинетики (методы отклика и импульсный) и их использование для изучения механизма гетерогенных каталитических реакций.
4. Применение хроматографии и термопрограммированных методов (ТПД, ТПО, ТПВ) для характеристики физико-химических свойств поверхности адсорбентов и катализаторов.
5. Современные методы изучения структуры поверхности твердых тел.
6. Свободная поверхностная энергия границы раздела конденсированных фаз
7. Методы синтеза объемных нанокристаллических наноматериалов.

6.3 Контроль самостоятельной работы

Таблица 3

Виды контроля СРС

Тип контроля	Способ осуществления и тип самостоятельной работы
Самостоятельные и контрольные работы	Проводятся в виде тестов или теоретических вопросов на каждом практическом занятии (10 минут). Позволяют контролировать качество проработки лекционного материала, уровень усвоения тем, выносимых на самостоятельное изучение, контролировать уровень опережающей самостоятельной работы.
Устное сообщение	Проводится на практических занятиях. Позволяет контролировать качество выполнения индивидуального задания, оценить студента к поиску, анализу, структурированию и презентации информации; оценить способность студента к анализу научных публикаций по заранее определенной преподавателем теме.
Индивидуальные задания	Проводятся по ключевым разделам курса и сдаются на проверку преподавателю.
Проверка конспектов	Проводится на каждом занятии. Позволяет контролировать качество проработки тем, выносимых на самостоятельное изучение.

6.4 Учебно-методическое обеспечение самостоятельной работы студентов

Основная литература

1. **Гусев, Александр Иванович.** Наноматериалы, наноструктуры, нанотехнологии / А. И. Гусев. — 2-е изд., испр. — Москва: Физматлит, 2009. — 414 с.: ил. — Биб-

лиогрaфия в конце глав. — Именной указатель: с. 406-407. — Предметный указатель: с. 408-414. — Список основных обозначений: с. 5. — ISBN 978-5-9221-0582-8 ((в пер.)).

2. **Андриевский, Ростислав Александрович.** Наноструктурные материалы : учебное пособие / Р. А. Андриевский, А. В. Рагуля. — Москва: Academia, 2005. — 178, [9] с.: ил.: 22 см. — Высшее профессиональное образование. Естественные науки. — Библиогр.: с. 177-179. — ISBN 5-7695-2034-5 ((в пер.)) ((в пер.)).
3. **Пул - мл., Ч.** Нанотехнологии : учебное пособие : пер. с англ. / Ч. Пул - мл., Ф. Оуэнс. — 5-е изд., испр. и доп. — Москва: Техносфера, 2010. — 330 с.: ил. — Мир материалов и технологий. — Библиогрaфия в конце глав. — ISBN 978-5-94836-2397
4. Рыжонков, Дмитрий Иванович. Наноматериалы : / Д.И. Рыжонков, В.В. Левина, Э.Л. Дзидзигури. — Москва: Бинум. Лаборатория знаний, 2010. — 365 с.: ил., табл.: 21. — Нанотехнологии. — Библиогр.: с. 363. — ISBN 978-5-9963-0345-8:
Схема доступа: http://e.lanbook.com/books/element.php?pl1_cid=25&pl1_id=3134

Дополнительная

1. **Сергеев, Глеб Борисович.** Нанохимия : учебное пособие / Г. Б. Сергеев. — 3-е изд. — Москва: КДУ, 2009. — 336 с.: ил. — Список литературы: с. 307-333. — ISBN 978-5-98227-621-6.
2. **Гусев, Александр Иванович.** Нанокристаллические материалы / А. И. Гусев, А. А. Ремпель. — Москва: Физматлит, 2001. — 223 с.: ил. — Библиогр.: с. 193-222. — ISBN 5-9221-0039-4.
3. Андриевский, Ростислав Александрович. Основы наноструктурного материаловедения. Возможности и проблемы : / Р. А. Андриевский. — Москва: Бинум. Лаборатория знаний, 2011. — 252 с.: ил. — Нанотехнологии. — Библиогр. в предисл., библиогр. в конце гл., библиогр. в прил. — ISBN 978-5-9963-0622-0. **Схема доступа:** http://e.lanbook.com/books/element.php?pl1_cid=25&pl1_id=3133
4. Введение в физику поверхности / К. Оура [и др.]; Дальневосточное отделение РАН; Институт автоматизации и процессов управления. — Москва: Наука, 2006. — 490 с.: ил. — Библиогр.: с. 464-481. — Предметный указатель: с. 482-490. — ISBN 5-02-034355-2.
5. **Праттон, Мартин.** Введение в физику поверхности : пер. с англ. / М. Праттон. — Москва; Ижевск: Регулярная и хаотическая динамика, 2000. — 256 с. — Библиогр.: с. 230-242. — ISBN 5-93972-010-2.

Электронные ресурсы

1. Сайт о нанотехнологиях в России [Электронный ресурс]: <http://www.nanoware.ru/>
2. Нанотехнологическое сообщество [Электронный ресурс]: www.nanometer.ru
3. Интернет-журнал о нанотехнологиях. [Электронный ресурс]: <http://nanodigest.ru/>
4. Российский электронный НАНОЖУРНАЛ. [Электронный ресурс]: <http://www.nanorf.ru/>
5. Нанотехнологии. Научно-информационный портал по нанотехнологиям [Электронный ресурс]: <http://nano-info.ru/>
6. Нанотехнологии: сегодня и будущее. [Электронный ресурс]: <http://www.nanoevolution.ru/cat/nanomedicina/>

7. Средства (ФОС) текущей и итоговой оценки качества освоения модуля (дисциплины)

Вопросы к экзамену по дисциплине

1. Классификация дисперсных систем. Их основные характеристики.
2. Особенности ультрадисперсных (наноразмерных) систем. Роль поверхности в таких системах.
3. Виды устойчивости дисперсных систем. Их характеристики. Зависимость устойчивости от размеров частиц.
4. Термодинамическое описание поверхности Гиббсом. Поверхность раздела фаз как разделяющая поверхность и как слой конечной толщины
5. Удельная свободная поверхностная энергия поверхности (поверхностное натяжение).
6. Термодинамические параметры поверхностного слоя. Влияние температуры
7. Статические методы определения поверхностного натяжения:
8. Полуэстатические методы определения поверхностного натяжения:
9. Динамические методы определения поверхностного натяжения:
10. Явления когезии и адгезии.. Связь поверхностной энергии с энергией когезии.
11. Межфазное натяжение на границе жидкость – жидкость. Роль межмолекулярного взаимодействия. Связь с критическими температурами смешения жидкостей.
12. Константа Гамакера как мера межмолекулярного взаимодействия.
13. Свободная поверхностная энергия границы раздела конденсированных фаз
14. Явления смачивания и растекания. Количественные характеристики смачивания. Краевой угол смачивания.
15. Влияние растворимости, состояния поверхности твердого тела и адгезии на смачивание
16. Адсорбция в границе раздела молекулярный раствор – газ. Термодинамика адсорбции.
17. Адсорбция растворимых и нерастворимых ПАВ.
18. Классификация Адамсона типов поверхностных пленок.
19. Пленки Лангмюра – Блоджетт, их получение, свойства, применение.
20. Адсорбция в границе раздела твердое тело – газ. Методы определения количества адсорбированного вещества.
21. Теория мономолекулярной адсорбции Ленгмюра. Возможности и недостатки теории.
22. Потенциальная теория полимолекулярной адсорбции Поляни.
23. Использование для описания адсорбции при разных температурах.
24. Использование метода БЭТ для определения удельной поверхности твердого тела
25. Механизмы сорбции газов и паров пористыми твердыми телами. Влияние размера пор.
26. Параметры пористой структуры твердого тела: удельная поверхность, суммарный объем пор, радиус пор, методы определения этих величин.
27. Методы получения дисперсных систем: диспергированием. Работа диспергирования.
28. Диспергирование жидкостей и газов. Процессы диспергирования в природе, технике и химической технологии.
29. Конденсационные методы получения дисперсных систем.
30. Использование методов физической конденсации в нанотехнологиях.
31. Термодинамика гомогенной конденсации. Составляющие энергии Гиббса образования зародышей новой фазы.
32. Закономерности гетерогенной конденсации. Кинетика образования новой фазы.
33. Изменение скоростей образования и роста зародышей как способ управления степенью дисперсности частиц.

34. Физические и химические конденсационные методы получения твердых частиц коллоидного размера.
35. Образование лиофильных дисперсных систем. Термодинамика самопроизвольного диспергирования .
36. Мицеллообразование в растворах ПАВ. Критическая концентрация мицеллообразования. Термодинамика мицеллообразования.
37. Правило фаз Гиббса для дисперсных систем.
38. Внутреннее давление в дисперсных системах. Влияние кривизны поверхности на величину внутреннего давления фаз. Уравнение Лапласа.
39. Поверхностное натяжение в дисперсных системах и равновесные формы тел.
40. Течение жидкостей в капиллярах и в пористых телах.
41. Реакционная способность дисперсных систем.
42. Давление пара над искривленными поверхностями.
43. Температуры фазовых переходов (плавления и испарения) дисперсных систем. Энтальпия плавления дисперсных систем. Влияние размера частиц дисперсной фазы.
44. Влияние дисперсности на растворимость тел и равновесие химической реакции.
45. Механические свойства дисперсных систем. Высокопрочные пластичные материалы на основе наноразмерных частиц.
46. Кристаллическое строение твердых тел. Термодинамика поверхности твердых тел.
47. Типы границ зерен в металлах
48. Процессы на границе зерен в конденсированных материалах. Сегрегация, фазообразование.
49. Особенности структуры и фазового состава чугунов и сталей, полученных с использованием наноструктурных модификаторов на основе оксидов d-металлов

8. Рейтинг качества освоения модуля (дисциплины)

Промежуточная аттестация (зачет) производится в конце семестра также путем балльной оценки. Итоговый рейтинг определяется суммированием баллов текущей оценки в течение семестра и баллов промежуточной аттестации в конце семестра по результатам экзамена или зачета. Максимальный итоговый рейтинг соответствует 100 баллам.

9. Учебно-методическое и информационное обеспечение модуля (дисциплины)

Основная литература

1. **Гусев, Александр Иванович.** Наноматериалы, наноструктуры, нанотехнологии / А. И. Гусев. — 2-е изд., испр. — Москва: Физматлит, 2009. — 414 с.: ил. — Библиография в конце глав. — Именной указатель: с. 406-407. — Предметный указатель: с. 408-414. — Список основных обозначений: с. 5. — ISBN 978-5-9221-0582-8 ((в пер.)).
2. **Андриевский, Ростислав Александрович.** Наноструктурные материалы : учебное пособие / Р. А. Андриевский, А. В. Рагуля. — Москва: Academia, 2005. — 178, [9] с.: ил.: 22 см. — Высшее профессиональное образование. Естественные науки. — Библиогр.: с. 177-179. — ISBN 5-7695-2034-5 ((в пер.)) ((в пер.)).
3. **Пул - мл., Ч.** Нанотехнологии : учебное пособие : пер. с англ. / Ч. Пул - мл., Ф. Оуэнс. — 5-е изд., испр. и доп. — Москва: Техносфера, 2010. — 330 с.: ил. — Мир материалов и технологий. — Библиография в конце глав. — ISBN 978-5-94836-2397

4. Рыжонков, Дмитрий Иванович. Наноматериалы : / Д.И. Рыжонков, В.В. Левина, Э.Л. Дзидзигури. — Москва: Бином. Лаборатория знаний, 2010. — 365 с.: ил., табл.: 21. — Нанотехнологии. — Библиогр.: с. 363. — ISBN 978-5-9963-0345-8: **Схема доступа:** http://e.lanbook.com/books/element.php?pl1_cid=25&pl1_id=3134

Дополнительная литература

5. **Сергеев, Глеб Борисович.** Нанохимия : учебное пособие / Г. Б. Сергеев. — 3-е изд. — Москва: КДУ, 2009. — 336 с.: ил. — Список литературы: с. 307-333. — ISBN 978-5-98227-621-6.
6. **Гусев, Александр Иванович.** Нанокристаллические материалы / А. И. Гусев, А. А. Ремпель. — Москва: Физматлит, 2001. — 223 с.: ил. — Библиогр.: с. 193-222. — ISBN 5-9221-0039-4.
7. Андриевский, Ростислав Александрович. Основы наноструктурного материаловедения. Возможности и проблемы : / Р. А. Андриевский. — Москва: Бином. Лаборатория знаний, 2011. — 252 с.: ил. — Нанотехнологии. — Библиогр. в предисл., библиогр. в конце гл., библиогр. в прил. — ISBN 978-5-9963-0622-0. **Схема доступа:** http://e.lanbook.com/books/element.php?pl1_cid=25&pl1_id=3133
8. Введение в физику поверхности / К. Оура [и др.]; Дальневосточное отделение РАН; Институт автоматики и процессов управления. — Москва: Наука, 2006. — 490 с.: ил. — Библиогр.: с. 464-481. — Предметный указатель: с. 482-490. — ISBN 5-02-034355-2.
9. **Праттон, Мартин.** Введение в физику поверхности : пер. с англ. / М. Праттон. — Москва; Ижевск: Регулярная и хаотическая динамика, 2000. — 256 с. — Библиогр.: с. 230-242. — ISBN 5-93972-010-2.
10. Адамова Л.В. Процессы на поверхности раздела фаз. Курс лекций. Учебное издание. УрГУ. 2007.
11. Шукин Е.Д., Перцов А.В., Амелина Е.А. Коллоидная химия. М., Высш.шк. 2006.
12. Фролов Ю.Г. Курс коллоидной химии. М., Химия. 2004.
13. Сергеев Г.Б. Нанохимия. Учебное пособие. М., КДУ. 2006.
14. Адамсон А. Физическая химия поверхностей. М., Мир, 1979.
15. Ребиндер П.А. Избранные труды. Поверхностные явления в дисперсных системах. М., Наука. 1978.
16. Русанов А.И. Фазовые равновесия и поверхностные явления. М., Химия. 1967.
17. Дерягин Б.В., Чураев Н.В., Муллер В.М. Поверхностные силы. М., Наука. 1985.
18. Фенелонов В.Б. Введение в физическую химию формирования супрамолекулярной структуры адсорбентов и катализаторов. — Новосибирск: Изд-во СО РАН, 2002. — 413с.
19. Суздальев И.П. Физико-химия нанокластеров, наноструктур и наноматериалов. — М.: Комкнига, 2006. — 529с
20. Ковтуненко П.В. Физическая химия твердого тела. Кристаллы с дефектами. — М.: Высшая школа, 1993. — 352с.
21. Сумм Б.Д. Основы коллоидной химии. М., И.Ц. «Академия». 2006.
22. С.Грэг, Г.Синг. Адсорбция, удельная поверхность, пористость. М., Мир. 1989..
23. Дерягин Б.В. Теория устойчивости коллоидных систем и тонких пленок. М., Наука. 1986.
24. Фриберг С.Е., Боторель П. Микроэмульсии. Структура и динамика. М., Мир. 1990.
25. Абрамзон А.А. Поверхностно-активные вещества. Л., Химия. 1984 Сергеев, Г.Б. Нанохимия. Химия - М.: Книжный дом университет, 2006. — 333 с.
26. Перспективные материалы. Структура и методы исследования Учеб. пособие / Под ред. Д. Л. Меерсона. — Тольятти: ТГУ, МИСиС, 2006. — 536 с.

27. Оура К., Лифшиц В.Г., Саранин А.А., Зотов А.В., Катаяма М. Введение в физику поверхности. – М.: Наука, 2006. – 490 с.
28. Лариков Л.Н. Залечивание дефектов в металлах. – Киев: Наукова Думка, 1980. - 280с.
29. Карнаузов А.П. Адсорбция. Текстура дисперсных и пористых материалов. Новосибирск: Наука, 1999. – 470с.
30. Томас Дж., Томас У. Гетерогенный катализ. - М.: Мир, 1969. - 450с.

Программное обеспечение и *Internet*-ресурсы:

Сайт о нанотехнологиях в России [Электронный ресурс]: <http://www.nanoware.ru/>

Нанотехнологическое сообщество [Электронный ресурс]: www.nanometer.ru

Интернет-журнал о нанотехнологиях. [Электронный ресурс]: <http://nanodigest.ru/>

10. Материально-техническое обеспечение модуля (дисциплины)

Дисциплина «Физические методы синтеза и модифицирования нанокристаллических материалов» полностью обеспечена материально-техническими средствами. Лекции читаются в специализированной аудитории, оснащенной компьютерной техникой. Практические занятия проводятся в компьютерном классе, оснащенный интернет ресурсами и необходимыми компьютерными программами для анализа литературных данных и оформления тестов по текущему материалу.

Программа составлена на основе Стандарта ООП ТПУ в соответствии с требованиями ФГОС 3+ по направлению и профилю подготовки 22.03.01. материаловедение и технологии материалов

Программа одобрена на заседании

Учебно-методического семинара кафедры НМНТ ИФВТ

(протокол № 53 от «09» февраля 2016 г.).

Автор доцент, к.х.н.  Г.А. Воронова

Рецензенты доцент, к.т.н.  В.В. Ан

доцент, к.х.н.  Г.В. Лямина

ТЕСТЫ ТЕКУЩЕГО КОНТРОЛЯ

1. ХИМИЧЕСКОЕ РАВНОВЕСИЕ В ГЕТЕРОГЕННОЙ СИСТЕМЕ

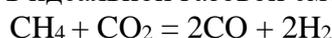
1. Уравнение изотермы Вант-Гоффа для химической реакции $2\text{AsH}_{3(\text{г})} = 2\text{As}_{(\text{тв})} + 3\text{H}_{2(\text{г})}$ (газы – идеальные, твердая фаза – чистое вещество)

- а) $\Delta G_T = \Delta G_T^0 + RT \ln \frac{P_{\text{H}_2}^3}{P_{\text{AsH}_3}^2}$;
- б) $\Delta G_T = \Delta G_T^0 + RT \ln \frac{P_{\text{AsH}_3}}{P_{\text{As}} P_{\text{H}_2}}$;
- в) $\Delta G_T = \Delta G_T^0 + RT \ln \frac{P_{\text{AsH}_3}^3}{P_{\text{H}_2}^3}$;
- г) $\Delta G_T = \Delta G_T^0 + RT \ln \frac{P_{\text{As}}^2}{P_{\text{AsH}_3}^2 \cdot P_{\text{H}_2}^3}$.

2. Уравнения, справедливые для констант равновесия, выраженных через равновесные парциальные давления (P), молярные доли (x) или молярные концентрации (C), для химических реакций в идеальной газовой фазе:

- а) $K_P = \frac{K_C}{(RT)^{\Delta v}}$; в) $K_P = K_C K_x$;
- б) $K_P = K_x P^{\Delta v}$; г) $K_C = \frac{K_P}{(RT)^{\Delta v}}$.

3. Для химической реакции в идеальной газовой смеси

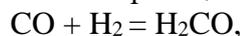


константа равновесия K_P , выраженная через равновесные парциальные давления, связана с константой равновесия K_C , выраженной через равновесные молярные концентрации, выражением $K_P =$

$= K_C (RT)^n$, где n – некоторое целое число. Укажите число n .

- а) 4; в) 2;
б) 8; г) 10.

4. Рассчитайте константу равновесия K_P реакции



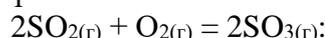
если известно, что при получении жидкого формальдегида

$\Delta_R G^0 = 28,95$ кДж/моль при 298 К, а при давлении пара формальдегида при этой температуре равно 1500 Торр.

- а) $3,25 \cdot 10^{-7}$; в) $2,76 \cdot 10^{-5}$;
б) $1,66 \cdot 10^{-5}$; г) $1,66 \cdot 10^{-6}$.

2. ФАЗОВЫЕ РАВНОВЕСИЯ

1. Находящаяся в состоянии равновесия система

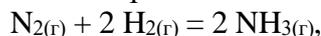


- а) гомогенная; в) однофазная;
б) гетерогенная; г) двухфазная.

2. Число степеней свободы (вариантность состояния) системы, состоящей из K компонентов и Φ фаз, на которую из внешних условий влияют только давление и температура:

- а) $K + \Phi + 2$; в) $K + \Phi - 2$;
 б) $K - \Phi - 2$; г) $\Phi - K + 2$.

3. Число независимых компонентов в равновесной системе



полученной в результате смешения 2 моль азота и 5 моль аммиака:

- а) 1; в) 4;
 б) 2; г) 3.

4. Наибольшее число различных фаз, которые могут сосуществовать в равновесии в двухкомпонентной гетерогенной системе, на которую из внешних условий влияют только температура и давление:

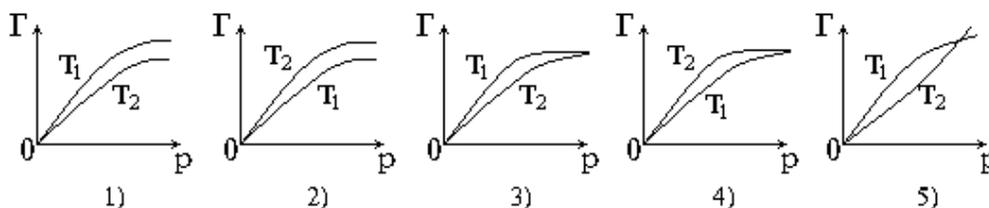
- а) 1; в) 4;
 б) 2; г) 3.

3. АДСОРБЦИЯ

1. Может ли в теории Ленгмюра значение величины адсорбции Γ превышать значение Z ?

- 1) Да
- 2) Ответ зависит от вида адсорбента
- 3) Нет
- 4) Да, если $b > 0$
- 5) Да, если $b < 0$

2. Какой из приведенных графиков правильно передает температурную зависимость адсорбции по теории Ленгмюра ($T_1 < T_2$)



3. В каком из перечисленных ниже случаев величина адсорбции по Гиббсу не зависит от выбора поверхности раздела?

1. Адсорбция на границе жидкость-газ.
2. Адсорбция на границе твердое тело-газ.
3. Адсорбция на границе зерен одной и той же фазы.
4. Адсорбция на границе зерен.
5. Адсорбция на границе двух жидкостей.

4. Какими предполагаются поверхностный и объемный растворы при выводе уравнения Жуховицкого

$$\sigma = \sigma_1 - ZRT \ln(1 - x_2 + Vx_2)$$

1. поверхностный раствор является совершенным, а объемный – бесконечно разбавленным,
2. оба раствора являются бесконечно разбавленными
3. оба раствора являются регулярными
4. поверхностный раствор является регулярным, а объемный совершенным
5. оба раствора являются совершенными

ЭКЗАМЕНАЦИОННЫЕ БИЛЕТЫ (ПРИМЕРЫ)

Б1

1. Термодинамическое описание поверхности Гиббсом. Поверхность раздела фаз как разделяющая поверхность и как слой конечной толщины
2. Адсорбция в границе раздела молекулярный раствор – газ. Термодинамика адсорбции.

Задача:

Имеем керамический материал с истинной плотностью $\rho_0=2,5 \text{ г/см}^3$, суммарным удельным объемом пор $V_{\Sigma}=0.266 \text{ см}^3/\text{г}$ и удельной поверхностью $A_0=300 \text{ м}^2/\text{г}$. Определить значения пористости ε , δ , суммарного объема пор V_{Σ} и удельной поверхности A для модельного катализатора с полностью идентичной геометрической структурой, но величиной $\rho = 21,5 \text{ г/см}^3$

Б2

1. Межфазное натяжение на границе жидкость – жидкость. Роль межмолекулярного взаимодействия. Связь с критическими температурами смешения жидкостей.
2. Параметры пористой структуры твердого тела: удельная поверхность, суммарный объем пор, радиус пор, методы определения этих величин.

Задача:

Для определения удельной поверхности активированного угля использовали метод адсорбции красителя – метиленового голубого из водного раствора. Объем раствора $V_0=100 \text{ см}^3$? Начальная концентрация $C_0=10^{-2}$ моль/л при навеске $m=1\text{г}$ и равновесная концентрация C_r в растворе равна $0,6 \cdot 10^{-2}$ моль/л, в при навеске $2 \text{ г} - 0,4 \cdot 10^{-2}$ моль/л. Рассчитать величину удельной поверхности адсорбента ($\text{м}^2/\text{г}$) в предположении, что адсорбция красителя описывается уравнением Ленгмюра, а значение молекулярной посадочной площадки в заполненном монослое $\omega = 0,65 \text{ нм}^2$.

Б3

1. Использование методов физической конденсации в нанотехнологиях.
2. Мицеллообразование в растворах ПАВ. Критическая концентрация мицеллообразования. Термодинамика мицеллообразования,

Задача:

Представлены данные измерения изотермы адсорбции бутадиена на катализаторе фторирования:

Равновесное давление P бутадиена (мм рт ст)	100	200	300	400	500	600	700	800
Адсорбция бутадиена, $\text{см}^3/\text{г}$	25,64	34,48	40,81	44,44	51,28	53,47	55,55	60,62

Определить какой формы уравнение изотермы Ленгмюра описываются эти данные (адсорбция без диссоциации или с диссоциацией на n фрагментов), и рассчитать константы соответствующего уравнения.