

ФЕДЕРАЛЬНОЕ АГЕНТСТВО ПО ОБРАЗОВАНИЮ

Государственное образовательное учреждение высшего профессионального образования «Уральский государственный университет им. А.М. Горького»

ИОНЦ «Нанотехнологии и перспективные материалы»

химический факультет

кафедра высокомолекулярных соединений

ПРОЦЕССЫ НА ПОВЕРХНОСТИ РАЗДЕЛА ФАЗ

Программа дисциплины

Подпись руководителя ИОНЦ

Дата

**Екатеринбург
2007**

Лист согласования программы

УТВЕРЖДАЮ
Руководитель ИОНЦ
«_Нанотехнологии и
перспективные материалы»

_____ В.А.Черепанов
(подпись)

(дата)

Программа дисциплины «Процессы на поверхности раздела фаз» составлена в соответствии с требованиями регионального компонента к обязательному минимуму содержания и уровню подготовки бакалавра по направлению химия 510500, физика 010700.62, специалиста по специальности химия 011000, физика 010700.65 по циклу «Общепрофессиональных и специальных дисциплин» государственного образовательного стандарта высшего профессионального образования.

Семестр восьмой

Общая трудоемкость дисциплины 103 часа, в том числе:

Лекций 36

Лабораторных работ 18

Практических занятий 8

Контрольные мероприятия:

Коллоквиумы 2

Контрольные работы 2

Составитель:

Адамова Лидия Владимировна, к.х.н. доцент кафедры высокомолекулярных соединений Уральский государственный университет.

Рекомендовано к печати протоколом заседания

Экспертно-конкурсной комиссии ИОНЦ «Нанотехнологии и перспективные материалы»

от _____ № _____
(дата)

Согласовано:

Зав.кафедрой высокомолекулярных соединений

(подпись)

/С.А.Вшивков /
Ф.И.О.

« _____ » _____ 200__ г.
(дата)

© Уральский государственный университет

© Адамова Л.В , 2007

1. Введение

1. Целью курса «Процессы на поверхности раздела фаз» является получение углубленных знаний о явлениях, происходящих на межфазных границах раздела в дисперсных системах разной природы, свойствах поверхностных слоев, зависимости свойств от размеров частиц дисперсной фазы. Поскольку роль поверхности и поверхностных явлений особенно велика для наноразмерных систем, закономерностям их поведения уделено особое внимание.

2. Задачами курса являются: рассмотрение поверхностных явлений в однокомпонентных и многокомпонентных дисперсных системах; свойств дисперсных систем разной природы 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.

3. Для усвоения курса «Процессы на поверхности раздела фаз» студентам необходимы знания по следующим дисциплинам: коллоидной химии, физической химии, неорганической химии, органической химии, физике, математике. Представления и методы курса «Процессы на поверхности раздела фаз» необходимы для усвоения курсов «Химическая технология», «Техногенные системы и экологический риск», специальных курсов «Физико-химические основы технологии твердофазных материалов для электронной техники», «Полимерные смеси и сплавы», «Физико-химические основы технологии синтеза и переработки полимеров», «Основы нанохимии и нанотехнологии» и др

4. В результате освоения курса студенты должны овладеть теоретическими знаниями и навыками экспериментального исследования дисперсных систем и поверхностных явлений, необходимыми для решения теоретических и прикладных задач, в частности, для получения и

целенаправленного регулирования свойств дисперсных, в том числе наноразмерных систем.

5. Впервые комплексно и глубоко рассматриваются различные аспекты процессов, происходящих на границах раздела фаз разной природы, что позволяет сформировать у студентов целостное представление об этой области науки.

II. Содержание курса

1. Темы и разделы курса. Их краткое содержание.

Введение. 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. Основные характеристики дисперсных систем, отличающие их от истинных растворов. Лиофобные и лиофильные системы.

Тема 1. Поверхностные свойства однокомпонентных двухфазных систем.

Термодинамические характеристики поверхности в однокомпонентных системах. Удельная свободная поверхностная энергия (поверхностное натяжение) как работа изотермического образования единицы новой поверхности, как интегральная характеристика сил, действующих в поверхностном слое. Внутреннее (молекулярное давление). Термодинамика поверхности. Сгущение термодинамических функций в поверхностном слое. Влияние температуры на термодинамические функции поверхностного слоя в однокомпонентных жидкостях. Поверхностная энергия и межмолекулярные взаимодействия в однокомпонентных системах. Методы определения поверхностного натяжения жидкостей. Статические,

полустатические и динамические методы. Определение поверхностного натяжения твердых тел. Возможности, ограничения и недостатки методов.

Тема 2. Поверхности раздела между конденсированными фазами в двухкомпонентных системах

Граница раздела жидкость – жидкость. Межфазное натяжение на границе жидкость – жидкость Правило Антонова. Влияние температуры на поверхностное натяжение границ раздела между конденсированными фазами и критические температуры смешения жидкостей. Адгезия. Связь энергии границы раздела с характером взаимодействия молекул образующих систему компонентов. Константа Гамакера. Сложная константа Гамакера. Дисперсионная и недисперсионная составляющие поверхностной энергии. Свободная поверхностная энергия границы раздела конденсированных фаз согласно Ф.Фоусу, Л.Джерифалко Р.Гуду.

Тема 3. Дисперсность и термодинамические свойства тел.

Дисперсность как самостоятельный термодинамический параметр системы. Масштабные эффекты в дисперсных системах – зависимость свойств от размера частиц. Правило фаз Гиббса для дисперсных систем. Влияние дисперсности на внутреннее давление в дисперсных системах. Уравнение Лапласа. Поверхностное натяжение в дисперсных системах. Поверхностная энергия и равновесные формы тел. Капиллярные явления как проявление масштабных эффектов. Уравнение Жюрена. Капиллярная постоянная жидкости. Капиллярная длина. Течение жидкостей в капиллярах и в пористых телах. Зависимость термодинамической реакционной способности от дисперсности. Влияние дисперсности на температуры фазовых переходов (плавления и испарения). Температуры плавления в нанодисперсных системах. Переохлаждение капель. Влияние размера наночастиц на теплоемкость. Зависимость механических свойств дисперсных систем от размеров частиц. Высокопрочные материалы на основе

наноразмерных частиц. Пластичность наноразмерных дисперсных материалов. Магнитные свойства наночастиц. Влияние размеров на положение точки Кюри, коэрцитивное поле, магнитную анизотропию. Использование нанодисперсных намагниченных частиц для получения ферромагнитных жидкостей. Биологические свойства наноразмерных дисперсных систем.

Тема 4. Адсорбционные явления

Основы термодинамики адсорбции. Уравнение Гиббса. 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. Классификация Адамсона типов поверхностных пленок. Механические свойства адсорбционных слоев. Пленки Лангмюра – Блоджетт, их получение, свойства, применение. Адсорбция в границе раздела твердое тело – газ. Теоретическое описание адсорбции на ровной поверхности. Теория мономолекулярной адсорбции Лангмюра. Теория Брунауэра-Эммета-Теллера (БЭТ). Пористая структура твердого тела и механизм заполнения пор. Параметры пористой структуры твердого тела: удельная поверхность, суммарный объем пор, радиус пор, методы их определения.

Тема 5. Образование дисперсных систем

Диспергирование и конденсация – методы получения дисперсных систем. Диспергирование. Работа диспергирования. Использование эффекта Ребиндера для облегчения диспергирования материалов. Процессы диспергирования в природе, технике и химической технологии. Конденсационные методы получения дисперсных систем. Термодинамика

конденсационного образования дисперсных систем. Роль пересыщения исходной системы. Влияние размера зародыша новой фазы на термодинамические параметры конденсации. Критический радиус зародыша, его связь с переохлаждением системы. Кинетика образования новой фазы. Две стадии процесса: образование центров конденсации и их рост. Влияние пересыщения и переохлаждения на стадии процесса. Изменение скоростей образования и роста зародышей как способ управления степенью дисперсности. 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. Золь – гель метод. Метод замены растворителя. Химические конденсационные методы. Гидро(сольво)термальный синтез. Синтез дисперсных систем в микрореакторах. Нанореакторы.

Лиофильные коллоидные системы - термодинамически стабильные ультрамикрорегетерогенные дисперсные системы. Критерий Ребиндера-Щукина самопроизвольного диспергирования объемных фаз. Мицеллообразование в растворах ПАВ. Критическая концентрация мицеллообразования (ККМ), методы ее определения. Термодинамика мицеллообразования, роль гидрофобных взаимодействий. Концентрированные дисперсии мицеллообразующих ПАВ. Солюбилизация в растворах мицеллообразующих ПАВ. Образование микроэмульсий. Критические эмульсии.

Темы лабораторных занятий и практических занятий.

Тема лабораторной работы.

Оценка параметров пористой структуры сорбентов сорбционным методом (18 часов).

Темы практических занятий

1. Термодинамические параметры поверхности в однокомпонентных жидкостях. Методы определения поверхностного натяжения (2 часа).
2. Энергия границы раздела между конденсированными фазами и межмолекулярные взаимодействия компонентов (2 часа).
3. . Влияние дисперсности на реакционную способность и температуры фазовых переходов. Особенности наноразмерных систем (2 часа).
4. Термодинамика и кинетика конденсационного образования дисперсных систем. Конденсационные методы в нанотехнологиях (2 часа).

III. Распределение часов курса по темам и видам работ

№ п/п	Тема, раздел.	Учебный план, часов.			
		Аудиторные занятия		Самостоятельная работа	Итого по темам
		Лекции и	Практические, Лабораторные		
	Основные понятия и определения	1		1	2
1	Поверхностные свойства однокомпонентных двухфазных систем.	5	2	4	11
3	Дисперсность и термодинамические свойства тел.	9	2	12	23
4	Адсорбционные явления	6	18	10	34
5	Образование дисперсных систем. Энергетика диспергирования и конденсации	10	2	8	20

№ п/ п	Тема, раздел.	Учебный план, часов.			
		Аудиторные занятия		Самостоятельная работа	Итого по темам
		Лекции и	Практические, Лабораторные		
	Всего	36	26	41	103

IV. Форма итогового контроля

экзамен в - 8 семестре.

V. Учебно-методическое обеспечение курса

Рекомендуемая литература

Основная

1. Л.В.Адамова Процессы на поверхности раздела фаз. Курс лекций. Учебное издание. УрГУ. 2007.
2. Щукин Е.Д., Перцов А.В., Амелина Е.А. Коллоидная химия. М., Высш. шк. 2006.
3. Фролов Ю.Г. Курс коллоидной химии. М., Химия. 2004.
4. Сергеев Г.Б. Нанохимия. Учебное пособие. М., КДУ. 2006.
5. А.А.Малыгин. Химия поверхности и нанотехнология: взаимосвязь и перспективы. СОЖ. 2004г. Т.8, N 1, С.32.
6. Адамсон А. Физическая химия поверхностей. М., Мир, 1979.
7. Ребиндер П.А. Избранные труды. Поверхностные явления в дисперсных системах. М., Наука. 1978.
8. Русанов А.И. Фазовые равновесия и поверхностные явления. М., Химия. 1967.
9. Дерягин Б.В., Чураев Н.В., Муллер В.М. Поверхностные силы. М., Наука. 1985.

Дополнительная

1. Сумм Б.Д. Основы коллоидной химии. М., И.Ц. «Академия». 2006.
2. Сергеев Г.Б. Нанохимия. М., изд. МГУ. 2003.
3. С.Грэг, Г.Синг. Адсорбция, удельная поверхность, пористость. М., Мир. 1989..
4. Дерягин Б.В. Теория устойчивости коллоидных систем и тонких пленок. М., Наука. 1986.
5. Фриберг С.Е., Боторель П. Микроэмульсии. Структура и динамика. М., Мир. 1990.
6. Абрамзон А.А. Поверхностно-активные вещества. Л., Химия. 1984

УІ. Ресурсное обеспечение.

Учебно - научная лаборатория сорбции кафедры высокомолекулярных соединений. Высоковакуумные сорбционные установки со спиральными весами Мак-Бена для исследования изотермической интервальной сорбции весовым методом. Катетометры В-630 , КМ-8.

Компьютерный класс химического факультета.