

**ФЕДЕРАЛЬНОЕ ГОСУДАРСТВЕННОЕ БЮДЖЕТНОЕ УЧРЕЖДЕНИЕ НАУКИ
ИНСТИТУТ УГЛЕХИМИИ И ХИМИЧЕСКОГО МАТЕРИАЛОВЕДЕНИЯ
СИБИРСКОГО ОТДЕЛЕНИЯ РОССИЙСКОЙ АКАДЕМИИ НАУК
(ИУХМ СО РАН)**

УТВЕРЖДЕНА



Ученым советом ИУХМ СО РАН
протокол № от «28» 05 2015 г.
Председатель Ученого совета,
директор Исмаилов З.Р.
«28» 05 2015 г.

**РАБОЧАЯ ПРОГРАММА
учебной дисциплины**

Адсорбция и поверхностные явления

Направление подготовки: 04.06.01 - химические науки

Направленность: 02.00.04 – физическая химия

Квалификация выпускника: Исследователь. Преподаватель исследователь

Форма обучения: очная, заочная

Кемерово, 2015

ЛИСТ
согласования рабочей программы дисциплины (модуля)

Рабочая программа учебной дисциплины «Адсорбция и поверхностные явления» составлена с учетом ФГОС ВО по направлению подготовки 04.06.01 - химические науки, утвержденного приказом Министерства образования и науки Российской Федерации от 30 июля 2014 г. N 869, зарегистрировано в Минюсте Российской Федерации 18 августа 2014 года № 33718.

Рабочая программа рекомендована лабораторией супрамолекулярной химии полимеров

Зав. лабораторий д.х.н. профессор Г.Н. Альтшулер

Составители:

Е.В. Остапова, ведущий научный сотрудник лаборатории супрамолекулярной химии полимеров ИУХМ СО РАН, д.х.н., профессор.

СОДЕРЖАНИЕ

1.	Цели и задачи освоения учебной дисциплины.....	4
2.	Место учебной дисциплины в структуре образовательной программы.....	4
3.	Перечень планируемых результатов обучения по дисциплине.....	4
4.	Содержание и структура учебной дисциплины	5
4.1.	Содержание разделов учебной дисциплины	5
4.2.	Распределение часов по семестрам и видам занятий	5
4.3.	Темы, выносимые на лекционные занятия	6
4.4.	Самостоятельная работа	7
5.	Образовательные технологии	8
6.	Материально-техническое обеспечение дисциплины	8
7.	Фонд оценочных средств для проведения текущего контроля и промежуточных аттестаций.....	8
7.1.	Паспорт фонда оценочных средств по дисциплине.....	8
7.2.	Оценочные средства для текущего контроля успеваемости и промежуточных аттестаций обучающихся	8
7.3.	Шкала академических оценок освоения дисциплины.....	9
7.4.	Система оценки достижений обучающегося по дисциплине	9
8.	Учебно-методическое обеспечение дисциплины.....	9
8.1.	Основная литература	9
8.2.	Дополнительная литература.....	9
8.3.	Интернет-ресурсы	10
8.4.	Методические указания к видам самостоятельной работы	10

1. Цели и задачи освоения учебной дисциплины

Целью освоения дисциплины является формирование у аспирантов целостной системы представлений о теоретических аспектах, практической значимости адсорбционных и других процессов, протекающих на границе раздела фаз.

Задачами освоения дисциплины являются:

- углубленное освоение теории адсорбции и поверхностных физико-химических явлений, методологии адсорбционных исследований поверхностных свойств материалов;
- актуализация способности студентов применять накопленные по дисциплине знания при решении научно-исследовательских задач в области химических наук;
- стимулирование студентов к самостоятельной деятельности по освоению дисциплины и формированию необходимых компетенций.

2. Место учебной дисциплины в структуре образовательной программы

Учебная дисциплина относится к дисциплинам Блока 1 Дисциплины (модули) ООП.

Для успешного освоения учебной дисциплины обучающемуся необходимо:

- знать фундаментальные законы физики, теоретические основы неорганической и аналитической химии, методы представления экспериментальных результатов - формула, график, таблица; методы химического анализа вещества;
- уметь использовать основные химические законы, справочные данные и количественные соотношения для решения химических задач;
- владеть методами проведения химического анализа и метрологической оценки его результатов; методами статистической обработки результатов эксперимента.
- владеть методами описания равновесия в многокомпонентных системах.

Освоение материала, предусмотренного программой дисциплины «Адсорбция и поверхностные явления», необходимо для последующего изучения материалов большинства специальных дисциплин, при планировании и проведении химических экспериментов.

3. Перечень планируемых результатов обучения по дисциплине

Процесс изучения дисциплины направлен на формирование элементов следующих компетенций в соответствии с ФГОС ВО по данному направлению подготовки:

<i>Коды компетенции</i>	Результаты освоения дисциплины ООП <i>Содержание компетенций*</i>	Перечень планируемых результатов обучения по дисциплине
ОПК-1	способность самостоятельно осуществлять научно-исследовательскую деятельность в области химических наук с использованием современных методов исследования	Знать: основные теории адсорбции и поверхностных физико-химических явлений; адсорбционные методы исследования свойств материалов Уметь: применять соответствующие теоретические концепции для идентификации, описания и объяснения физико-химических поверхностных явлений
ПК-2	способность использовать знания свойств сложных многокомпонентных систем для разработки новых функциональных материалов	Знать: основные законы, теории адсорбции и поверхностных физико-химических явлений. Уметь: решать задачи по прогнозированию

		свойств материалов, обусловленных особой структурой их поверхности. Владеть: основными подходами и экспериментальными методами исследования адсорбции и решения задачи по прогнозированию свойств материалов, обусловленных особой структурой их поверхности.
--	--	--

4. Содержание и структура учебной дисциплины

4.1. Содержание разделов учебной дисциплины

Тема 1. Поверхностные явления

- 1.1. Гетерогенные системы.
- 1.2. Адсорбция.
- 1.3. Типы межмолекулярных взаимодействий.

Тема 2. Адсорбция на границе твердое тело–газ

- 2.1. Изотермы мономолекулярной адсорбции.
- 2.2. Полимoleкулярная адсорбция.
- 2.4. Адсорбция на пористых адсорбентах.

Тема 3. Адсорбция на границе твердое тело–газ

- 3.1 Молекулярная адсорбция
- 3.2 Адсорбция из растворов электролитов.

Тема 4. Прикладные аспекты адсорбционных явлений

- 4.1. Области применения адсорбционных технологий.
- 4.2. Сорбенты.

4.2. Распределение часов по семестрам и видам занятий

Общая трудоемкость дисциплины составляет 3 зачетных единиц (108 академических часов), в том числе:

Очная форма

№ п.п	Наименование тем	Всего	Контактная работа с преподавателем		Самостоятельная работа аспиранта	Форма текущего контроля
			Лекции	Практическая		
1	2	3	4	5	6	7
1	Поверхностные явления	21	10		11	оценка участия обучающихся в дискуссиях, разборе конкретных ситуаций
2	Адсорбция на границе твердое тело–газ	46	12		34	оценка участия обучающихся в дискуссиях, разборе конкретных ситуаций
3	Адсорбция на границе твердое тело – жидкость	20	10		10	оценка участия обучающихся в дискуссиях, разборе конкрет-

						ных ситуаций
4	Прикладные аспекты адсорбционных явлений	12	4		8	соседование
	Всего: 108 ч (3 з.е.)	.	36		63	9 зачёт

заочная форма

№ п.п	Наименование тем	Всего	Контактная работа с преподавателем		Самостоятельная работа аспиранта	Форма текущего контроля
			Лекции	Практическая		
1	2	3	4	5	6	7
1	Поверхностные явления		2		20	оценка участия обучающихся в дискуссиях, разборе конкретных ситуаций
2	Адсорбция на границе твердое тело–газ		4		40	оценка участия обучающихся в дискуссиях, разборе конкретных ситуаций
3	Адсорбция на границе твердое тело – жидкость		2		20	оценка участия обучающихся в дискуссиях, разборе конкретных ситуаций
4	Прикладные аспекты адсорбционных явлений		1		10	соседование
	Всего: 108 ч (3 з.е.)	.	9		90	9 зачёт

4.3. Темы, выносимые на лекционные занятия

№№ темы	№№ разделов тем дисциплины, выносимых на лекции	Содержание	Литература
1	1	<i>Гетерогенные системы.</i> Поверхность раздела фаз. Поверхностная энергия. Работа образования поверхности. Поверхностное натяжение. Поверхностные явления: когезия, адгезия, явления смачивания	[1-3]
	2	<i>Адсорбция.</i> Термины и основные понятия Адсорбент, адсорбтив, адсорбат; адсорбция (абсо-	[1 -3]

№№ тем	№№ разделов тем дисциплины, выносимых на лекции	Содержание	Литература
		лютная и избыточная); изотерма адсорбции, теплота адсорбции (интегральная, дифференциальная), физическая и химическая адсорбция.	
	3	<i>Типы межмолекулярных взаимодействий.</i> Ориентационное, индукционное, дисперсионное взаимодействие молекул. Водородная связь.	[1-2]
2	1	<i>Изотерма мономолекулярной адсорбции.</i> Уравнения Генри (закон Генри), Ленгмюра, Фрейндлиха.	[1], [4]
	2	<i>Полимолекулярная адсорбция.</i> Теория Поляни. Уравнение Дубинина-Радускевича	[1-4]
	3	<i>Адсорбция на пористых адсорбентах.</i> Классификация пористых материалов по размеру пор. Влияние размера и структуры пор на вид изотерм адсорбции. Капиллярные явления. Зависимость давления пара от кривизны поверхности жидкости. Капиллярная конденсация. Зависимость растворимости от кривизны поверхности растворяющихся частиц (закон Гиббса – Оствальда – Фрейндлиха).	[1], [2], [5]
3	1	<i>Молекулярная адсорбция на границе раздела твердое тело – жидкость.</i> Особенности адсорбции на границе раздела твердое тело – жидкость. Селективность адсорбции из растворов. Правило Ребиндера, правило Шлова.	[1-4]
	2	<i>Адсорбция из растворов электролитов.</i> Адсорбция ионов. Правило избирательной адсорбции Пескова – Фаянса. Влияние природы ионов на их адсорбционную способность. Ионообменная адсорбция.	[1], [3]
4		Области применения адсорбционных технологий. Сорбенты. Углеродные сорбенты. Ионообменные материалы.	[1], [2] , [3]
Итого			

4.4. Самостоятельная работа

№ п/п	Наименование видов самостоятельной работы	Трудоемкость (в академических часах)	Методические материалы
1	Самостоятельное изучение следующих тем: 3.1.Определение размер пор методом фильтрации 4. Мембранные методы разделения многокомпонентных систем	25/30	[3] (см. п. 8)
2	Освоение лекционного материала с привлече-	29/51	[1-5] (см. п. 8),

№ п/п	Наименование видов самостоятельной работы	Трудоемкость (в академических часах)	Методические материалы
	нием учебной, научной и справочной литературы.		
3	Подготовка к зачёту	9	[1-5] (см. п. 8)
Итого		63/90	

5. Образовательные технологии

Для наиболее эффективной реализации компетентного подхода в рамках учебной дисциплины Физическая химия растворов электролитов предусматривается широкое использование в учебном процессе активных и интерактивных форм проведения занятий (компьютерных симуляций, разборов конкретных ситуаций, тренингов) в сочетании с внеаудиторной работой с целью формирования и развития профессиональных навыков аспирантов.

Разбор конкретных ситуаций (метод кейс-стади) – это интерактивный метод организации обучения на основе описания и решения конкретных проблемных ситуаций (от английского «case» – случай). Аспирантам предлагают осмыслить реальную жизненную ситуацию, описание которой одновременно отражает не только какую-либо практическую проблему, но и актуализирует определенный комплекс знаний, который необходимо усвоить при разрешении данной проблемы. При этом сама проблема не имеет однозначных решений. Этот метод дает возможность проявить инициативу, почувствовать самостоятельность в освоении теоретических положений и овладении практическими навыками. Не менее важно и то, что анализ ситуаций довольно сильно воздействует на профессионализацию аспирантов, способствует их взрослению, формирует интерес и позитивную мотивацию к учебе.

Групповая дискуссия – это совместное обсуждение и анализ проблемной ситуации, вопроса или задачи. Групповая дискуссия может быть структурированной (то есть управляемой педагогом с помощью поставленных вопросов или тем для обсуждения) или неструктурированной (ее течение зависит от участников группового обсуждения).

Интерактивная лекция – выступление ведущего обучающего перед большой аудиторией с применением следующих активных форм обучения: беседа, демонстрация слайдов или учебных фильмов, мозговой штурм

Интерактивные образовательные технологии, используемые в аудиторных занятиях

Семестр	Вид занятия (Л, ПР, СМ)	Используемые интерактивные образовательные технологии	Количество аудиторных часов
	Л	Групповая дискуссия	4
	Л	Разбор конкретных ситуаций	2
Итого			14

6. Материально-техническое обеспечение дисциплины

Помещение для самостоятельной работы обучающихся оснащены компьютерной техникой с возможностью подключения к сети «Интернет» и обеспечением доступа в электронно-образовательную среду института. Чтение лекций проводится в аудитории, обеспеченном мультимедийными средствами.

7. Фонд оценочных средств для проведения текущего контроля и промежуточных аттестаций

7.1. Паспорт фонда оценочных средств по дисциплине

№ п/п	Контролируемые темы дисциплины	Код контролируемой компетенции	Наименование оценочного средства
1.	Поверхностные явления	ОПК-1: знать; уметь ПК-2: знать, уметь; владеть	зачёт
2.	Адсорбция на границе твердое тело–газ	ОПК-1: знать; уметь. ПК-2: знать; владеть.	зачёт
3.	Адсорбция на границе твердое тело – жидкость	ОПК-1: знать; уметь. ПК-2: знать; владеть.	зачёт
4.	Прикладные аспекты адсорбционных явлений.	ОПК-1: знать; уметь ПК-2: уметь	зачёт

7.2. Оценочные средства для текущего контроля успеваемости и промежуточных аттестаций обучающихся

Примерный перечень вопросов к зачету

1. Удельная поверхность тела, единицы измерения. Каких значений может достигать удельная поверхность адсорбентов.
2. Поверхностные явления (адсорбция; адгезия; коагуляция (пептизация);)
3. Коэффициент поверхностного натяжения. Единицы измерения в СИ.
4. Адсорбция. Аадсорбтив, адсорбат; адсорбент.
5. Десорбция.
6. Абсолютная величина адсорбции. Единицы измерения.
7. Изотерма адсорбции. Тять типов изотерм адсорбции по Брунауэру, Л. Демингу, У. Демингу, Теллеру. Мономолекулярная и полимолекулярная адсорбция.
8. Теплота адсорбции. Интегральная теплота адсорбции. Дифференциальная теплота адсорбции.
9. Физическая адсорбция. Основные признаки и характеристики.
10. Химическая адсорбция Основные признаки и характеристики.
11. Специфическая адсорбция
12. Силы межмолекулярного ориентационного, индукционного, дисперсионного взаимодействий (Ван-дер-Ваальсовы силы). Их аддитивность, зависимость от температуры.
13. Теория мономолекулярной адсорбции. Уравнение Генри (закон Генри).
14. Теория мономолекулярной адсорбции Ленгмюра. Исходные положения теории: Уравнение изотермы адсорбции Ленгмюра. Параметры уравнения (возможность оценить удельную поверхность адсорбента). Условия применения уравнения Лэнгмюра.
15. Теория мономолекулярной адсорбции. Изотерма (уравнение) Фрейндлиха. Условия и области применения.
16. Полимолекулярная адсорбция. Потенциальная теория Полян. Основные положения. Адсорбционный потенциал. Характеристическая кривая Полни. Практическое значение характеристической кривой:
17. Уравнение Дубинина-Радушкевича.
18. Основные положения теории БЭТ. Уравнение Изотермы БЭТ Параметры изотермы их физический смысл, способ определения. Условие применения уравнения БЭТ.
19. Типы адсорбентов (Непористые, пористые).
20. Классификация адсорбентов по размеру пор.
21. Вид изотерм полимолекулярной адсорбции с капиллярной конденсацией в конических, цилиндрических (открытых с двух сторон и закрытых снизу) порах.
22. Особенности адсорбции на границе твердое тело-раствор неэлектролита. Зависимость адсорбции на границе твердое тело-раствор неэлектролита от температуры.

23. Влияние температуры и природы растворителя на адсорбцию неэлектролитов твёрдыми телами.
24. Ионообменная сорбция. Катионит. Анионит. Обменная ёмкость сорбента.

7.3. Шкала академических оценок освоения дисциплины

Виды оценок	Оценки	
Академическая оценка по 2-балльной шкале (зачет)	Не зачтено	Зачтено

7.4. Система оценки достижений обучающегося по дисциплине

Оценка зачета	Требования к знаниям и критерии выставления оценок
<i>зачтено</i>	Аспирант при ответе демонстрирует твёрдые знания в объеме учебной программы дисциплины и свободное владение терминологией.
<i>не зачтено</i>	Аспирант при ответе демонстрирует плохое знание значительной части

8. Учебно-методическое обеспечение дисциплины

8.1. Основная литература

1. Ягодовский В. Адсорбция. - М.: Бином. Лаборатория знаний, 2015. – 216 с.
2. Фролов Ю.Г. Курс коллоидной химии. Поверхностные явления и дисперсные системы. – М.: Химия, 2009. -464 с.

8.2. Дополнительная литература

3. Адсорбция, адсорбенты и адсорбционные процессы в нанопористых материалах. Под ред. А.Ю. Цивадзе. М.: Издательская группа «Граница», 2011. – 496 с.
4. Коллоидна химия / А.Д. Зимин, А.Н. Павлов – М.: Научный мир, 2012. - 218 с.
5. Грег С. Адсорбция, удельная поверхность, пористость / С. Грег, К. Синг. Пер. с англ., 2-е изд. - М.: Мир, 1984. - 306 с.

8.3. Интернет-ресурсы

http://www.edu.ru/ed/modules.php?op=modload&name=Web_Links&file=index&l_op=viewlink&cid=2512&min=600&orderby=titleA&show=10&fids%5B%5D=306 – каталог Федерального образовательного портала «Российское образование», раздел «Физическая химия»

8.4. Методические указания к видам самостоятельной работы

Рабочей программой дисциплины предусмотрена самостоятельная работа студентов. Самостоятельная работа предполагает: освоению лекционного материала, чтение аспирантами рекомендованной литературы и усвоение теоретического материала дисциплины; работу с Интернет-источниками; подготовку к сдаче зачёта.

Планирование времени на самостоятельную работу, необходимого на изучение настоящей дисциплины, лучше всего осуществлять на весь семестр, предусматривая при этом регулярное повторение пройденного материала. Для записи конспектов лекций у обучающегося должна быть тетрадь желательно большого формата, так как в конспектах по дисциплине обязательно присутствуют рисунки, графики и чертежи. Эти элементы должны быть выполнены так, чтобы все детали были хорошо видны. Обычно лекция - это самое

краткое изложение материала по данному вопросу. Если при записи конспекта вы что-то не успели записать – оставьте место, чтобы дописать потом.

Конспект лекций необходимо проработать перед следующей лекцией, поставив вопросы там, где встречаются непонятные места. Ответы на эти вопросы следует найти в рекомендованной литературе или выяснить на консультации у преподавателя. Конспект лекций необходимо дополнять вставками, особенно по вопросам, вынесенным на самостоятельное изучение.

По каждой из тем для самостоятельного изучения, приведенных в рабочей программе дисциплины, следует сначала прочитать рекомендованную литературу и, при необходимости, составить краткий конспект основных положений, терминов, сведений, требующих запоминания и являющихся основополагающими в этой теме и для освоения последующих разделов курса.