



Министерство науки и высшего образования Российской Федерации
Федеральное государственное автономное образовательное учреждение
высшего образования

**«Пермский национальный исследовательский
политехнический университет»**

УТВЕРЖДАЮ

Руководитель программы аспирантуры

Л.Д. Аснин
Л.Д. Аснин
к.х.н., доцент кафедры ХБТ

« 20 » « май » 2022 г.

Рабочая программа дисциплины по программе аспирантуры

«Поверхностные явления»

Научная специальность	1.4.4. Физическая химия
Направленность (профиль) программы аспирантуры	Физическая химия
Выпускающая(ие) кафедра(ы)	Химия и биотехнология (ХБТ)
Форма обучения	Очная
Курс: 2	Семестр (ы): 3
Виды контроля с указанием семестра:	
Экзамен:	Зачет: 3 Диф.зачет

Пермь 2022

1. Общие положения

Рабочая программа дисциплины «Поверхностные явления» разработана на основании следующих нормативных документов:

- Приказ Минобрнауки России от 20.10.2021 N 951 "Об утверждении федеральных государственных требований к структуре программ подготовки научных и научно-педагогических кадров в аспирантуре (адъюнктуре), условиям их реализации, срокам освоения этих программ с учетом различных форм обучения, образовательных технологий и особенностей отдельных категорий аспирантов (адъюнктов)";
- Постановление Правительства РФ от 30.11.2021 N 2122 "Об утверждении Положения о подготовке научных и научно-педагогических кадров в аспирантуре (адъюнктуре)";
- Самостоятельно устанавливаемые требования к реализуемым программам подготовки научных и научно-педагогических кадров в аспирантуре Пермского национального исследовательского политехнического университета;
- Базовый план по программе аспирантуры;
- Паспорт научной специальности.

1.1 Цель учебной дисциплины – формирование комплекса знаний, умений и навыков в области поверхностных явлений и процессов.

1.2 Место учебной дисциплины в структуре образовательной программы

Дисциплина «Поверхностные явления» является дисциплиной по выбору образовательного компонента плана аспиранта.

Дисциплина используется при подготовке к сдаче кандидатского экзамена по специальности 1.4.4. – Физическая химия..

Кандидатский экзамен представляют собой форму оценки степени подготовленности соискателя ученой степени кандидата наук к проведению научных исследований по конкретной научной специальности и отрасли науки, по которой подготавливается или подготовлена диссертация.

2. Перечень планируемых результатов обучения по дисциплине, соотнесенных с планируемыми результатами освоения образовательной программы

В результате изучения дисциплины аспирант должен демонстрировать следующие результаты:

Знать:

- основные теоретические представления химии поверхностных явлений;
- современные достижения и тенденции развития науки о поверхностных явлениях;
- современные экспериментальные методы, используемые в исследовании поверхностных явлений.

Уметь:

- применять современные методы и средства исследования для решения конкретных задач химии поверхностных явлений;
- прогнозировать свойства границы раздела фаз на основании знаний о составе контактирующих фаз;
- учитывать влияние поверхностных явлений в химико-технологических процессах.

Владеть:

- численными методами решения задач химии поверхностных явлений;
- методами теоретического анализа поверхностных явлений и процессов.

3. Структура учебной дисциплины по видам и формам учебной работы

Таблица 1

Объем и виды учебной работы

№ п.п.	Вид учебной работы	Трудоемкость, ч
		3 семестр
1	Аудиторная работа	39
	В том числе:	
	Лекции (Л)	-
	Практические занятия (ПЗ)	32
2	Контроль самостоятельной работы (КСР)	7
	Самостоятельная работа (СР)	69
	Форма итогового контроля:	Зачет

4. Содержание учебной дисциплины

4.1. Содержание разделов и тем учебной дисциплины

Раздел 1. Поверхностные явления

(ПЗ – 32, СР – 69)

Тема 1. Поверхность раздела фаз.

Строение границы раздела фаз. Поверхности раздела газ/жидкость, жидкость/жидкость, флюид/твёрдое тело. Термодинамика границы раздела фаз. Метод избытков Гиббса, Метод слоя конечной толщины Гуггенгейма. Искривлённая граница раздела фаз. Уравнение Лапласа.

Тема 2. Капиллярные явления

Понятие о капиллярных явлениях. Зависимость давления пара от кривизны поверхности жидкости. Капиллярная конденсация. Зависимость растворимости от кривизны поверхности растворяющихся частиц

Тема 3. Адсорбция

Адсорбент. Виды адсорбции. Структура поверхности и пористость адсорбента. Локализованная и делокализованная адсорбция. Мономолекулярная и полимолекулярная адсорбция. Динамический характер адсорбционного равновесия. Основные изотермы адсорбции для границы газ/твёрдое тело. Уравнение Генри. Уравнение Ленгмюра. Уравнение Брунауэра–Эмета–Теллера (БЭТ) для полимолекулярной адсорбции. Адсорбция на гетерогенной поверхности. Теория объёмного заполнения микропор. Уравнение Дубинина-Радушкевича. Адсорбция из растворов. Определение площади поверхности адсорбента. Определение пористости адсорбента. Хроматография, различные её типы.

Тема 4. Гетерогенный катализ

Основные понятия кинетики гетерогенных каталитических реакций. Удельная и атомная активность. Селективность катализаторов. Роль адсорбции в кинетике гетерогенных каталитических реакций. Неоднородность поверхности катализаторов, нанесенные катализаторы. Энергия активации гетерогенных каталитических реакций. Современные теории гетерогенного катализа.

4.2. Перечень тем практических занятий

Таблица 2

Темы практических занятий (из пункта 4.1)

№ п.п.	Номер темы дисциплины	Наименование темы практического занятия	Наименование оценочного средства	Представление оценочного средства
1	1	Термодинамика поверхностных явлений. Метод избытков, метод слоя конечной толщины	Собеседование. Творческое задание.	Вопросы по темам / разделам дисциплины. Темы творческих заданий.
2	1	Уравнения Лапласа и следствия из него	Собеседование. Творческое задание.	Вопросы по темам / разделам дисциплины. Темы творческих заданий.
3	2	Уравнение Кельвина	Собеседование. Творческое задание.	Вопросы по темам / разделам дисциплины. Темы творческих заданий.
4	2	Численные методы в исследовании капиллярных явлений	Собеседование. Творческое задание.	Вопросы по темам / разделам дисциплины. Темы творческих заданий.
5	3	Прикладные расчеты при измерении изотерм адсорбции	Собеседование. Творческое задание.	Вопросы по темам / разделам дисциплины. Темы творческих заданий.
6	3	Методы определения удельной поверхности и пористости	Собеседование. Творческое задание.	Вопросы по темам / разделам дисциплины. Темы творческих заданий.
7	4	Численные методы в кинетике гетерогенных каталитических реакций	Собеседование. Творческое задание.	Вопросы по темам / разделам дисциплины. Темы творческих заданий.
8	4	Типовые расчеты в гетерогенно-каталитических процессах	Собеседование. Творческое задание.	Вопросы по темам / разделам дисциплины. Темы творческих заданий.

4.3. Перечень тем для самостоятельной работы аспирантов

Самостоятельная работа аспирантов заключается в теоретическом изучении конкретных вопросов и выполнении творческих заданий.

Темы самостоятельных заданий

№ п.п.	Номер темы дисциплины	Наименование темы самостоятельной работы	Наименование оценочного средства	Представление оценочного средства
1	1	Строение границы раздела фаз. Поверхности раздела газ/жидкость, жидкость/жидкость, флюид/твёрдое тело.	Собеседование	Вопросы по темам / разделам дисциплины
2	2	Понятие о капиллярных явлениях. Зависимость растворимости от кривизны поверхности растворяющихся частиц	Собеседование	Вопросы по темам / разделам дисциплины
3	3	Адсорбент. Виды адсорбции. Структура поверхности и пористость адсорбента. Локализованная и делокализованная адсорбция. Мономолекулярная и полимолекулярная адсорбция. Динамический характер адсорбционного равновесия. Адсорбция на гетерогенной поверхности. Адсорбция из растворов. Определение пористости адсорбента. Хроматография, различные её типы.	Собеседование	Вопросы по темам / разделам дисциплины
4	4	Основные понятия кинетики гетерогенных каталитических реакций. Удельная и атомная активность. Селективность катализаторов. Роль адсорбции в кинетике гетерогенных каталитических реакций. Неоднородность поверхности катализаторов, нанесенные катализаторы. Энергия активации гетерогенных каталитических реакций. Современные теории гетерогенного катализа.	Собеседование	Вопросы по темам / разделам дисциплины

5. Методические указания для аспирантов по изучению дисциплины

При изучении дисциплины «Поверхностные явления» аспирантам целесообразно выполнять следующие рекомендации:

1. Изучение учебной дисциплины должно вестись систематически;
2. После изучения какого-либо раздела по учебнику или конспектным материалам рекомендуется по памяти воспроизвести основные термины, определения, понятия раздела;

3. Вся тематика вопросов, изучаемых самостоятельно, задается преподавателем. Им же даются источники (в первую очередь вновь изданные в периодической научной литературе) для более детального понимания вопросов, озвученных на лекции;

6. Перечень учебно-методического, библиотечно-справочного и информационного, информационно-справочного обеспечения для работы аспиранта по дисциплине

6.1. Библиотечные фонды и библиотечно-справочные системы

№	Библиографическое описание (автор, заглавие, вид издания, место, издательство, год издания, количество страниц)	Количество экземпляров в библиотеке+кафедре; местонахождение электронных изданий
1	2	3
1 Основная литература		
1	Попова А.А. Физическая химия: учебное пособие / А.А. Попова, Т.Б. Попова. - Санкт-Петербург: Лань, 2015. - 494 с.	1 + ЭБС «Лань»
2	Чоркендорф И. Современный катализ и химическая кинетика: учебное пособие для вузов: пер. с англ. / И. Чоркендорф, Х. Наймантсведрайт. - 2-е изд. - Долгопрудный: Интеллект, 2013. - 501 с.	8
3	Морачевский А.Г. Физическая химия. Гетерогенные системы: учебное пособие для вузов / А.Г. Морачевский, Е.Г. Фирсова. - 2-е изд., стер. - Санкт-Петербург [и др.]: Лань, 2015. - 184 с.	2 + ЭБС «Лань»
4	Морачевский А.Г. Физическая химия. Поверхностные явления и дисперсные системы [Электронный ресурс] : учебное пособие. - Электрон. дан. - СПб.: Лань, 2015. - 155 с. - Режим доступа: http://e.lanbook.com/books/element.php?pl1_id=64335 , по IP-адресам компьютер. сети ПНИПУ	ЭБС «Лань»
2 Дополнительная литература		
2.1 Учебно-методические, научные издания		
1	Нигматуллин Н.Г. Физическая и коллоидная химия [Электронный ресурс]: учебное пособие. - Электрон. дан. - СПб.: Лань, 2015. - 276 с. - Режим доступа: http://e.lanbook.com/books/element.php?pl1_id=67473 , по IP-адресам компьютер. сети ПНИПУ	ЭБС «Лань»
2	Попова А.А. Физическая химия: учебное пособие / А.А. Попова, Т.Б. Попова. - Санкт-Петербург: Лань, 2015. - 494 с.	1 + ЭБС «Лань»
3	Морачевский А.Г. Физическая химия. Термодинамика химических реакций [Электронный ресурс]: учебное пособие / А.Г. Морачевский, Е.Г. Фирсова. - Электрон. дан. - СПб.: Лань, 2015. - 101 с. - Режим доступа: http://e.lanbook.com/books/element.php?pl1_id=64336 , по IP-адресам компьютер. сети ПНИПУ	ЭБС «Лань»
2.2 Периодические издания		
1	Журнал физической химии	
2	Коллоидный журнал	
2.3 Нормативно-технические издания		

№	Библиографическое описание (автор, заглавие, вид издания, место, издательство, год издания, количество страниц)	Количество экземпляров в библиотеке+кафедре; местонахождение электронных изданий
1	2	3
1	-	
2.4 Официальные издания		
1	-	

6.2. Перечень ресурсов информационно-телекоммуникационной сети «Интернет»

6.2.1. Информационные и информационно-справочные системы

1. Электронная библиотека Пермского национального исследовательского политехнического университета [Электронный ресурс] : [полнотекстовая база данных электрон. док., издан. в Изд-ве ПНИПУ] / Перм. нац. исслед. политехн. ун-т, Науч. б-ка. – Пермь, 2016. – Режим доступа: <http://elib.pstu.ru>, свободный. – Загл. с экрана.

2. Электронно-библиотечная система Издательство «Лань» [Электронный ресурс] : [полнотекстовая база данных : электрон. версии кн., журн. по гуманитар., обществ., естеств. и техн. наукам] / Электрон.-библ. система «Изд-ва «Лань». – Санкт-Петербург, 2010-2016. – Режим доступа: <http://e.lanbook.com>, по IP-адресам компьютер. сети Перм. нац. исслед. политехн. ун-та. – Загл. с экрана.

3. Электронная библиотека диссертаций РГБ [Электронный ресурс] : [полнотекстовая база данных : электрон. версии дис. и автореф. дис. по всем отраслям знания] / [Электрон. б-ка дис.](http://diss.rsl.ru) – Москва, 2003-2016. – Режим доступа: <http://diss.rsl.ru>, компьютер. сеть Науч. б-ки Перм. нац. исслед. политехн. ун-та. – Загл. с экрана.

4. Научная электронная библиотека eLIBRARY.RU [Электронный ресурс] : [полнотекстовая база данных : мультидисциплинар. электрон. версии журн. на ин. яз.] / [Науч. электрон. б-ка.](http://elibrary.ru) – Москва, 2000-2016. – Режим доступа: <http://elibrary.ru>, по IP-адресам компьютер. сети Перм. нац. исслед. политехн. ун-та. – Загл. с экрана.

5. Национальна Электронная Библиотека [Электронный ресурс] : [полнотекстовая база данных : электрон. версии кн. по всем отраслям знания] / М-во культуры Рос. Федерации. – [Москва, 2016]. – Режим доступа: <http://нэб.рф>, компьютер. сеть Науч. б-ки Перм. нац. исслед. политехн. ун-та. – Загл. с экрана.

6. Электронно-библиотечная система Библиокомплектатор [Электронный ресурс] : [платформа и полнотекстовая база данных : электрон. версии кн., журн. по гуманитар., обществ., естеств. и техн. наукам] / Ай Пи Эр Медиа, Ай Пи Ар Букс. – [Саратов, 2016]. – Режим доступа: <http://www.bibliocomplectator.ru>, по IP-адресам компьютер. сети Перм. нац. исслед. политехн. ун-та. – Загл. с экрана.

7. ScienceDirect [Электронный ресурс] : [полнотекстовая база данных : электрон. науч. журн. и кн. по обществ., естеств. и техн. наукам на англ. яз.] / Elsevier B. V. – Amsterdam, 2016. – Режим доступа: <http://www.sciencedirect.com>, по IP-адресам компьютер. сети Перм. нац. исслед. политехн. ун-та. – Загл. с экрана.

8. ACS Publications [Электронный ресурс] : [полнотекстовая база данных : электрон. журн. по хим. наукам на англ. яз.] / American Chemical Society (ACS). – Washington, 2016. – Режим доступа: <http://www.pubs.acs.org>, по IP-адресам компьютер. сети Перм. нац. исслед. политехн. ун-та. – Загл. с экрана.

9. Springer [Электронный ресурс] : [полнотекстовая база данных : электрон. журн., кн. по гуманит., обществ., естеств. и техн. наукам, протоколы исследований на англ. и нем. яз.] / Springer International Publishing AG, Part of Springer Science+Business Media. – Cham, 2016. – Режим доступа: <http://link.springer.com>, по IP-адресам компьютер. сети Перм. нац. исслед. политехн. ун-та. – Загл. с экрана.

10. Wiley Online Library [Электронный ресурс] : [полнотекстовая база данных : электрон. мультидисциплинар. журн. на англ. яз.] / John Wiley & Sons, Inc. – Hoboken, 1999-2016. – Режим доступа: <http://www.onlinelibrary.wiley.com>, по IP-адресам компьютер. сети Перм. нац. исслед. политехн. ун-та. – Загл. с экрана.

11. EBSCO Databases [Электронный ресурс] : [полнотекстовые базы данных журн. и кн. по гуманит., обществ., естеств. и техн. наукам на ин. яз.] / EBSCO Publishing. – Ipswich, 2016. – Режим доступа: <http://search.ebscohost.com>, по IP-адресам компьютер. сети Перм. нац. исслед. политехн. ун-та. – Загл. с экрана.

12. SAGE Journals [Электронный ресурс] : [полнотекстовая база данных : электрон. мультидисциплинар. журн. на англ. яз.] / SAGE Publications. – Los Angeles, 2016. – Режим доступа: <http://online.sagepub.com>, по IP-адресам компьютер. сети Перм. нац. исслед. политехн. ун-та. – Загл. с экрана.

13. Taylor & Francis Online [Электронный ресурс] : [полнотекстовая база данных : электрон. мультидисциплинар. журн. на англ. яз.] / Informa UK Ltd. – London, 2016. – Режим доступа: <http://www.tandfonline.com>, по IP-адресам компьютер. сети Перм. нац. исслед. политехн. ун-та. – Загл. с экрана.

14. JSTOR: Arts & Sciences VII Collection [Электронный ресурс] : [полнотекстовая база данных : электрон. журн. по гуманит., обществ. и естеств. наукам на англ. яз.] / ИТНАКА. – New York, 2000-2016. – Режим доступа: <http://www.jstor.org>, по IP-адресам компьютер. сети Перм. нац. исслед. политехн. ун-та. – Загл. с экрана.

15. Cambridge Journals [Electronic resource : полнотекстовая база данных : электрон. журн. по гуманит., естеств., и техн. наукам на англ. яз.] / University of Cambridge. – Cambridge : Cambridge University Press, 1770-2012. – Режим доступа: <http://journals.cambridge.org/>. – Загл. с экрана. 11.

16. ProQuest Dissertations & Theses Global [Электронный ресурс] : [полнотекстовая база данных : дис. и дипломные работы на ин. яз. по всем отраслям знания] / ProQuest LLC. – Ann Arbor, 2016. – Режим доступа: <http://search.proquest.com/pqdtglobal/dissertations>, по IP-адресам компьютер. сети Перм. нац. исслед. политехн. ун-та. – Загл. с экрана.

7. Описание материально-технической базы, необходимой для осуществления образовательного процесса по дисциплине

7.1. Основное учебное оборудование. Рабочее место аспиранта.

Таблица 4

№ п.п.	Наименование и марка оборудования (стенда, макета, плаката, лабораторное оборудование)	Кол-во ед.	Форма приобретения / владения (собственность, оперативное управление, аренда и т.п.)	Номер аудитории
1	2	3	4	5

1	Персональные компьютеры (локальная компьютерная сеть)	5	Оперативное управление	215, корпус Б (ХТФ)
---	---	---	------------------------	---------------------

8. Фонд оценочных средств

Освоение учебного материала дисциплины запланировано в течение одного семестра. Формой контроля освоения результатов обучения по дисциплине является зачет, проводимый с учетом результатов текущего контроля.

8.1. Описание показателей и критериев оценивания, описание шкал оценивания.

Контроль качества освоения дисциплины включает в себя текущий контроль успеваемости и промежуточную аттестацию аспирантов

Текущий контроль

Текущий контроль успеваемости обеспечивает оценку освоения дисциплин и проводится в форме собеседования и защиты отчета о творческом задании.

• Собеседование

Для оценки **знаний** аспирантов проводится собеседование в виде специальной беседы преподавателя с обучающимся на темы, связанные с изучаемой дисциплиной для выяснения объема знаний по определенному разделу, теме, проблеме.

Собеседование может выполняться в индивидуальном порядке или группой аспирантов.

• Защита отчета о творческом задании

Для оценки **умений и владений** аспирантов используется творческое задание, имеющее нестандартное решение и позволяющее интегрировать знания различных областей, аргументировать собственную точку зрения.

Творческие задания могут выполняться в индивидуальном порядке или группой аспирантов.

Промежуточная аттестация

Допуск к промежуточной аттестации осуществляется по результатам текущего контроля. Промежуточная аттестация проводится в виде зачета по дисциплине по результатам выполнения заданий практических занятий.

• Шкалы оценивания результатов обучения при сдаче зачета:

Оценка результатов обучения по дисциплине «Макрокинетика химических реакций в гетерогенных системах» проводится по шкале оценивания «зачтено», «незачтено» путем выборочного контроля во время зачета.

Типовые шкалы и критерии оценки результатов обучения при сдаче зачета приведены в табл. 5.

Таблица 5

Шкала оценивания результатов освоения на зачете

Оценка	Критерии оценивания
<i>Зачтено</i>	Аспирант выполнил все задания на практических занятиях.
<i>Незачтено</i>	Аспирант не выполнил одно или более заданий на практических занятиях

9. Методические материалы, определяющие процедуры оценивания результатов обучения по дисциплине

Задания для текущего контроля и проведения промежуточной аттестации должны быть направлены на оценивание:

1. уровня освоения теоретических понятий, научных основ профессиональной деятельности;
2. степени готовности аспиранта применять теоретические знания и профессионально значимую информацию и оценивание сформированности когнитивных умений.
3. приобретенных умений, профессионально значимых для профессиональной деятельности.

10. Типовые контрольные вопросы и задания или иные материалы, необходимые для оценки результатов освоения дисциплины

10.1. Типовые творческие задания:

1. Обобщить информацию, имеющуюся в научной литературе, о различных способах соотнесения термодинамических характеристик поверхности в моделях Гиббса и Гуггенгейма. Выбрать один из способов для описания результатов изучения адсорбции на границе жидкость/твердое тело. Обосновать свой выбор.

2. В работах по изучению бинарной адсорбции на твердых телах используют два уравнения для вычисления полной адсорбции компонента i

$$а) q_i = \Gamma_i^{(v)} + \pi_i$$

$$б) q_i = \Gamma_i^{(n)} + x_i^l q^\infty$$

Докажите, что два этих уравнения эквивалентны. Каким из этих уравнений удобнее пользоваться при изучении адсорбции статическим методом? Обоснуйте.

3. В работе Гуггенгейма и Адама (E.A. Guggenheim, N.K. Adam, Proc. R. Soc. Lond. A. 1933, vol. 139, p. 218) приводится выражение, связывающее величины избыточной адсорбции в системе с постоянным числом молей (n) и в системе с постоянным объёмом двухкомпонентной жидкой фазы (v):

$$\Gamma_i^{(n)} = \Gamma_i^{(v)} - x_i^l (\Gamma_1^{(v)} + \Gamma_2^{(v)})$$

Почему данное уравнение не считается в общем случае термодинамически корректным? Какие модификации данного уравнения предлагаются в научной литературе?

4. Обобщить информацию об адсорбции водно-органических смесей на активированных углях в научной литературе. Выявить общие закономерности и противоречия в данных разных авторов.

5. Провести анализ литературных данных о кинетике каталитического окисления хлорбензола на нанесённых оксиднованадиевых катализаторах. Выявить общие закономерности и противоречия в данных разных авторов. Предложить методику эксперимента по изучению влияния дисперсности нанесённого оксиднованадиевого катализатора на его активность в реакции окисления хлорорганических соединений, отличающуюся научной новизной.

10.2. Типовые контрольные вопросы для оценивания знаний на зачете по дисциплине:

1. Общие представления о границе раздела фаз. Поверхности раздела газ/жидкость, жидкость/жидкость, флюид/твёрдое тело.
2. Метод избытков Гиббса,
3. Метод слоя конечной толщины Гуггенгейма.
4. Искривлённая граница раздела фаз. Уравнение Лапласа.

5. Понятие о капиллярных явлениях. Зависимость давления пара от кривизны поверхности жидкости. Зависимость растворимости от кривизны поверхности растворяющихся частиц.
6. Капиллярная конденсация. Использование явления капиллярной конденсации в порометрии.
7. Адсорбция. Виды адсорбции.
8. Адсорбенты. Классификация адсорбентов по Киселеву. Классификация адсорбентов по размеру пор (Дубинина, ИЮПАК).
9. Особенности термодинамического описания локализованной и делокализованной адсорбции.
10. Изотерма адсорбции. Стехиометрический подход к выводу изотермы адсорбции.
11. Модель адсорбции Лэнгмюра. Уравнение Ленгмюра: кинетический и стехиометрический выводы.
12. Уравнение Брунауэра–Эмета–Теллера (БЭТ) для полимолекулярной адсорбции.
13. Адсорбция на гетерогенной поверхности.
14. Теория объёмного заполнения микропор. Уравнение Дубинина-Радушкевича.
15. Адсорбция из растворов.
16. Определение площади поверхности адсорбента.
17. Хроматография, различные её типы.
18. Основные понятия кинетики гетерогенных каталитических реакций.
19. Удельная и атомная активность. Селективность катализаторов.
20. Роль адсорбции в кинетике гетерогенных каталитических реакций.
21. Современные теории гетерогенного катализа.

10.3. Типовые контрольные задания для оценивания приобретенных умений и владений на зачете по дисциплине:

1. Найдите в научной литературе данные по зависимости поверхностного натяжения водных растворов от концентрации *n*-алканолов с числом атомов углерода от 5 до 10. Предложите корреляционное уравнение, связывающее поверхностное натяжение при заданной концентрации с числом атомов углерода.
2. Найдите в периодической и справочной литературе данные для проверки правила Стефана ($\sigma = -\Delta H_{исп} / (N_A^{1/3} V_m^{2/3})$) в ряду линейных спиртов от метанола до гексанола. Предложите свою корреляцию, основанную на тех же физических характеристиках жидкостей.
3. В работе Лэнгмюра (I. Langmuir, J. Am. Chem. Soc. 1918, vol. 40, p. 1361) приводятся данные об адсорбции метана на слюде при 90 К. Используя не менее двух способов численной обработки экспериментальных данных, доказать или опровергнуть тезис о том, что адсорбция в этой системе подчиняется модели Лэнгмюра.
4. В работе Кэррота и др. (P.J.M. Carrott et al. Carbon, 2000, vol. 38, p. 465) приводятся в табличной форме изотермы адсорбции бензола на графитированной саже Sterling FT. Используя 3 различных численных техники, докажете на основании этих данных, что адсорбент Sterling FT – не пористый.

Полный комплект вопросов и заданий в форме утвержденных билетов хранится на кафедре «ХБТ».

Лист регистрации изменений

№ п.п.	Содержание изменения	Дата, номер протокола заседания кафедры. Подпись заведующего кафедрой
1	2	3
1		
2		
3		
4		