

Документ подписан простой электронной подписью
Информация о владельце:
ФИО: Пекаревский Борис Владимирович
Должность: Проректор по учебной и методической работе
Дата подписания: 29.09.2023 09:45:57
Уникальный программный ключ:
3b89716a1076b80b2c167df0f27c09d01782ba84



МИНОБРНАУКИ РОССИИ
федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение
высшего образования
«Санкт-Петербургский государственный технологический институт
(технический университет)»

УТВЕРЖДАЮ
Проректор по учебной
и методической работе
_____ Б.В.Пекаревский
«25» марта 2019 г.

Рабочая программа дисциплины
ФИЗИЧЕСКАЯ ХИМИЯ ПОВЕРХНОСТНЫХ ЯВЛЕНИЙ И НАНОМАТЕРИАЛОВ

Направление подготовки

04.04.01 Химия

Направленность программы магистратуры
Физическая химия и химия твердого тела

Квалификация

Магистр

Форма обучения

Очная

Факультет **химии веществ и материалов**

Кафедра **физической химии**

Санкт-Петербург

2019

ЛИСТ СОГЛАСОВАНИЯ

Должность	Подпись	Ученое звание, фамилия, инициалы
Профессор		профессор Чарыков Н.А.

Рабочая программа дисциплины «Физическая химия поверхностных явлений и наноматериалов» обсуждена на заседании кафедры физической химии
протокол от «05» февраля 2019 № 6
Заведующий кафедрой

С.Г.Изотова

Одобрено учебно-методической комиссией факультета химии веществ и материалов
протокол от «21» марта 2019 № 6

Председатель

С.Г.Изотова

СОГЛАСОВАНО

Руководитель направления подготовки «Химия»		С.Г.Изотова
Директор библиотеки		Т.Н.Старостенко
Начальник методического отдела учебно-методического управления		Т.И.Богданова
Начальник учебно-методического управления		С.Н.Денисенко

СОДЕРЖАНИЕ

1. Перечень планируемых результатов обучения по дисциплине, соотнесенных с планируемыми результатами освоения образовательной программы.....	4
2. Место дисциплины в структуре образовательной программы.....	6
3. Объем дисциплины.....	6
4. Содержание дисциплины.....	7
4.1. Разделы дисциплины и виды занятий.....	7
4.2. Занятия лекционного типа.....	8
4.3. Занятия семинарского типа.....	9
4.3.1. Семинары, практические занятия.....	9
4.3.2. Занятия лабораторного типа.....	10
4.4. Самостоятельная работа обучающихся.....	11
4.5. Темы индивидуальных заданий.....	11
5. Перечень учебно-методического обеспечения для самостоятельной работы обучающихся по дисциплине.....	11
6. Фонд оценочных средств для проведения промежуточной аттестации.....	11
7. Перечень учебных изданий, необходимых для освоения дисциплины.....	13
8. Перечень электронных образовательных ресурсов, необходимых для освоения дисциплины.....	13
9. Методические указания для обучающихся по освоению дисциплины.....	14
10. Перечень информационных технологий, используемых при осуществлении образовательного процесса по дисциплине.....	14
10.1. Информационные технологии.....	14
10.2. Программное обеспечение.....	14
10.3. Базы данных и информационные справочные системы.....	15
11. Материально-техническое обеспечение освоения дисциплины в ходе реализации образовательной программы.....	15
12. Особенности освоения дисциплины инвалидами и лицами с ограниченными возможностями здоровья.....	15
Приложения: 1. Фонд оценочных средств для проведения промежуточной аттестации.....	16

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

В результате для освоения образовательной программы магистратуры обучающийся должен овладеть следующими результатами обучения по дисциплине:

Код и наименование компетенции	Код и наименование индикатора достижения компетенции	Планируемые результаты обучения (дескрипторы)
<p>ПК-1. Способен планировать работу и выбирать адекватные методы решения научно-исследовательских задач в выбранной области химии, химической технологии или смежных с химией науках</p>	<p>ПК-1.ДВ.03.02.1 Способность выбора адекватных методов и методик из разделов физика и химия поверхности, коллоидная химия, физическая химия поверхностных явлений и физикохимия наноматериалов</p>	<p>Знать основные методы и методики из разделов физика и химия поверхности, коллоидная химия, физическая химия поверхностных явлений и физикохимия наноматериалов Уметь пользоваться основные физико-химическими законами из разделов физика и химия поверхности, коллоидная химия, физическая химия поверхностных явлений и физикохимия наноматериалов Владеть навыками работы на современном научном оборудовании для решения задач из разделов физика и химия поверхности, коллоидная химия, физическая химия поверхностных явлений и физикохимия наноматериалов</p>
<p>ПК-2. Способен проводить поиск научной информации в выбранной области химии и/или смежных наук</p>	<p>ПК-2.ДВ.03.02.1 Способность проведения поиска из разделов физика и химия поверхности, коллоидная химия, физическая химия поверхностных явлений и физикохимия наноматериалов для решения профессиональных задач</p>	<p>Знать основные монографии и обзоры из разделов физика и химия поверхности, коллоидная химия, физическая химия поверхностных явлений и физикохимия наноматериалов Уметь осуществлять поиск основных статей, монографий и обзоров из разделов физика и химия поверхности, коллоидная химия, физическая химия поверхностных явлений и физикохимия наноматериалов</p>

Код и наименование компетенции	Код и наименование индикатора достижения компетенции	Планируемые результаты обучения (дескрипторы)
		<p>Владеть навыками работы с поисковыми системами и анализом полученной информации для решения задач из разделов физики и химии поверхности, коллоидной химии, физической химии поверхностных явлений и физикохимии наноматериалов</p>

2. Место дисциплины в структуре образовательной программы.

Дисциплина «Физическая химия поверхностных явлений и наноматериалов» относится к части, формируемой участниками образовательных отношений, к дисциплинам по выбору Блока 1 «Дисциплины» образовательной программы магистратуры.

Изучается на первом курсе, во втором семестре.

В методическом плане дисциплина опирается на элементы компетенций, сформированные при изучении дисциплин «Методы исследования строения и физических свойств веществ». Полученные в процессе изучения дисциплины знания, умения и навыки могут быть использованы при изучении дисциплин «Физико-химические процессы образования новой фазы», «Химические и фазовые равновесия в многокомпонентных системах», «Физико-химические процессы в электрохимических преобразователях энергии», «Физико-химические процессы в наноразмерных системах», в научно-исследовательской работе, при прохождении производственной практики, а также при выполнении выпускной квалификационной работы.

3. Объем дисциплины.

Вид учебной работы	Всего, ЗЕ/академ. часов
Общая трудоемкость дисциплины (зачетных единиц/ академических часов)	4/ 144
Контактная работа с преподавателем:	74
занятия лекционного типа	36
занятия семинарского типа, в т.ч.	36
семинары, практические занятия	18
лабораторные работы	18
курсовое проектирование (КР или КП)	-
КСР	2
другие виды контактной работы	-
Самостоятельная работа	34
Форма текущего контроля (Кр, реферат, РГР, эссе)	индивидуальные задания, реферат, доклад на семинаре
Форма промежуточной аттестации (КР, КП, зачет, экзамен)	Экзамен/36

4. Содержание дисциплины.

4.1. Разделы дисциплины и виды занятий.

№ п/п	Наименование раздела дисциплины	Занятия лекционного типа, академ. часы	Занятия семинарского типа, академ. часы		Самостоятельная работа, академ. часы	Формируемые компетенции	Формируемые индикаторы
			Семинары и/или практические занятия	Лабораторные работы			
1.	Введение. Предмет и содержание физической химии поверхности и нанотехнологий. Ее основные разделы. Значение физической химии для технологии. Методы физической химии: термодинамический, статистический и квантово-механический. Философские основы физической химии. Роль русских ученых в развитии физической химии.	6	-	2	-	ПК-1	ПК-1.ДВ.03.02.1
2.	Наносистемы, наноматериалы и нанокompозиты экспериментального изучения. Наносистемы, наноматериалы и нанокompозиты, специфика физико-химических свойств и методов исследования и идентификации. Масс-спектрометрия, хроматография, спектральные и радиометрические методы ФХМА.	6	4	4	18	ПК-1	ПК-1.ДВ.03.02.1
3	Поверхностная энергия. Адсорбция и абсорбция, физическая и хемосорбция, изотерма адсорбции Гиббса. Поверхностная энергия. Адсорбция и	6	4	-	6	ПК-1	ПК-1.ДВ.03.02.1

	абсорбция. Физическая и хемосорбция. Энергия активации и энергия активации сорбции.						
4	Адсорбция на границе раздела твердое тело-жидкость. Адсорбция на границе раздела твердое тело-газ Изотерма адсорбции Гиббса и методы интегрирования уравнения Гиббса	6	4	4	4	ПК-1 ПК-2	ПК-1.ДВ.03.02.1 ПК-2.ДВ.03.02.1
5	Адсорбция на границе раздела твердое тело-газ. Адсорбция на границе раздела твердое тело-жидкость. Поверхностно активные и неактивные вещества. Частные решения уравнения Гиббса. Уравнение Шашковского	6	4	4	4	ПК-1 ПК-2	ПК-1.ДВ.03.02.1 ПК-2.ДВ.03.02.1
6	Теории адсорбции. Теории адсорбции Генри, Лэнгмюра, Фрейдлиха, БЭТ. Выводы и расчет варьируемых параметров.	6	2	4	2	ПК-1	ПК-1.ДВ.03.02.1

4.2. Занятия лекционного типа.

№ раздела дисциплины	Наименование темы и краткое содержание занятия	Объем, акад. часы	Инновационная форма
1	Введение. Предмет и содержание физической химии поверхности и нанотехнологий. Ее основные разделы. Значение физической химии для технологии. Методы физической химии: термодинамический, статистический и квантово-механический. Философские основы физической химии. Роль русских ученых в развитии физической химии.	6	Лекция-визуализация
2	Наносистемы, наноматериалы и нанокompозиты экспериментального изучения .. Наносистемы, наноматериалы и нанокompозиты, специфика физико-химических свойств и методов исследования и идентификации. Масс-спектрометрия, хроматография, спектральные и радиометрические методы ФХМА.	6	Лекция-визуализация

№ раздела дисциплины	Наименование темы и краткое содержание занятия	Объем, акад. часы	Инновационная форма
3	Поверхностная энергия. Адсорбция и абсорбция, физическая и хемосорбция, изотерма адсорбции Гиббса. Поверхностная энергия. Адсорбция и абсорбция. Физическая и хемосорбция. Энергия активации и энергия активации сорбции.	6	Лекция-визуализация, дебаты
4	Адсорбция на границе раздела твердое тело-жидкость. Адсорбция на границе раздела твердое тело-газ Изотерма адсорбции Гиббса и методы интегрирования уравнения Гиббса	6	Лекция-визуализация
5	Адсорбция на границе раздела твердое тело-газ. Адсорбция на границе раздела твердое тело-жидкость. Поверхностно активные и неактивные вещества. Частные решения уравнения Гиббса. Уравнение Шашковского	6	Лекция-визуализация
6	Теории адсорбции. Теории адсорбции Генри, Лэнгмюра, Фрейдлиха, БЭТ. Выводы и расчет варьируемых параметров.	6	Лекция-визуализация, дебаты

4.3. Занятия семинарского типа.

4.3.1. Семинары, практические занятия.

№ раздела дисциплины	Наименование темы и краткое содержание занятия	Объем, акад. часы	Инновационная форма
2	Расчет зависимостей физико-химических параметров наносистем (нанокластеров переходных металлов) – химического потенциала, температур плавления и кипения, давления пара и т.п., от среднего размера молекул в нанокластерах. Научный семинар I. Физическая химия	4	компьютерная симуляция
3	Определение поверхностного натяжения на границе раздела жидкость – пар и твердое тело – жидкость, определение углов смачивания. Научный семинар II. Физическая химия поверхностных явлений	4	занятие – конференция

№ раздела дисциплины	Наименование темы и краткое содержание занятия	Объем, акад. часы	Иновационная форма
4	Построение изотерм адсорбции и расчет энергии активации диффузии и хемосорции из политермических данных по сорбции фуллереновых компонентов (C60 и C70) из растворов в ароматических растворителях на углеродных наносорбентах.	4	компьютерная симуляция
5	Расчет удельной поверхности газообразных нанокластеров на основе ромбического и гексагонального углерода в зависимости от типа и степени агрегации.	4	компьютерная симуляция
6	Определение модельных параметров изотерм адсорбции Генри, Лэнгмюра, Фрейдлиха, БЭТ из экспериментально полученных данных	2	занятие – конференция, круглый стол

4.3.2. Занятия лабораторного типа.

№ раздела дисциплины	Наименование темы и краткое содержание занятия	Объем, акад. часы	Иновационная форма
1	План и задачи лабораторных занятий. Техника безопасности работы в лаборатории.	2	метод малых групп
2	Идентификация углеродных наноструктур (легких фуллеренов и многослойных нанотруб) методами оптической микроскопии и электронной спектроскопии.	4	метод малых групп
3	-	-	
4	Экспериментальное построение изотермы адсорбции азота и углекислого газа на наносорбентах: фуллереновой саже, фуллереновой черни, активном угле типа Norrit Azo, карбонизированном силихроме С-120 при 25° С	4	метод малых групп
5	Экспериментальное построение изотермы адсорбции галогенидов редких земель (церия, лантана, европия) на силихоромах, аэросилах, наномодифицированных смолах при 25° С.	4	метод малых групп
6	Экспериментальное определение модельных параметров теории БЭТ, и характеристик пористой структуры.	4	метод малых групп

4.4. Самостоятельная работа обучающихся.

№ раздела дисциплины	Перечень вопросов для самостоятельного изучения	Объем, акад. часы	Форма контроля
2	Гибридные наноматериалы на основе полупроводников АЗВ5 и А2В6. Гибридные наноматериалы на основе экзо- и эндофуллеренов Графеноподобные гибридные структуры.	18	Устный опрос. Защита реферата
3	Адсорбция и абсорбция наносорбентами. Нанопористые искусственные и природные сорбенты. Сорбция нанокластеров традиционными сорбентами. Сорбция нанокластерами наносорбентов.	6	Защита индивидуального задания
4	Адсорбция твердое тело-жидкость в природных и биосовместимых системах	4	Устный опрос
5	Адсорбция твердое тело-газ в природных и биосовместимых системах	4	Защита индивидуального задания
6	Современные теории адсорбции в приложении к наносорбентам и растворимым нанокластерам. Современные теории многослойной адсорбции.	2	Устный опрос

4.5. Темы индивидуальных заданий

Варианты индивидуальных заданий представлены в Приложении.

5. Перечень учебно-методического обеспечения для самостоятельной работы обучающихся по дисциплине.

Методические указания для обучающихся по организации самостоятельной работы по дисциплине, включая перечень тем самостоятельной работы, формы текущего контроля по дисциплине и требования к их выполнению размещены в электронной информационно-образовательной среде СПбГТИ(ТУ) на сайте: <http://media.technolog.edu.ru>

6. Фонд оценочных средств для проведения промежуточной аттестации

Промежуточная аттестация по дисциплине проводится в форме экзамена.

Экзамен предусматривают выборочную проверку освоения предусмотренных элементов компетенций и комплектуются вопросами (заданиями) (для проверки знаний и проверки умений и навыков).

При сдаче экзамена, студент получает три вопроса из перечня вопросов к экзамену, время подготовки студента к устному ответу - до 30 мин.

Пример варианта вопросов и задачи на экзамене:

Вариант №...

1. Нефелометрия и турбодиметрия.
2. Классификация наноматериалов.
3. В зоне отчуждения произошла утечка радиоактивных материалов. Какими методами физико-химического анализа можно охарактеризовать этот процесс?

Фонд оценочных средств по дисциплине представлен в Приложении № 1

Результаты освоения дисциплины считаются достигнутыми, если для всех элементов компетенций достигнут пороговый уровень освоения компетенции на данном этапе – оценка «удовлетворительно».

7. Перечень учебных изданий, необходимых для освоения дисциплины.

а) печатные издания:

1. Малыгин, А.А. Химическая сборка функциональных наноматериалов методом молекулярного наслаивания: текст лекций / А. А. Малыгин; СПбГТИ(ТУ). Каф. хим. нанотехнологии и материалов электрон. техники. - СПб. : [б. и.], 2012. - 72 с.
2. Ежовский, Ю.К. Введение в технологию материалов электронной техники: Учебное пособие / Ю. К. Ежовский ; СПбГТИ(ТУ). Каф. хим. нанотехнологии и материалов электрон. техники. - Электрон. текстовые дан. - СПб. : [б. и.], 2012. - 106 с.
3. Рамбиди, Н. Г. Структура и свойства наноразмерных образований. Реалии сегодняшней нано-технологии/ Н. Г. Рамбиди. - Долгопрудный: Издат. дом "Интеллект", 2011. – 375 с.
4. Фахльман, Б.Д. Химия новых материалов и нанотехнологии/ Б. Фахльман; пер. с англ. Д. О. Чаркина, В. В. Уточниковой, под ред. Ю. Д. Третьякова, Е. А. Гудилина. - Долгопрудный: Издат. дом "Интеллект", 2011. - 463 с.
5. Стромберг, А.Г. Физическая химия: Учебник для вузов по химическим спец. / А. Г. Стромберг, Д. П. Семченко; Под ред. А. Г. Стромберга. - 7-е изд., стер. - М. : Высш. шк., 2009. - 527 с..
6. Фролов, Ю.Г. Курс коллоидной химии. Поверхностные явления и дисперсные системы: Учебник для вузов / Ю. Г. Фролов. - 4-е изд., стер. - М. : Альянс, 2009. - 463 с.
7. Химия, физика и технология поверхности. межведомственный сборник научных трудов / Нац. АН Украины. Ин-т химии поверхности им. А. А. Чуйко; Гл. ред. Н. Т. Картель. - Киев : Наук. думка. Вып. 15. - 2009. - 373 с.
8. Рамбиди, Н. Г. Физические и химические основы нанотехнологий/ Н. Г. Рамбиди, А. В. Берёзкин. - М.: Физматлит, 2009. - 454 с.
9. Шершавина, А.А. Физическая и коллоидная химия. Методы физико-химического анализа : учебное пособие / А.А. Шершавина. – М.: Новое знание, 2005. – 799с.
10. Гусев, А.И. Наноматериалы. Наноструктуры. Нанотехнологии. / А. И. Гусев. - 2-е изд., испр. - М. : Физматлит, 2007. - 415 с.
11. Практические работы по физической химии Учебное пособие для вузов / Под ред. К. П. Мищенко и др. - 5-е изд., перераб. - СПб. : Профессия, 2002. - 383 с.

б) электронные учебные издания:

12. Малыгин, А.А. Химическая сборка функциональных наноматериалов методом молекулярного наслаивания: текст лекций / А. А. Малыгин; СПбГТИ(ТУ). Каф. хим. нанотехнологии и материалов электрон. техники. - СПб. : [б. и.], 2012. - 72 с. (ЭБ)
13. Ежовский, Ю.К. Введение в технологию материалов электронной техники: Учебное пособие / Ю. К. Ежовский ; СПбГТИ(ТУ). Каф. хим. нанотехнологии и материалов электрон. техники. - Электрон. текстовые дан. - СПб. : [б. и.], 2012. - 106 с. (ЭБ)
14. Раков, Э.Г. Неорганические наноматериалы : учебное пособие для вузов по спец. "Химическая технология материалов современной энергетики" / Э. Г. Раков. - 2-е изд. (электронное). - Электрон. текстовые дан. - М. : БИНОМ. Лаборатория знаний, 2015. - 480 с (ЭБС Лань).
15. Головин, Ю.И. Наномир без формул / Ю. И. Головин; Под ред. Л. Н. Патрикеева. - 3-е изд. (электронное). - Электрон. текстовые дан. - М.: БИНОМ. Лаборатория знаний, 2015. - 545 с. (ЭБС Лань).

8. Перечень электронных образовательных ресурсов, необходимых для освоения дисциплины.

Учебный план, РПД, учебно-методические материалы, размещенные на

<http://media.technolog.edu.ru>.

Электронно-библиотечные системы:

ЭБС «Лань»: <https://e.lanbook.com/books/>;

электронный читальный зал – БиблиоТех фундаментальной библиотеки СПбГТИ(ТУ): <http://bibl.lti-gti.ru/ЭБС.>, <https://technolog.bibliotech.ru/>.

справочно-информационный портал «Научная электронная библиотека»: <http://elibrary.ru>.

9. Методические указания для обучающихся по освоению дисциплины.

Все виды занятий по дисциплине проводятся в соответствии с требованиями следующих СТП:

СТП СПбГТИ 040-02. КС УКДВ. Виды учебных занятий. Лекция. Общие требования;

СТО СПбГТИ 018-2014. КС УКДВ. Виды учебных занятий. Семинары и практические занятия. Общие требования к организации и проведению.

СТП СПбГТИ 048-2009. КС УКДВ. Виды учебных занятий. Самостоятельная планируемая работа студентов. Общие требования к организации и проведению.

СТО СПбГТИ 020-2011. КС УКДВ. Виды учебных занятий. Лабораторные занятия. Общие требования к организации и проведению.

Планирование времени, необходимого на изучение данной дисциплины, лучше всего осуществлять на весь семестр, предусматривая при этом регулярное повторение пройденного материала.

Основными условиями правильной организации учебного процесса для студентов является:

плановость в организации учебной работы;

серьезное отношение к изучению материала;

постоянный самоконтроль.

На занятия студент должен приходиться, имея знания по уже изученному материалу.

10. Перечень информационных технологий, используемых при осуществлении образовательного процесса по дисциплине.

10.1. Информационные технологии.

В учебном процессе по данной дисциплине предусмотрено использование информационных технологий:

чтение лекций с использованием слайд-презентаций;

взаимодействие с обучающимися посредством электронно-информационной образовательной среды.

Презентации позволяют качественно иллюстрировать практические занятия схемами, формулами, чертежами, рисунками. Кроме того, презентации позволяют четко структурировать материал занятия. Электронная презентация позволяет отобразить процессы в динамике, что позволяет улучшить восприятие материала.

10.2. Программное обеспечение.

Windows XP Starter Edition. (Государственный контракт № 24 от 14.09.2007, срок действия – бессрочно),

Microsoft Office (Microsoft Excel): Office 2007 Russian OLP NL AE (Государственный контракт № 24 от 14.09.2007, срок действия – бессрочно), Office Std 2013 Rus OLP NL (Контракт № 02(03)15 от 15.01.2015, срок действия -20 лет),

LibreOffice (открытая лицензия),

программный комплекс Gaussian 9.

10.3. Базы данных и информационные справочные системы.

- База данных “Phase equilibria”
- база данных порошковых дифрактограмм PDF2-2012;
- электронная база данных термодинамических констант веществ «ТКВ». Доступна онлайн - <http://www.chem.msu.ru/cgi-bin/tkv.pl>
- база данных термодинамических величин IvtanThermo.

11. Материально-техническое обеспечение освоения дисциплины в ходе реализации образовательной программы.

Для проведения лекционных и практических занятий используется аудитория, оборудованная средствами оргтехники с лицензионным программным обеспечением и выходом в интернет и на сервер образовательной организации, на 33 посадочных места.

Для проведения ряда ознакомительных научно-исследовательских работ и лабораторных занятий используется приборная база инжинирингового центра СПбГТИ (ТУ), например, рентгеновский дифрактометр XRD-7000 (Shimadzu), сканирующий атомно-силовой зондовый микроскоп SPM-9700 (Shimadzu), ИК – Фурье спектрометр с приставкой НПВО IRTracer-100 (Shimadzu) и др.

12. Особенности освоения дисциплины инвалидами и лицами с ограниченными возможностями здоровья.

Для инвалидов и лиц с ограниченными возможностями учебные процесс осуществляется в соответствии с Положением об организации учебного процесса для обучения инвалидов и лиц с ограниченными возможностями здоровья СПбГТИ(ТУ), утвержденным ректором 28.08.2014.

**Фонд оценочных средств
для проведения промежуточной аттестации по дисциплине
«Методы исследования строения и физических свойств веществ»**

1. Перечень компетенций и этапов их формирования.

Индекс компетенции	Содержание	Этап формирования
ПК-1.	Способен планировать работу и выбирать адекватные методы решения научно-исследовательских задач в выбранной области химии, химической технологии или смежных с химией науках	промежуточный
ПК-2.	Способен проводить поиск научной информации в выбранной области химии и/или смежных наук	промежуточный

2. Показатели и критерии оценивания компетенций на различных этапах их формирования, шкала оценивания

Код и наименование индикатора достижения компетенции	Показатели сформированности (дескрипторы)	Критерий оценивания	Уровни сформированности (описание выраженности дескрипторов)		
			«удовлетворительно» (пороговый)	«хорошо» (средний)	«отлично» (высокий)
ПК-1.ДВ.03.02.1 Способность выбора адекватных методов и методик из разделов физика и химия поверхности, коллоидная химия, физическая химия поверхностных явлений и физикохимия наноматериалов	Знает основные методы и методики из разделов физика и химия поверхности, коллоидная химия, физическая химия поверхностных явлений и физикохимия наноматериалов	Результаты устного опроса, ответы на контрольные вопросы к темам программы № 1-6 Правильные ответы на вопросы №3,5-7,9,12,16 к экзамену	Перечисляет особенности работы со спектральными приборами с ошибками	Перечисляет особенности работы со спектральными приборами с незначительными ошибками, с помощью наводящих вопросов преподавателя	Правильно перечисляет особенности работы со спектральными приборами
	Умеет пользоваться основные физико-химическими законами из разделов физика и химия поверхности, коллоидная химия, физическая химия поверхностных явлений и физикохимия наноматериалов	Результаты устного опроса, ответы на контрольные вопросы к темам программы № 1-6 Правильные ответы на вопросы №8,10,11,13,15,19,20,21 к экзамену	Умеет пользоваться законами светорассеяния и знает законы магнетохимии с ошибками	Умеет пользоваться законами светорассеяния и знает законы магнетохимии с незначительными ошибками, с помощью преподавателя	Правильно пользуется законами светорассеяния и знает законы магнетохимии

	<p>Владеет навыками работы на современном научном оборудовании для решения задач из разделов физика и химия поверхности, коллоидная химия, физическая химия поверхностных явлений и физикохимия наноматериалов</p>	<p>Результаты устного опроса, ответы на контрольные вопросы к темам программы № 1-6</p> <p>Правильные ответы на вопросы №4,2,22,24,25,26 к экзамену</p>	<p>Демонстрирует навыки работы с современными методами ФХМА с ошибками</p>	<p>Демонстрирует навыки работы с современными методами ФХМА с незначительными ошибками, с помощью преподавателя</p>	<p>Правильно демонстрирует навыки работы с современными методами ФХМА, анализирует полученные результаты</p>
<p>ПК-2.ДВ.03.02.1 Способность проведения поиска из разделов физика и химия поверхности, коллоидная химия, физическая химия поверхностных явлений и физикохимия наноматериалов для решения профессиональных задач</p>	<p>Знает основные монографии и обзоры из разделов физика и химия поверхности, коллоидная химия, физическая химия поверхностных явлений и физикохимия наноматериалов</p>	<p>Результаты устного опроса, ответы на контрольные вопросы к темам программы №4,5</p> <p>Правильные ответы на вопросы №23,29-34 к экзамену</p>	<p>Перечисляет особенности концепций наносистем, владеет классификациями наносистем с ошибками</p>	<p>Перечисляет особенности концепций наносистем, владеет классификациями наносистем с незначительными ошибками, с помощью наводящих вопросов преподавателя</p>	<p>Правильно перечисляет особенности концепций наносистем, владеет классификациями наносистем</p>
	<p>Умеет осуществлять поиск основных статей, монографий и обзоров из разделов физика и химия поверхности, коллоидная химия, физическая химия поверхностных явлений и физикохимия наноматериалов</p>	<p>Результаты устного опроса, ответы на контрольные вопросы к темам программы № 4,5</p> <p>Правильные ответы на вопросы №1,27,28 к экзамену</p>	<p>Осуществляет поиск по методам исследования поверхности, сорбометрии и порометрии с ошибками</p>	<p>Осуществляет поиск по методам исследования поверхности, сорбометрии и порометрии с незначительными ошибками, с помощью</p>	<p>Правильно проводит поиск по методам исследования поверхности, сорбометрии и порометрии</p>

			преподавателя	
Владеет навыками работы с поисковыми системами и анализом полученной информации для решения задач из разделов физики и химии поверхности, коллоидной химии, физической химии поверхностных явлений и физикохимии наноматериалов	Результаты устного опроса, ответы на контрольные вопросы к темам программы № 4,5 Правильные ответы на вопросы №14,17,18 к экзамену	Демонстрирует навыки расшифровки данных по рентгеновской дифрактометрии, РМУ, РСА, вискозиметрии и тензометрии с ошибками	Демонстрирует навыки расшифровки данных по рентгеновской дифрактометрии, РМУ, РСА, вискозиметрии и тензометрии с незначительными ошибками, с помощью преподавателя	Правильно демонстрирует навыки расшифровки данных по рентгеновской дифрактометрии, РМУ, РСА, вискозиметрии и тензометрии, анализирует полученные результаты

Шкала оценивания соответствует СТО СПбГТИ(ТУ):

По дисциплине промежуточная аттестация проводится в форме экзамена, шкала оценивания – балльная («отлично», «хорошо», «удовлетворительно», «неудовлетворительно»).

3. Типовые контрольные задания для проведения промежуточной аттестации (экзамена)

а) Вопросы для оценки знаний, умений и навыков, сформированных у студента по компетенции ПК-1 (ПК-1.ДВ.03.02.1 Способность выбора адекватных методов и методик из разделов физика и химия поверхности, коллоидная химия, физическая химия поверхностных явлений и физикохимия наноматериалов):

1. Адсорбция и абсорбция, химическая и физическая адсорбция.
2. Изотермы адсорбции Генри, Фрейлиха, Лэнгмюра.
3. Теория БЭТ.
4. Вращательная и колебательная ИК-спектроскопия.
5. Электронная спектроскопия
6. Эмиссионная и атомно-сорбционная спектроскопия.
7. Атомно-сорбционная спектроскопия.
8. Фотометрический анализ (ФА).
9. Рамановская спектроскопия. Спектры комбинационного рассеяния (КРС).
10. Нефелометрия.
11. Турбодиметрия.
12. Рассеяние света коллоидными и дисперсными системами.
13. Динамическое светорассеяние.
14. Рентгеновское малоугловое рассеяние (РМУ).
15. Рассеяние света на заряженных частицах.

б) Вопросы для оценки знаний, умений и навыков, сформированных у студента по компетенции ПК-2 (ПК-2.ДВ.03.02.1 Способность проведения поиска из разделов физика и химия поверхности, коллоидная химия, физическая химия поверхностных явлений и физикохимия наноматериалов для решения профессиональных задач):

16. Хроматографические методы анализа.
17. Вискозиметрия.
18. Тензиметрия.
19. Магнитные методы анализа.
20. Магнитно-резонансные методы анализа.
21. Масс-спектрометрия.
22. Микроскопические методы анализа.
23. Методы исследования поверхности. Сканирующая зондовая микроскопия.
24. Сорбтометрия.
25. Порометрия.
26. Термические методы анализа.
27. Методы исследования поверхности.
28. Методы определения поверхностного натяжения.
29. Определение нанобъектов
30. Классификация наноструктур по размерности структурных элементов, геометрии и организации
31. Фуллерены и фуллероидные наноматериалы.
32. Методы синтеза наноматериалов.
33. Зависимость физико-химических свойств наносистем от дисперсности.
34. Изотерма адсорбции Гиббса.

4. Примеры варианты индивидуальных заданий

Задание 1.

Определить удельную поверхность $S^{уд}$ в зависимости от числа атомов С в нанокластере (N) в $\text{нм}^2/\text{а.е.}$ ($1 \text{ а.е.} = 1 \text{ г}/6.02 \cdot 10^{23}$) и $\text{м}^2/\text{г}$ для следующих наномодификаций:

1.1. На основе углеродных гексагонов (графитоподобных структур) с элементарным структурным фрагментом – правильным шестиугольником со стороной $a = 0.142 \text{ нм}$:

- 1 гексагон C_6 (изолированный),
- 2 гексагона $(C_6)_2$ (условно считать, что вероятность осуществления всех возможных конфигураций (изомеров), здесь и везде далее равновероятна). Имеется 2 альтернативных конфигурации: касание двух гексагонов 1 вершиной или 1 стороной (2 вершинами), альтернативы изобразить схемой.

- 3 гексагона $(C_6)_3$. Имеется 4 альтернативных конфигурации: касание трех гексагонов 2 вершинами или 1 стороной и 1 вершиной или 2 разобщенными сторонами или 2 соседними сторонами, альтернативы изобразить схемой.

- 4 гексагона $(C_6)_4$. Имеется 6 альтернативных конфигурации: касание четырех гексагонов 3 вершинами или 1 стороной и 2 вершинами или 2 разобщенными сторонами одного гексагона и одной вершиной или 2 разобщенными сторонами двух разных гексагонов и одной вершиной или 3 сторонами разных гексагонов и 1 вершиной или 4 сторонами разных гексагонов, альтернативы изобразить схемой.

- ∞ число гексагонов (графен) $(C_6)_\infty$. Помнить, что каждый атом С принадлежит 3 различным гексагонам.

- $n \cdot \infty$ число гексагонов (графит), состоящий из n параллельных графеновых слоев $(C_6)_{n \cdot \infty}$. Помнить, что каждый атом С принадлежит 3 различным гексагонам, а межслоевое пространство ($c = 0.671 \text{ нм}$). недоступно для внешнего контакта.

1.2. Построить график зависимости $S^{уд}(N)$.

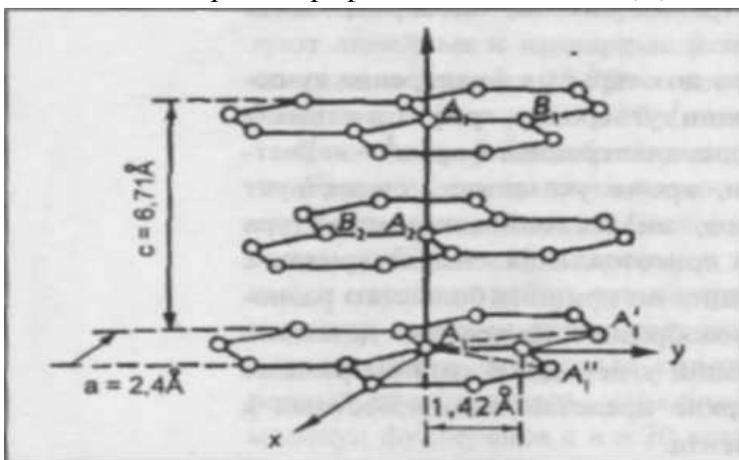


Рис.1

Структура гексагонального графита

1.3. На основе углеродных ромбов (со стороной $a = 0.246 \text{ нм}$ (ромб состоит из двух правильных треугольников)):

- 1 ромб C_4 (изолированный),
- 2 ромба $(C_4)_2$ (условно считать, что вероятность осуществления всех возможных конфигураций (изомеров), здесь и везде далее равновероятна). Имеется 2 альтернативных конфигурации: касание двух ромбов 1 вершиной или 1 стороной (2 вершинами), альтернативы изобразить схемой.

- 3 ромба $(C_4)_3$. Имеется 4 альтернативных конфигурации: касание трех ромбов 2 вершинами или 1 стороной и 1 вершиной или 2 разобщенными сторонами или 2 соседними сторонами, альтернативы изобразить схемой.

- 4 ромба (C_4)₄. Имеется 6 альтернативных конфигурации: касание четырех ромбов 3 вершинами или 1 стороной и 2 вершинами или 2 разобщенными сторонами одного ромба и одной вершиной или 2 разобщенными сторонами двух разных ромбов и одной вершиной или 3 сторонами разных ромбов и 1 вершиной или 4 сторонами разных ромбов, альтернативы изобразить схемой.

- ∞ число ромбов (ромбографен) (C_4) _{∞} . Помнить, что каждый атом С принадлежит 3 различным ромбам.

- $n \infty$ число ромбов (ромбографит), состоящий из n параллельных ромбографеновых слоев (C_4) _{$n \infty$} . Помнить, что каждый атом С принадлежит 3 различным ромбам, а межслоевое пространство ($c = 1.005$ нм). недоступно для внешнего контакта.

1.4. Построить график зависимости $C^{уд}(N)$.

Задание 2.

2.1. На основе фуллеренов C_n (состоящих из правильных гексагонов (C_6) и пентагонов (C_5) с формальной стороной – длиной связи С-С $a = 0.140$ нм):

- фуллерен C_{60} , состоящий из 12 пентагонов и 20 гексагонов (сфероид радиусом $r = 0.357$ нм), расчет провести суммируя площади граней и “общую площадь сферы”.

$$V(\text{сферы}) = 4/3\pi r^3, S(\text{сферы}) = 4\pi r^2$$

- фуллерен C_{70} , состоящий из 12 пентагонов и 25 гексагонов (эллипсоид вращения с главными радиусами $r_1 = r_2 = 0.370$ нм, $r_3 = 0.355$ нм), расчет провести суммируя площади граней и “общую площадь эллипсоида”.

- фуллерен C_{76} , состоящий из 12 пентагонов и 28 гексагонов (эллипсоид вращения с главными радиусами $r_1 = r_2 = 0.380$ нм, $r_3 = 0.354$ нм), расчет провести суммируя площади граней и “общую площадь эллипсоида”.

- фуллерен C_{84} , состоящий из 12 пентагонов и 32 гексагона (эллипсоид вращения с главными радиусами $r_1 = r_2 = 0.388$ нм, $r_3 = 0.355$ нм), расчет провести суммируя площади граней и “общую площадь эллипсоида”.

$$V(\text{эллипсоида}) = 4/3\pi r_1 r_2 r_3, S(\text{эллипсоида}) = 4\pi(r_1 r_2 r_3)^{2/3}$$

- Димер (C_{60})₂ с общим пентагоном и потерей – C_5 .

- Димер (C_{60})₂ с общим гексагоном и потерей – C_6 .

2.2. Построить график зависимости $C^{уд}(N)$.

2.3. На основе нанотрубок (состоящих из правильных гексагонов (C_6)) (при расчете предполагать, что внутренняя полость нанотрубки доступна):

- однослойных с диаметром $d = 3$ нм.

- однослойных с диаметром $d = 5$ нм.

- однослойных с диаметром $d = 12$ нм.

- однослойных с диаметром $d = 20$ нм.

2.4. Построить график зависимости $C^{уд}(d)$.

- 5 слойных с внешним диаметром $d_1 = 35$ нм, внутренним диаметров $d_2 = 8$ нм,

- 10 слойных с внешним диаметром $d_1 = 60$ нм, внутренним диаметров $d_2 = 8$ нм,

- 15 слойных с внешним диаметром $d_1 = 85$ нм, внутренним диаметров $d_2 = 8$ нм,

- 20 слойных с внешним диаметром $d_1 = 110$ нм, внутренним диаметров $d_2 = 8$ нм,

2.5. Построить график зависимости $C^{уд}(d_1)$.

Задание 3.

Используя формулы Лапласа, Томсона, Гиббса и т.п. рассчитать и построить графики зависимости термодинамических функций наносистем (F) от среднего линейного размера наночастиц $F(r)$ при различных $r = 1, 3, 10, 30, 100$ нм, при температуре T и атмосферном общем давлении $P = 1$ а:

- Давление пара над сферической каплей расплава вещества А на воздухе - $P(r)$;
 $P(r) = P_0 \exp(v/RT * 2\sigma/r)$, где σ - поверхностное натяжение, v - молярный объем, P_0 -
 давление над компактным материалом.

- Температуру плавления $[T(r) - T_0]/T_0 = -v/L * 2\sigma/r$, L - молярная теплота
 плавления, T_0 - температура плавления компактного материала.

- Изменение химического п-ала $\Delta\mu$ (Дж/моль): $\Delta\mu(r) = 2\sigma/\rho r$ где: $\rho = 1/v$
 (молярная плотность).

Вар.	В-во А	T (К)	$v(\text{м}^3/\text{моль})$	$\sigma(\text{Дж}/\text{м}^2)$	P_0 (Па)	T_0 (К)	L (кДж/моль)
1	H ₂ O (18 а.е.)	293	$18 \cdot 10^{-6}$	$73 \cdot 10^{-3}$	552	373	6.1
2	In (115 а.е.)	473	$18 \cdot 10^{-6}$	$971 \cdot 10^{-3}$	2.7	429	3.3
3	Ga (70 а.е.)	350	$12 \cdot 10^{-6}$	$735 \cdot 10^{-3}$	3.8	303	5.6
4	Hg (201 а.е.)	298	$15 \cdot 10^{-6}$	$487 \cdot 10^{-3}$	0.17	234	2.3

Задание 4.

На графике представлена экспериментальная зависимость адсорбции ($C^s = a$) от
 концентрации адсорбата в жидком растворе (C^l) или давления пара адсорбата (P) (см. Рис.
 1-6)

2.1. Снять с графика зависимость $C^s = f(C^l), f(P)$.

2.2. Рассчитать $1/C^s, 1/C^l, \ln C^l, \ln P$

2.3. Построить зависимости $1/C^s = f(1/C^l), f(1/P), \ln C^s = f(\ln C^l), f(\ln P)$

2.4. Определить какой модели отвечает изотерма адсорбции: Генри ($C^s = K_f C^l, K_f P$
), Лэнгмюра ($C^s = bC^l / 1 + bC^l, bP / 1 + bP$), Фрейлиха ($C^s = B(C^l)^{1/n}, B(C^l)^{1/n}$

2.5. Определить параметры модели: K_f или b или B и n .

2.6. Произвести расчет адсорбции по модельному уравнению и сравнить результаты
 с экспериментом.

2.7. Рассчитать массу адсорбированного вещества при массе сорбента 5 г, удельной
 поверхности сорбента $150 \text{ м}^2/\text{г}$ и давлении пара адсорбата 300 Па.

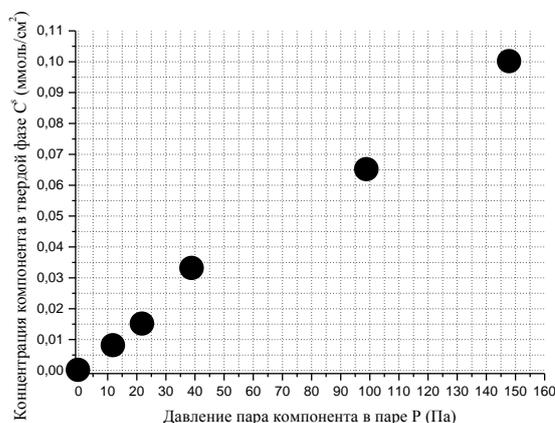


Рис.1.

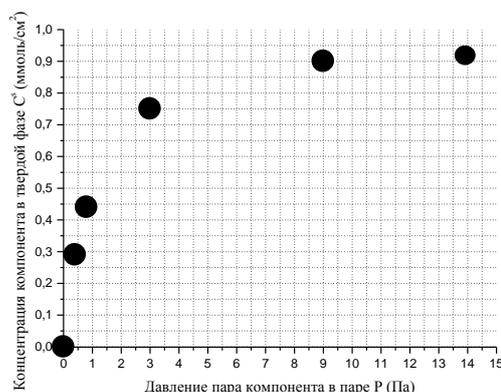


Рис.2.

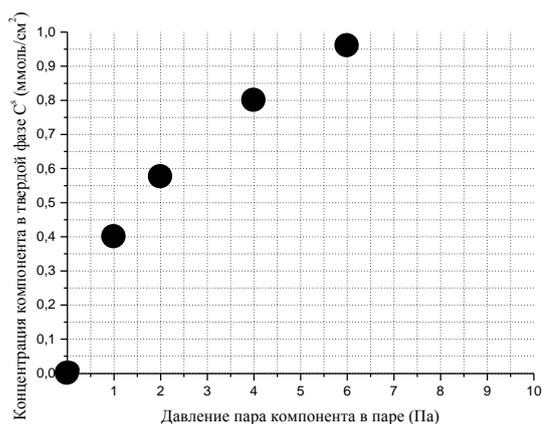


Рис.3.

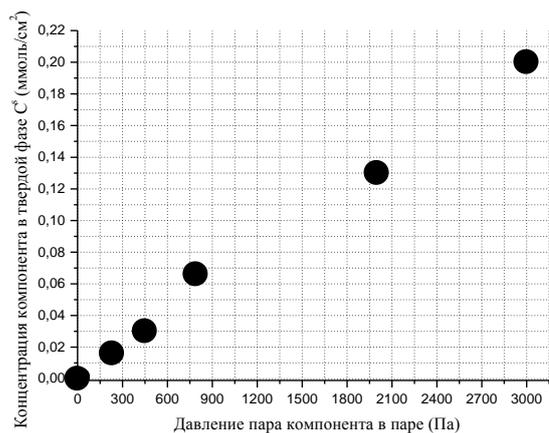


Рис.4.

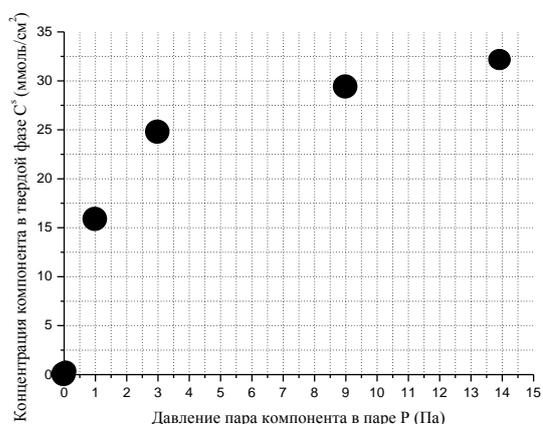


Рис.5.

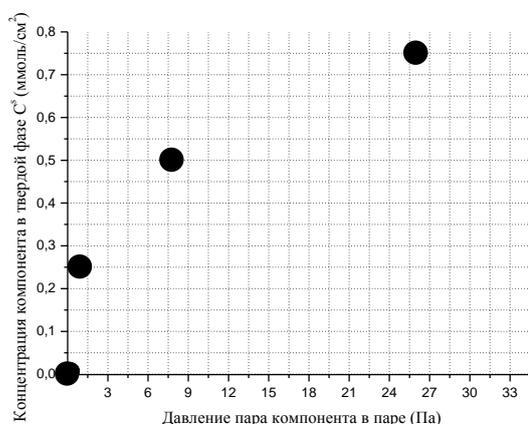


Рис.6.

5. Примерные темы рефератов:

1. Методы получения и идентификации фуллеренов и металлофуллеренов
2. Методы получения и идентификации фуллероидных материалов и металлофуллероидов
3. Методы получения и идентификации графенов.
4. Методы получения и основные характеристики углеродных наноматериалов.
5. Методы получения и основные характеристики наносорбентов.
6. Получение и очистка материалов методами физической сорбции.
7. Получение и очистка материалов методами химической сорбции.
8. Получение и очистка материалов методами ионного обмена
9. Получение и очистка биосорбентов.
10. Промышленное использование адсорбции газов.
11. Промышленное использование адсорбции жидких продуктов.

6. Контрольные вопросы к темам программы (для подготовки к устному опросу)

Тема	Контрольные вопросы
Наносистемы, наноматериалы и нанокопозиты экспериментального изучения	<ol style="list-style-type: none"> 1. Каковы характерные размеры наноструктур. 2. Классификация наноструктур по фрактальной размерности. 3. Классификация углеродных наноструктур. 4. Что такое фуллерены и фуллереноподобные структуры. 5. Что такое фуллероидные материалы. 6. Охарактеризуйте структуру графенов. 7. Какими экспериментальными методами изучают наноструктуры. 8. Охарактеризуйте зависимость температур плавления наноструктур от их линейных размеров. 9. Охарактеризуйте зависимость давления наноструктур от их линейных размеров. 10. Охарактеризуйте зависимость химических потенциалов компонентов наноструктур от их линейных размеров. 11. Охарактеризуйте зависимость теплоемкостей наноструктур от их линейных размеров.
Поверхностная энергия. Адсорбция и абсорбция, физическая и хемосорбция, изотерма адсорбции Гиббса	<ol style="list-style-type: none"> 12. Что такое поверхностная энергия и каковы единицы измерения. 13. Что такое адсорбция и абсорбция. 14. Что такое физическая и химическая сорбция, приведите примеры. 15. Опишите уравнение изотермы адсорбции Гиббса. 16. Энергии активации сорбции и переход физической сорбции в химическую. 17. Как определяют диффузионный и кинетический режимы гетерогенных процессов.
Адсорбция на границе раздела твердое тело-жидкость.	<ol style="list-style-type: none"> 18. Опишите механизмы сорбции газов. 19. Дайте общую классификацию твердых сорбентов. 20. Опишите экспериментальные способы определения удельной поверхности и пористой структуры с помощью сорбции газов.
Адсорбция на границе раздела твердое тело-газ.	<ol style="list-style-type: none"> 21. Опишите механизмы сорбции жидких компонентов растворов. 22. Дайте общую классификацию твердых сорбентов для сорбции жидкостей. 23. Опишите экспериментальные способы определения удельной поверхности и пористой структуры с помощью сорбции жидкостей.
Теории адсорбции.	<ol style="list-style-type: none"> 24. Дайте вывод изотермы адсорбции Генри и опишите определение параметра Генри 25. Дайте вывод изотермы адсорбции Лэнгмюра и опишите определение параметров Лэнгмюра 26. Дайте вывод изотермы адсорбции Фредлиха и опишите определение параметров Фредлиха . 27. Дайте вывод изотермы адсорбции а теории БЭТ и опишите определение параметров уравнения теории БЭТ.

7. Билеты к экзамену дисциплины **Физическая химия поверхностных явлений и наноматериалов (пример).**

Билет N1.

1. Масс-спектрометрия.
2. Химическая и физическая адсорбция, зависимость от температуры и диффузионных режимов растворения.
3. Вам необходимо провести разделение и определение смеси редкоземельных элементов (лантаноиды + иттрий + скандий). Какими методами физико-химического анализа можно провести эту операцию?

Билет N2.

1. Вискозиметрия и тензиметрия.
2. Изотермы адсорбции Генри, Лэнгмюра, Фрейлиха, БЭТ.
3. Вы пробурили скважину для добычи артезианской воды. Какими методами физико-химического анализа можно охарактеризовать качество питьевой артезианской воды?

Билет N3.

1. Классы магнитных материалов.
2. Порометрия и сорбтометрия.
3. Какими методами физико-химического анализа нужно охарактеризовать загрязнения атмосферы в промышленной городской зоне ?

Билет N4.

1. Нефелометрия и турбодиметрия.
2. Классификация наноматериалов.
3. В зоне отчуждения произошла утечка радиоактивных материалов. Какими методами физико-химического анализа можно охарактеризовать этот процесс?

Билет N5.

1. Изотерма адсорбции Гиббса.
2. Методы получения наноматериалов.
3. Вам нужно провести анализ крови человека на содержание запрещенных медицинских препаратов. Какими методами физико-химического анализа можно идентифицировать последние?

Билет N6.

1. Хроматографическое разделение компонентов.
2. Микроскопические методы анализа.
3. На шахте может происходить неконтролируемый выброс метана. Какими методами физико-химического анализа можно идентифицировать опасность выброса ?

Билет N7.

1. Рамановская спектроскопия. Спектры комбинационного рассеяния.
 2. Зависимость физико-химических свойств наноматериалов от размеров наночастиц.
 3. На дне океана залегает нефтяное месторождение. Какими методами физико-химического анализа можно качественно идентифицировать его наличие, не пробуривая пробные скважины?
-

8. Темы докладов на научных семинарах

Научный семинар I. Физическая химия наноматериалов

1. Получение и очистка биосорбентов.
2. Промышленное использование адсорбции газов.
3. Методы получения и основные характеристики наносорбентов.
4. Получение и очистка материалов методами ионного обмена.

Научный семинар II. Физическая химия поверхностных явлений

5. Методы получения и идентификации графенов.
6. Методы получения и идентификации фуллероидных материалов и металлофуллероидов.
7. Методы получения и идентификации фуллеренов и металлофуллеренов.
8. Методы получения и основные характеристики углеродных наноматериалов.

Научный семинар III. Особенности синтеза, выделения, идентификации и очистки углеродных нанокластеров

Встречи с представителями российских и зарубежных компаний: Нанотехсинтез, ИЛИП, NanoCarbon (Veneto, Italy)

10. Методические материалы для определения процедур оценивания знаний, умений и навыков, характеризующих этапы формирования компетенций.

Промежуточная аттестация по дисциплине проводится в соответствии с требованиями СТП СТО СПбГТИ(ТУ) 016-2015. КС УКДВ Порядок проведения зачетов и экзаменов.

По дисциплине промежуточная аттестация проводится в форме экзамена.

Шкала оценивания на экзамене балльная («отлично», «хорошо», «удовлетворительно», «неудовлетворительно»).