

Документ подписан простой электронной подписью
Информация о владельце:
ФИО: Пекаревский Борис Владимирович
Должность: Проректор по учебной и методической работе
Дата подписания: 12.09.2021 20:41:03
Уникальный программный ключ:
3b89716a1076b80b2c167df0f27c09d01782ba84

**Рабочая программа дисциплины
ТЕОРЕТИЧЕСКИЕ ОСНОВЫ ФИЗИЧЕСКОЙ АДСОРБЦИИ И
АДСОРБЦИОННЫХ ПРОЦЕССОВ**

**Направление подготовки
18.03.01 Химическая технология**

**Направленность программы бакалавриата
Химическая технология органических веществ**

**Профессиональный модуль
Технология средств химической защиты в чрезвычайных ситуациях**

СОДЕРЖАНИЕ

1. Перечень планируемых результатов обучения по дисциплине, соотнесенных с планируемыми результатами освоения образовательной программы	03
2. Место дисциплины (модуля) в структуре образовательной программы	05
3. Объем дисциплины	05
4. Содержание дисциплины	
4.1. Разделы дисциплины и виды занятий	06
4.2. Занятия лекционного типа	06
4.3. Занятия семинарского типа	07
4.3.1. Семинары, практические занятия	07
4.3.2. Лабораторные занятия	07
4.4. Самостоятельная работа	08
5. Перечень учебно-методического обеспечения для самостоятельной работы обучающихся по дисциплине	08
6. Фонд оценочных средств для проведения промежуточной аттестации	09
7. Перечень основной и дополнительной учебной литературы, необходимой для освоения дисциплины	09
8. Перечень ресурсов информационно-телекоммуникационной сети «Интернет», необходимых для освоения дисциплины	10
9. Методические указания для обучающихся по освоению дисциплины	10
10. Перечень информационных технологий, используемых при осуществлении образовательного процесса по дисциплине	
10.1. Информационные технологии	10
10.2. Программное обеспечение	11
11. Материально-техническая база, необходимая для осуществления образовательного процесса по дисциплине	11
12. Особенности освоения дисциплины инвалидами и лицами с ограниченными возможностями здоровья	11
Приложения: 1. Фонд оценочных средств для проведения промежуточной аттестации ...	12

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

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

<i>Коды компетенции</i>	Результаты освоения ООП (содержание компетенций)	Перечень планируемых результатов обучения по дисциплине
ПК-1	способность и готовность осуществлять технологический процесс в соответствии с регламентом и использовать технические средства для измерения основных параметров технологического процесса, свойств сырья и продукции	<p>Знать:</p> <ul style="list-style-type: none"> - классификацию и характеристики сорбентов; - текстурные и сорбционные характеристики поглотителей; - классификацию ИА, классификацию сорбентов по происхождению, составу, природе, пористой структуре <p>Уметь:</p> <ul style="list-style-type: none"> - проводить исследования с целью тестирования сорбционных материалов; - анализировать применимость поглотителя в конкретных производственных целях; - осуществлять выбор сорбента для конкретного производственного процесса, исходя из вида ИА, основных характеристик поглотителя <p>Владеть:</p> <ul style="list-style-type: none"> - сорбционными методами исследования сорбентов и интерпретации полученных данных; - методиками определения характеристик поглотителей - методиками определения ИА
ПК-10	способность проводить анализ сырья, материалов и готовой продукции, осуществлять оценку результатов анализа	<p>Знать:</p> <ul style="list-style-type: none"> - основные характеристики и особенности применения сорбционных материалов; - виды и основные особенности сорбционных явлений, текстурные и сорбционные характеристики поглотителей; - особенности поглощения паров порами различной формы и вид ИА в зависимости от этого. <p>Уметь:</p> <ul style="list-style-type: none"> - рекомендовать сорбирующие материалы к применению в

Коды компетенции	Результаты освоения ООП (содержание компетенций)	Перечень планируемых результатов обучения по дисциплине
		<p>конкретных случаях;</p> <ul style="list-style-type: none"> - рассчитывать характеристики сорбирующих материалов на основе результатов проводимых исследований; - интерпретировать полученные экспериментальные данные с целью характеристики поглотителя и его применимости в производственном процессе
ПК-19	<p>готовность использовать знания основных физических теорий для решения возникающих физических задач, самостоятельного приобретения физических знаний, для понимания принципов работы приборов и устройств, в том числе выходящих за пределы компетентности конкретного направления</p>	<p>Знать:</p> <ul style="list-style-type: none"> - основные теории физической адсорбции; - особенности осуществления процессов физической адсорбции - основные закономерности процесса адсорбции - теорию капиллярной конденсации в применении к сорбирующим материалам - общие закономерности адсорбции смесей на сорбентах <p>Уметь:</p> <ul style="list-style-type: none"> - применять полученные знания для интерпретации исследований свойств сорбентов; - выбирать сорбент, исходя из свойств его поверхности; - производить расчет ИА, пользоваться расчетным аппаратом теории объемного заполнения микропор с целью анализа и прогнозирования поведения сорбционной системы в производственном процессе; - применять математический аппарат обсчета десорбционной ветви ИА с целью получения основных характеристик сорбентов; - производить расчет адсорбции бинарной смеси паров (газов) на конкретном поглотителе <p>Владеть:</p> <ul style="list-style-type: none"> - способностью предлагать условия осуществления регенерационных процессов

2. Место дисциплины в структуре образовательной программы.

Дисциплина относится к профессиональному модулю по выбору Б.1.В.ДВ.01.04. «Технология средств химической защиты в чрезвычайных ситуациях», является обязательной (Б.1.В.ДВ.01.04.01) и изучается на 3 курсе в 5 семестре.

В методическом плане дисциплина опирается на элементы компетенций, сформированные при изучении дисциплин «Физика», «Математика», «Общая и неорганическая химия», «Органическая химия», «Физическая химия», «Коллоидная химия».

Полученные в процессе изучения дисциплины знания, умения и навыки могут быть использованы в научно-исследовательской работе бакалавра и при выполнении выпускной квалификационной работы.

3. Объем дисциплины.

Вид учебной работы	Всего, академических часов
	Очная форма обучения
Общая трудоемкость дисциплины (зачетных единиц/ академических часов)	5/ 180
Контактная работа с преподавателем:	108
занятия лекционного типа	36
занятия семинарского типа, в т.ч.	54
семинары, практические занятия	
лабораторные работы	54
курсовое проектирование (КР или КП)	-
КСР	18
другие виды контактной работы	
Самостоятельная работа	36
Форма текущего контроля	-
Форма промежуточной аттестации (экзамен)	Экзамен (36)

4. Содержание дисциплины.

4.1. Разделы дисциплины и виды занятий.

№ п/п	Наименование раздела дисциплины	Занятия лекционного типа, акад. часы	Занятия семинарского типа, акад. часы		Самостоятельная работа, акад. часы	Формируемые компетенции
			Семинары и/или практические занятия	Лабораторные работы		
1.	Основные понятия и определения	10		22	12	ПК-1 ПК-10
2.	Физическая адсорбция как вид сорбционных явлений	4				ПК-19
3.	Теоретические закономерности физической адсорбции	10		32	18	ПК-19 ПК-1
4.	Капиллярная конденсация	6			3	ПК-19 ПК-10
5.	Многокомпонентная адсорбция	6			3	ПК-19

4.2. Занятия лекционного типа.

№ раздела дисциплины	Наименование темы и краткое содержание занятия	Объем, акад. часы	Инновационная форма
1	<u>Основные понятия и определения</u> Сорбция, виды сорбционных явлений, удельная поверхность, равновесие в сорбционной системе, величина удельной адсорбции, основные характеристики сорбирующих материалов, классификация адсорбентов, теплоты сорбции	10	
2	<u>Физическая адсорбция как вид сорбционных явлений</u> Определение. Силы физической адсорбции. Обратимость физической адсорбции.	4	
3	<u>Теоретические закономерности физической адсорбции</u> Уравнение адсорбции: по Гиббсу, Фрейндлиху, Лэнгмюру. Изотерма адсорбции (ИА). ИА в относительных координатах. Классификация ИА по Бруннауэру. Классические теории адсорбции. Теория объемного заполнения микропор.	10	

№ раздела дисциплины	Наименование темы и краткое содержание занятия	Объем, акад. часы	Инновационная форма
4	<u>Капиллярная конденсация</u> Полная ИА. Явление гистерезиса. Теории гистерезиса. Уравнения Лапласа и Томсона-Кельвина. Применение десорбционной ветви полной ИА.	6	
5	<u>Многокомпонентная адсорбция</u> Избирательность сорбции. Вид ИА многокомпонентной сорбции. Влияние параметров процесса адсорбции на ее селективность. Конкурентный характер многокомпонентной сорбции. Коэффициент селективности.	6	

4.3. Занятия семинарского типа.

4.3.1. Семинары, практические занятия.

Учебным планом не предусмотрены

4.3.2. Лабораторные занятия.

№ раздела дисциплины	Наименование темы и краткое содержание занятия	Объем, акад. часы	Примечание
1	Правила поведения в лабораторном практикуме. Техника безопасности - изучение правил поведения в лабораторном практикуме - подготовка ответов на вопросы билета - устный ответ преподавателю	6	
1	Определение суммарной пористости и пикнометрической плотности сорбентов - определение пикнометрической плотности сорбентов: - определение постоянной пикнометров -определение объема воды, поглощенной сорбентом в процессе кипячения -расчет пикнометрической плотности -определение суммарной пористости: -насыщение сорбента определяющей жидкостью -откачка образца на нутч-фильтре -расчет суммарной пористости	16	
3	Определение эффективного объема микропор -градуировка капилляра испарителя -выбор концентрации бензола в потоке, соответствующей точке начала петли гистерезиса -проведение насыщения образца бензолом в динамических условиях -расчет эффективного объема микропор	16	

№ раздела дисциплины	Наименование темы и краткое содержание занятия	Объем, акад. часы	Примечание
3	Изучение поглощения карбоновых кислот активными углями -изучение методики проведения эксперимента -подготовка адсорбента к работе -снятие изотермы адсорбции -построение изотермы адсорбции по Гиббсу -построение изотермы адсорбции по Лэнгмюру	16	

4.4. Самостоятельная работа обучающихся.

№ раздела дисциплины	Перечень вопросов для самостоятельного изучения	Объем, акад. часы	Форма контроля
1	Активированная адсорбция.	3	Письменный опрос №1
1	Хемосорбция	6	Письменный опрос №1
1	Химическая адсорбция как предкаталитическая стадия процесса	3	Письменный опрос №1
3	Деформация пор микропористых адсорбентов	3	Письменный опрос №1
3	Идеальный адсорбционный слой	3	Письменный опрос №1
3	Реальный адсорбционный слой на однородной поверхности	3	письменный опрос №1
3	Адсорбция на неоднородной поверхности	3	письменный опрос №1
3	Адсорбция из жидких растворов на поверхности твердых адсорбентов	3	письменный опрос №2
3	Теория объемного заполнения микропор	3	письменный опрос №2
4	Ртутная порометрия	3	Письменный опрос №2
5	Расчет многокомпонентной адсорбции методами Лэнгмюра и Майерса-Праусница	3	Письменный опрос №2

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

Своевременное выполнение обучающимся мероприятий текущего контроля позволяет превысить (достигнуть) пороговый уровень («удовлетворительно») освоения предусмотренных элементов компетенций.

Результаты дисциплины считаются достигнутыми, если для всех элементов компетенций превышен (достигнут) пороговый уровень освоения компетенции на данном этапе.

Промежуточная аттестация по дисциплине проводится в форме экзамена.

К сдаче экзамена допускаются студенты, выполнившие все формы текущего контроля.

Экзамен предусматривают выборочную проверку освоения предусмотренных элементов компетенций и комплектуются вопросами (заданиями) двух видов: теоретический вопрос (для проверки знаний) и комплексная задача (для проверки умений и навыков).

При сдаче экзамена студент получает два вопроса из перечня вопросов, задачу на усмотрение преподавателя, время подготовки студента к устному ответу - до 60 мин.

Пример варианта вопросов на экзамене:

Вариант № 1

1. Классификация типов ИА по Брунауэру. Факторы, определяющие вид ИА. Методика определения изотермы адсорбции.
2. Уравнение Томсона-Кельвина.
3. Масса сорбента после регенерации составила 5 г, после выдержки в условиях эксикатора с парами бензола масса навески сорбента составила 6,3 г. Каков предельный объем сорбционного пространства данного поглотителя?

7. Перечень основной и дополнительной учебной литературы, необходимой для освоения дисциплины

а) основная литература:

1 Сорбирующие материалы, изделия, устройства и процессы управляемой адсорбции/ В.В.Самонин [и др.] - СПб: «Наука», 2009. - 271 с.

2 Фенелонов, В.Б. Адсорбционно-капиллярные явления и пористая структура катализаторов и адсорбентов: сборник задач и вопросов с ответами и решениями/ В.Б.Фенелонов, М.С.Мельгунов; Новосиб. гос. ун-т. - Новосибирск: изд-во Новосиб. ун-та, 2010. - 188 с.

3 Добкина, Е.И. Пористая структура катализаторов и адсорбентов: учеб. пособие/ Е.И.Добкина, Л.А.Нефедова, С.А.Лаврищева;СПбГТИ(ТУ). - СПб: [б.и.], 2010. - 24 с.

4 Ягодковский, В.Д. Адсорбция : учебное пособие для вузов по направлению ВПО 020100 - химия и спец. ВПО 020201 - фундаментальная и прикладная химия / В. Д. Ягодковский - М. : БИНОМ. Лаборатория знаний, 2015. - 219 с. (ЭБС)

б) дополнительная литература:

1 Мальцева, Н.В. Определение механической прочности наноструктурированных пористых тел: катализаторов, носителей и сорбентов : Методические указания к лабораторным работам / Н. В. Мальцева, Ю. В. Александрова ; СПбГТИ(ТУ). Каф. общ. хим. технологии и катализа. - СПб. : [б. и.], 2012. - 58 с.

в) вспомогательная литература:

1 Кинле, Х. Активные угли и их промышленное применение/Х.Кинле, Э.Бадер. – Л.: Химия, 1984. – 215 с.

2 Неймарк, И.Е. Синтетические минеральные адсорбенты и носители катализаторов/И.Е.Неймарк – Киев: Наук. думка, 1982. – 216 с.

3 Серпионова, Е.Н. Промышленная адсорбция газов и паров/Е.Н.Серпионова. – М.: Высш. шк., 1969. – 414 с.

4 Кельцев, Н.В. Основы адсорбционной техники / Н. В. Кельцев. - 2-е изд., перераб. и доп. - М. : Химия, 1984. - 592 с.

5 Устинов, Е.А. Равновесная адсорбция смесей паров на поверхности твердых веществ и в микропорах адсорбентов: учеб. пособие/Е.А.Устинов. – СПб: изд-во СПбГТИ(ТУ), 2004. – 24с.

6 Устинов, Е.А. Определение пористой структуры углеродных адсорбентов. Молекулярные подходы : Учебное пособие / Е. А. Устинов ; СПбГТИ(ТУ). Каф. хим. технологии материалов и изделий сорбц. техники. - СПб. : [б. и.], 2003. - 25 с.

7 Устинов, Е.А. Капиллярная конденсация в мезопорах адсорбентов : Учебное пособие / Е. А. Устинов ; СПбГТИ(ТУ). Каф. хим. технологии материалов и изделий сорбционной техники. - СПб. : [б. и.], 2002. - 24 с. : ил. - Библиогр.: с. 23.

8. Перечень ресурсов информационно-телекоммуникационной сети «Интернет», необходимых для освоения дисциплины.

учебный план, РПД и учебно-методические материалы:
<http://media.technolog.edu.ru>

электронно-библиотечные системы:

«Электронный читальный зал – БиблиоТех» <https://technolog.bibliotech.ru/>;

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

9. Методические указания для обучающихся по освоению дисциплины.

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

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

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

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

СПбГТИ(ТУ) 016-2015. КС УКДВ. Порядок проведения зачетов и экзаменов.

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

Планирование времени на самостоятельную работу, необходимого на изучение настоящей дисциплины, студентам лучше всего осуществлять на весь семестр, предусматривая при этом регулярное повторение пройденного материала. Материал, законспектированный на лекциях, необходимо регулярно дополнять сведениями из литературных источников, представленных в «Рабочей программе». По каждому из разделов, 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. Для расширения знаний по дисциплине рекомендуется также использовать Интернет-ресурсы.

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 электронной почты.

10.2. Программное обеспечение.

«Apache_OpenOffice»

11. Материально-техническая база, необходимая для осуществления образовательного процесса по дисциплине.

Для ведения лекционных занятий используется аудитория, оборудованная средствами оргтехники, на 20-30 посадочных мест (проектор BenQ MX518, Ноутбук HP Compaq Presario – 2 шт, проектор Vivitek D508 DL P, проекционный экран – 2 шт., пульт для управления презентацией доски).

Для проведения лабораторных занятий используется практикум. Помещения оснащены мебелью.

Используемое в лаборатории оборудование и материалы:

установки ВТА,
колориметр КФК-2,
ультратермостат 2-15С
Электрошкаф сушильный,
весы лабораторные ВМ 213,
весы ВМК 1501,
весы ВМК 651,
весы аналитические ВЛР-200

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 28.08.2014г.

**Фонд оценочных средств
для проведения промежуточной аттестации по
дисциплине «Теоретические основы физической адсорбции и адсорбционных
процессов»**

1. Перечень компетенций и этапов их формирования.

Компетенции		
Индекс	Формулировка	Этап формирования
ПК-1	способность и готовность осуществлять технологический процесс в соответствии с регламентом и использовать технические средства для измерения основных параметров технологического процесса, свойств сырья и продукции	промежуточный
ПК-10	способность проводить анализ сырья, материалов и готовой продукции, осуществлять оценку результатов анализа	промежуточный
ПК-19	готовность использовать знания основных физических теорий для решения возникающих физических задач , самостоятельного приобретения физических знаний, для понимания принципов работы приборов и устройств, в том числе выходящих за пределы компетентности конкретного направления	промежуточный

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

Показатели оценки результатов освоения дисциплины	Планируемые результаты	Критерий оценивания	Компетенции
Освоение раздела № 1	<p>Знает:</p> <ul style="list-style-type: none"> - классификацию и характеристики сорбентов; - Текстурные и сорбционные характеристики поглотителей <p>Умеет:</p> <ul style="list-style-type: none"> - проводить исследования с целью тестирования сорбционных материалов; - анализировать применимость поглотителя в конкретных производственных целях <p>Владеет:</p> <ul style="list-style-type: none"> - сорбционными методами исследования сорбентов и интерпретации полученных данных; методиками определения характеристик поглотителей 	Правильные ответы на вопросы №1,2,3,4,11 к экзамену	ПК-1

Показатели оценки результатов освоения дисциплины	Планируемые результаты	Критерий оценивания	Компетенции
	<p>Знает: -Основные характеристики и особенности применения сорбционных материалов; Виды и основные особенности сорбционных явлений, текстурные и сорбционные характеристики поглотителей</p> <p>Умеет: Рассчитывать характеристики сорбирующих материалов на основе результатов проводимых исследований, - рекомендовать сорбирующие материалы к применению в конкретных случаях;</p>	Правильные ответы на вопросы № 12, 13, 15 к экзамену	ПК-10
Освоение раздела №2	<p>Знает: Особенности осуществления процессов физической адсорбции</p> <p>Умеет: Выбирать сорбент, исходя из свойств его поверхности</p> <p>Владеет: Способностью предлагать условия осуществления регенерационных процессов</p>	Правильные ответы на вопросы №17,18,19, 21 к экзамену	ПК-19
Освоение раздела № 3	<p>Знает: Классификацию ИА, классификацию сорбентов по происхождению, составу, природе, пористой структуре</p> <p>Умеет: -Осуществлять выбор сорбента для конкретного производственного процесса, исходя из вида ИА, основных характеристик поглотителя</p> <p>Владеет: Методиками определения ИА</p>	Правильные ответы на вопросы №5 - 10 к экзамену	ПК-1
	<p>Знает: -Основные теории физической адсорбции; -основные закономерности процесса адсорбции</p> <p>Умеет: -применять полученные данные для интерпретации исследований свойств сорбентов;</p>	Правильные ответы на вопросы №20, 22, 29-40 к экзамену	ПК-19

Показатели оценки результатов освоения дисциплины	Планируемые результаты	Критерий оценивания	Компетенции
	-Производить расчет ИА, пользоваться расчетным аппаратом теории объемного заполнения микропор с целью анализа и прогнозирования поведения сорбционной системы в производственном процессе		
Освоение раздела №4	Знает: Особенности поглощения паров порами различной формы и вид ИА в зависимости от этого Умеет: Интерпретировать полученные экспериментальные данные с целью характеристики поглотителя и его применимости в производственном процессе	Правильные ответы на вопросы № 14, 16 к экзамену	ПК-10
	Знает: Теорию капиллярной конденсации в применении к сорбирующим материалам Умеет: Применять математический аппарат обсчета десорбционной ветви ИА с целью получения основных характеристик сорбентов	Правильные ответы на вопросы № 23-28 к экзамену	ПК-19
Освоение раздела № 5	Знает: Общие закономерности адсорбции смесей на сорбентах Умеет: Производить расчет адсорбции бинарной смеси паров (газов) на конкретном поглотителе	Правильные ответы на вопросы №42-44 к экзамену	ПК-19

Шкала оценивания соответствует СТО СПбГТИ(ТУ):
промежуточная аттестация проводится в форме экзамена, результат оценивания – от «неудовлетворительно» до «отлично».

3. Типовые контрольные задания для проведения промежуточной аттестации.

а) Вопросы для оценки сформированности элементов компетенции ПК-1:

1. Понятия “дисперсность, сорбент, удельная поверхность, эквивалентный радиус”.
2. Понятия “процесс адсорбции, сорбент, сорбтив, сорбат”. Классификация типов пор по размерам.
3. Основные характеристики ПС: Истинная, пикнометрическая, кажущаяся, гравиметрическая плотности. Методика определения пикнометрической плотности. Метод молекулярных щупов.
4. Интегральная и дифференциальная теплоты сорбции. Методы определения теплоты сорбции – прямые и косвенные.

5. Классификация типов ИА по Брунауэру. Факторы, определяющие вид ИА. Методика определения изотермы адсорбции.
6. Чем отличаются параметры микропористой структуры адсорбента от параметров его пористой структуры?
7. Методика нахождения E и n по экспериментальной изотерме адсорбции (ИА).
8. Классификация активных углей (АУ) по степени обгара. АУ I структурного типа.
9. Классификация АУ. АУ II структурного типа.
10. Классификация АУ. АУ III структурного типа (смешанного).
11. Классификация сорбентов по происхождению, типу ПС, природе, составу.

б) Вопросы для оценки сформированности элементов компетенции ПК-10:

12. Виды сорбционных явлений (процессов).
13. Понятие “пористая структура адсорбентов”, ее основные характеристики: предельный объем сорбционного пространства; объем микро-, мезо-, макропор; суммарный объем пор. Методика определения.
14. Общая картина заполнения пор в процессе адсорбции.
15. Сорбционное равновесие. Равновесная величина сорбции. Абсолютная величина сорбции. Предельная величина сорбции. Методика их определения.
16. Явление гистерезиса. Зависимость вида петли гистерезиса от формы пор.

в) Вопросы для оценки сформированности элементов компетенции ПК-19:

17. Понятие физической адсорбции. Определение, особенности протекания процесса.
18. Природа адсорбционных сил (индукционные, ориентационные, дисперсионные силы). Энергия неспецифических взаимодействий по Лондону, Гамакеру и Лифшицу. Особенности выбора сорбента для конкретного сорбтива.
19. Обратимость процессов сорбции. Выбор условий регенерации для сорбентов различного происхождения.
20. Термическое уравнение сорбции. Изопикна, изобара, изостера, изотерма адсорбции, их взаимосвязь.
21. Водородная связь.
22. Уравнение ИА по Гиббсу, Фрейндлиху.
23. Теория капиллярной конденсации. Внутреннее давление. Капиллярное давление. Уравнение Лапласа.
24. Уравнение Томсона-Кельвина.
25. Построение на основе десорбционной ветви ИА интегральной и дифференциальной структурных кривых. Исправленные структурные кривые. Методы определения толщины пленки в момент образования мениска, t -метод.
26. Ртутная порометрия. Смысл метода. Определяемые методом параметры ПС.
27. Определение величины удельной поверхности сорбционным методом (Киселева А.В.).
28. Расчет ветви десорбции ИА какого-либо пара по известной ветви десорбции ИА для данного пара.
29. Адсорбционная теория Лэнгмюра – предпосылки, вывод и анализ уравнения, достоинства и недостатки.
30. Потенциальная теория адсорбции (Поляни-Лондона). Допущения; понятие адсорбционного потенциала; основная задача теории; основное уравнение теории; характеристическая кривая. Расчет семейства ИА по характеристической кривой.
31. Теория БЭТ – основные положения теории, уравнение адсорбции по БЭТ, анализ уравнения. Достоинства и недостатки теории.
32. Теория объемного заполнения микропор (ТОЗМи): основные предпосылки, основное уравнение, современное состояние.
33. Физический смысл констант E и n термического уравнения адсорбции.

34. Переход от уравнения Дубинина-Астахова к уравнению Дубинина-Радушкевича. Физический смысл величины B в уравнении Дубинина-Радушкевича.
35. Термический коэффициент предельной адсорбции. Вид уравнения изотермы адсорбции для любого пара при любой температуре.
36. Как изменяются параметры пористой структуры (ПС) углей по мере роста величины обгара?
37. Сравните графический вид зависимости $\lg a - A$ и вид уравнения ИА для углей I, II и III структурного типа.
38. Адсорбция паров в предкритической области.
39. Адсорбция газов. Вид уравнения ИА.
40. Коэффициент афинности (подобия), парахор.
41. Классификация сорбентов по происхождению, типу ПС, природе, составу.
42. Избирательность адсорбции. Коэффициент разделения.
43. Общие закономерности адсорбции смесей.
44. Расчет адсорбции бинарной смеси паров (газов) на основе теории Лэнгмюра и ТОЗМи. Приближенное определение коэффициента разделения

К экзамену допускаются студенты, выполнившие все формы текущего контроля. При сдаче экзамена, студент получает два вопроса из перечня, приведенного выше. Время подготовки студента к устному ответу на вопросы - до 60 мин.

4. Методические материалы для определения процедур оценивания знаний, умений, навыков и (или) опыта деятельности, характеризующих этапы формирования компетенций.

Промежуточная аттестация по дисциплине проводится в соответствии с требованиями «Положения о формах, периодичности и порядке проведения текущего контроля успеваемости и промежуточной аттестации обучающихся» (Приказ ректора от 12.12.2014 № 463) и СТО СПбГТИ(ТУ) 016-2015. КС УКДВ. Порядок проведения зачетов и экзаменов.