

МИНОБРНАУКИ РОССИИ

**Федеральное государственное бюджетное образовательное
учреждение высшего образования "Пермский
государственный национальный исследовательский
университет"**

Кафедра физической химии

Авторы-составители: **Щербань Марина Григорьевна**

Рабочая программа дисциплины

**ФИЗИЧЕСКАЯ ХИМИЯ ПОВЕРХНОСТНО МОДИФИЦИРОВАННЫХ
МАТЕРИАЛОВ**

Код УМК 88786

Утверждено
Протокол №6
от «14» мая 2020 г.

Пермь, 2020

1. Наименование дисциплины

Физическая химия поверхностно модифицированных материалов

2. Место дисциплины в структуре образовательной программы

Дисциплина входит в базовую часть Блока « М.1 » образовательной программы по направлениям подготовки (специальностям):

Направление подготовки: **04.04.01** Химия

направленность Химия, физика и механика материалов

3. Планируемые результаты обучения по дисциплине

В результате освоения дисциплины **Физическая химия поверхностно модифицированных материалов** у обучающегося должны быть сформированы следующие компетенции:

04.04.01 Химия (направленность : Химия, физика и механика материалов)

ПК.1 Способен проводить сбор, анализ и обработку литературных данных для решения поставленной задачи в выбранной области химии, химической технологии или смежных с химией науках

Индикаторы

ПК.1.1 Собирает информацию по тематике научного исследования в выбранной области химии с использованием открытых источников информации и специализированных баз данных

4. Объем и содержание дисциплины

| | |
|---|--|
| Направление подготовки | 04.04.01 Химия (направленность: Химия, физика и механика материалов) |
| форма обучения | очная |
| №№ триместров, выделенных для изучения дисциплины | 5 |
| Объем дисциплины (з.е.) | 3 |
| Объем дисциплины (ак.час.) | 108 |
| Контактная работа с преподавателем (ак.час.), в том числе: | 36 |
| Проведение лекционных занятий | 12 |
| Проведение практических занятий, семинаров | 24 |
| Самостоятельная работа (ак.час.) | 72 |
| Формы текущего контроля | Входное тестирование (1) Итоговое контрольное мероприятие (1) Письменное контрольное мероприятие (2) |
| Формы промежуточной аттестации | Зачет (5 триместр) |

5. Аннотированное описание содержания разделов и тем дисциплины

Введение

Общая классификация сорбентов: сорбенты природного происхождения, неорганические синтетические сорбенты, активированные угли, полимерные сорбенты.

Основы термодинамики образования новой фазы

Образование новой фазы путем диспергирования и конденсации

Кинетика образования новой фазы

Стадии образования центров конденсации и роста зародышей. Кинетика возникновения зародышей в метастабильной системе. Влияние природы фазового перехода на частоту зародышеобразования. Фазовые переходы в конденсированных фазах.

Удельная поверхность и пористость

Реальные твёрдые тела. Типы изотерм адсорбции. Общие требования при определении удельной поверхности по изотермам адсорбции. Причины капиллярно-конденсационного гистерезиса. Методы обработки изотерм адсорбции. t -графики, as - графики, сравнительные графики. Метод Баррета - Джойнера - Халенды. Объём пор и их средний радиус. Оценка распределения пор по размерам.

Мезопористые молекулярные сита

Мезопористые молекулярные сита как носители. Методы синтеза MCM и SBA. Методы исследования ММС: МУРРИ, ИК-спектроскопия, БЭТ, СЭМ и ПЭМ, ТГР и ДСК.

Модифицирование поверхности твёрдых тел

Способы химического модифицирования поверхности: обратимая адсорбция, включение реагента в матрицу геля, закрепление реагента на поверхности посредством образования химических связей. Метод молекулярного наслаивания. Модифицирование поверхности твёрдых тел металлами.

6. Методические указания для обучающихся по освоению дисциплины

Освоение дисциплины требует систематического изучения всех тем в той последовательности, в какой они указаны в рабочей программе.

Основными видами учебной работы являются аудиторские занятия. Их цель - расширить базовые знания обучающихся по осваиваемой дисциплине и систему теоретических ориентиров для последующего более глубокого освоения программного материала в ходе самостоятельной работы. Обучающемуся важно помнить, что контактная работа с преподавателем эффективно помогает ему овладеть программным материалом благодаря расстановке необходимых акцентов и удержанию внимания интонационными модуляциями голоса, а также подключением аудио-визуального механизма восприятия информации.

Самостоятельная работа преследует следующие цели:

- закрепление и совершенствование теоретических знаний, полученных на лекционных занятиях;
- формирование навыков подготовки текстовой составляющей информации учебного и научного назначения для размещения в различных информационных системах;
- совершенствование навыков поиска научных публикаций и образовательных ресурсов, размещенных в сети Интернет;
- самоконтроль освоения программного материала.

Обучающемуся необходимо помнить, что результаты самостоятельной работы контролируются преподавателем во время проведения мероприятий текущего контроля и учитываются при промежуточной аттестации.

Обучающимся с ОВЗ и инвалидов предоставляется возможность выбора форм проведения мероприятий текущего контроля, альтернативных формам, предусмотренным рабочей программой дисциплины. Предусматривается возможность увеличения в пределах 1 академического часа времени, отводимого на выполнение контрольных мероприятий.

Процедура оценивания результатов обучения инвалидов и лиц с ограниченными возможностями здоровья по дисциплине предусматривает предоставление информации в формах, адаптированных к ограничениям их здоровья и восприятия информации.

При проведении текущего контроля применяются оценочные средства, обеспечивающие передачу информации, от обучающегося к преподавателю, с учетом психофизиологических особенностей здоровья обучающихся.

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

При самостоятельной работе обучающимся следует использовать:

- конспекты лекций;
- литературу из перечня основной и дополнительной учебной литературы, необходимой для освоения дисциплины (модуля);
- текст лекций на электронных носителях;
- ресурсы информационно-телекоммуникационной сети "Интернет", необходимые для освоения дисциплины;
- лицензионное и свободно распространяемое программное обеспечение из перечня информационных технологий, используемых при осуществлении образовательного процесса по дисциплине;
- методические указания для обучающихся по освоению дисциплины.

8. Перечень основной и дополнительной учебной литературы

Основная:

1. Щукин Е. Д., Перцов А. В., Амелина Е. А. Коллоидная химия: учебник для студентов вузов, обучающихся по специальностям "Химия" и направлению "Химия"/Е. Д. Щукин, А. В. Перцов, Е. А. Амелина.-Москва:Юрайт,2013, ISBN 978-5-9916-2690-3.-444.-Библиогр.: с. 433
2. Старостина, И. А. Развитие методов смачивания для оценки состояния поверхности : монография / И. А. Старостина, О. В. Стоянов, Э. Краус. — Казань : Издательство КНИТУ, 2019. — 140 с. — ISBN 978-5-7882-2759-7. — Текст : электронный // Цифровой образовательный ресурс IPR SMART : [сайт]. <https://www.iprbookshop.ru/121036>
3. Химия привитых поверхностных соединений: Учеб. пособие для студентов вузов, обучающихся по спец. 011000 - Химия/Под ред. Г. В. Лисичкина.-М.:ФИЗМАТЛИТ,2003, ISBN 5-9221-0342-3.-592.- Библиогр.: с. 561-563
4. Андриевский Р. А., Рагуля А. В. Наноструктурные материалы: учебное пособие для студентов вузов, обучающихся по направлению подготовки дипломированных специалистов 651800 "Физическое материаловедение"/Р. А. Андриевский, А. В. Рагуля.-Москва:Академия,2005, ISBN 5-7695-2034-5.-192.
5. Старостина, И. А. Кислотно-основные взаимодействия и адгезия в металл-полимерных системах : монография / И. А. Старостина, О. В. Стоянов. — Казань : Казанский национальный исследовательский технологический университет, 2010. — 199 с. — ISBN 978-5-7882-0971-5. — Текст : электронный // Электронно-библиотечная система IPR BOOKS : [сайт]. <http://www.iprbookshop.ru/63707>
6. Гавронская, Ю. Ю. Коллоидная химия : учебник и практикум для академического бакалавриата / Ю. Ю. Гавронская, В. Н. Пак. — Москва : Издательство Юрайт, 2019. — 287 с. — (Бакалавр. Академический курс). — ISBN 978-5-534-02502-6. — Текст : электронный // ЭБС Юрайт [сайт]. <https://www.urait.ru/bcode/433448>

Дополнительная:

1. Федер Е. Фракталы/Е. Федер ; пер. с английского: Ю. А. Данилов, А. Шукуров.-Москва:Мир,1991, ISBN 5-03-001712-7.-260.-Библиогр.: с. 249-258
2. Грег С., Синг К. Адсорбция, удельная поверхность, пористость/С. Грег, К. Синг ; пер. А. П. Карнаухова.-Москва:Мир,1984.-306.

9. Перечень ресурсов сети Интернет, необходимых для освоения дисциплины

<http://www.nanometer.ru/> Нанометр - нанотехнологический портал

<https://www.elibrary.ru> elibrary.ru - научная электронная библиотека

http://apps.webofknowledge.com/WOS_GeneralSearch_input.do?product=WOS&search_mode=GeneralSearch&SID=F336ksLRDZU2bbTJVV7&preferencesSaved= наукометрическая база данных Web of Science

<https://www.scopus.com> Наукометрическая база данных Scopus

<https://nano.nature.com> Nano

<https://pubs.acs.org/> Американское химическое общество

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

Образовательный процесс по дисциплине **Физическая химия поверхностно модифицированных материалов** предполагает использование следующего программного обеспечения и информационных справочных систем:

1 Презентационные материалы

2 Доступ в режиме on-line в Электронную библиотечную систему (ЭБС);

3 Доступ в электронную информационно-образовательную среду университета;

4 Интернет-сервисы и электронные ресурсы (поисковые системы, электронная почта, он-лайн энциклопедии и т.д.).

При освоении материала и выполнения заданий по дисциплине рекомендуется использование материалов, размещенных в Личных кабинетах обучающихся ЕТИС ПГНИУ (**student.psu.ru**).

При организации дистанционной работы и проведении занятий в режиме онлайн могут использоваться:

система видеоконференцсвязи на основе платформы BigBlueButton (<https://bigbluebutton.org/>).

система LMS Moodle (<http://e-learn.psu.ru/>), которая поддерживает возможность использования текстовых материалов и презентаций, аудио- и видеоконтент, а так же тесты, проверяемые задания, задания для совместной работы.

система тестирования Indigo (<https://indigotech.ru/>).

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

Лекционные и практические занятия:

Аудитория, оснащенная презентационной техникой (проектор, экран, компьютер/ноутбук) с соответствующим программным обеспечением, меловой (и) или маркерной доской.

Самостоятельная работа:

1. Аудитория для самостоятельной работы, оснащённая компьютерной техникой с возможностью подключения к сети «Интернет», обеспеченный доступом в электронную информационно-образовательную среду интернета;

2. Помещения Научной библиотеки ПГНИУ

Помещения научной библиотеки ПГНИУ для обеспечения самостоятельной работы обучающихся:

1. Научно-библиографический отдел, корп.1, ауд. 142. Оборудован 3 персональными компьютерами с доступом к локальной и глобальной компьютерным сетям.

2. Читальный зал гуманитарной литературы, корп. 2, ауд. 418. Оборудован 7 персональными компьютерами с доступом к локальной и глобальной компьютерным сетям.

3. Читальный зал естественной литературы, корп.6, ауд. 107а. Оборудован 5 персональными компьютерами с доступом к локальной и глобальной компьютерным сетям.

4. Отдел иностранной литературы, корп.2 ауд. 207. Оборудован 1 персональным компьютером с доступом к локальной и глобальной компьютерным сетям.

5. Библиотека юридического факультета, корп.9, ауд. 4. Оборудована 11 персональными компьютерами с доступом к локальной и глобальной компьютерным сетям.

6. Читальный зал географического факультета, корп.8, ауд. 419. Оборудован 6 персональными компьютерами с доступом к локальной и глобальной компьютерным сетям.

Все компьютеры, установленные в помещениях научной библиотеки, оснащены следующим программным обеспечением:

Операционная система ALT Linux;

Офисный пакет Libreoffice.

Справочно-правовая система «КонсультантПлюс»

**Фонды оценочных средств для аттестации по дисциплине
Физическая химия поверхностно модифицированных материалов**

**Планируемые результаты обучения по дисциплине для формирования компетенции.
Индикаторы и критерии их оценивания**

ПК.1

Способен проводить сбор, анализ и обработку литературных данных для решения поставленной задачи в выбранной области химии, химической технологии или смежных с химией науках

| Индикатор | Планируемые результаты обучения | Критерии оценивания результатов обучения |
|--|--|---|
| <p>ПК.1.1 Собирает информацию по тематике научного исследования в выбранной области химии с использованием открытых источников информации и специализированных баз данных</p> | <p>На основе анализа открытых источников информации и специализированных баз данных обучающийся имеет представление о супрамолекулярной структуре гетерогенных катализаторов, их носителей, адсорбентов и других пористых материалов, методах их классификации и моделирования, особенностях формирования пористых материалов; знает основные соотношения между геометрическими параметрами пористых тел: удельной поверхностью, пористостью, средними размерами частиц и пор, дисперсностью и избыточной поверхностной энергии нано- материалов; умеет решать типовые расчётные задачи по данному разделу</p> | <p align="center">Неудовлетворител</p> <p>Не проанализированы открытые источники информации и специализированные базы данных; студент не имеет представления о супрамолекулярной структуре гетерогенных катализаторов, их носителей, адсорбентов и других пористых материалов, методах их классификации и моделирования, особенностях формирования пористых материалов; обучающийся не знает основных соотношений между геометрическими параметрами пористых тел: удельной поверхностью, пористостью, средними размерами частиц и пор, дисперсностью и избыточной поверхностной энергии нано- материалов, не умеет решать расчётные задачи по данному разделу</p> <p align="center">Удовлетворительн</p> <p>Информация, собранная обучающимся о супрамолекулярной структуре гетерогенных катализаторов, их носителей, адсорбентов и других пористых материалов, методах их классификации и моделирования, особенностях формирования пористых материалов является разрозненной и несистематизированной; Для получения информации не привлечены специализированные базы данных; обучающийся испытывает затруднения при ответах на вопросы, касающиеся знания основных соотношений между геометрическими параметрами пористых тел: удельной поверхностью, пористостью, средними размерами частиц и пор, дисперсностью и избыточной поверхностной</p> |

| Индикатор | Планируемые результаты обучения | Критерии оценивания результатов обучения |
|-----------|---------------------------------|---|
| | | <p style="text-align: center;">Удовлетворительн</p> <p>энергии нано- материалов, допускает погрешности при решении расчётных задач по данному разделу</p> <p style="text-align: center;">Хорошо</p> <p>Информация, собранная обучающимся о супрамолекулярной структуре гетерогенных катализаторов, их носителей, адсорбентов и других пористых материалов, методах их классификации и моделирования, особенностях формирования пористых материалов на основе анализа открытых источников информации, в достаточной степени систематизирована, однако обучающийся не использует специализированные базы данных; знает основные соотношения между геометрическими параметрами пористых тел: удельной поверхностью, пористостью, средними размерами частиц и пор, дисперсностью и избыточной поверхностной энергии нано- материалов; испытывает незначительные затруднения при решении типовых расчётных задач по данному разделу</p> <p style="text-align: center;">Отлично</p> <p>Информация, собранная обучающимся о супрамолекулярной структуре гетерогенных катализаторов, их носителей, адсорбентов и других пористых материалов, методах их классификации и моделирования, особенностях формирования пористых материалов на основе анализа открытых источников информации, хорошо систематизирована, получена с использованием специализированных баз данных и классических источников; обучающийся знает основные соотношения между геометрическими параметрами пористых тел: удельной поверхностью, пористостью, средними размерами частиц и пор, дисперсностью и избыточной поверхностной энергии нано- материалов, свободно решает типовые расчётные задачи по данному разделу</p> |

| Индикатор | Планируемые результаты обучения | Критерии оценивания результатов обучения |
|--|--|--|
| <p>ПК.1.1 Собирает информацию по тематике научного исследования в выбранной области химии с использованием открытых источников информации и специализированных баз данных</p> | <p>С использованием открытых источников информации и специализированных баз данных собирает информацию об особенностях монослойной и полимолекулярной адсорбции, физической адсорбции в микропорах и капиллярной конденсации в нанопорах, основных уравнениях классической теории физической адсорбции и современных подходах, основанных на численных методах; на основе информации, полученной из открытых источников и специализированных баз данных, владеет методами обработки результатов адсорбционных измерений удельной поверхности, пористости, распределения объема и поверхности пор; имеет представление о принципах формирования высокодисперсных систем, механизмах гомогенной и гетерогенной нуклеации, агрегации наночастиц и массообмена между ними;</p> | <p>Неудовлетворител Не проведен сбор информации из открытых источников и специализированных баз данных по изучению теорий моно- и полимолекулярной адсорбции, физической адсорбции в микропорах и капиллярной конденсации в нанопорах; обучающийся не имеет представления о принципах формирования высокодисперсных систем, механизмах гомогенной и гетерогенной нуклеации, агрегации наночастиц и массообмена между ними; не владеет методами обработки результатов адсорбционных измерений удельной поверхности, пористости, распределения объема и поверхности пор</p> <p>Удовлетворительн Затрудняется при ответах на вопросы об основных положениях теорий адсорбции и капиллярной конденсации, принципах формирования высокодисперсных систем, механизмах гомогенной и гетерогенной нуклеации, агрегации наночастиц и массообмена между ними; Испытывает значительные трудности при обработке результатов адсорбционных измерений удельной поверхности, пористости, распределения объема и поверхности пор</p> <p>Хорошо Знает основные положения теорий моно- и полимолекулярной адсорбции, физической адсорбции в микропорах и капиллярной конденсации, принципы формирования высокодисперсных систем, механизмы гомогенной и гетерогенной нуклеации, агрегации наночастиц и массообмена между ними; Испытывает незначительные затруднения при обработке результатов адсорбционных измерений удельной поверхности, пористости, распределения объема и поверхности пор</p> <p>Отлично Знает особенности монослойной и</p> |

| Индикатор | Планируемые результаты обучения | Критерии оценивания результатов обучения |
|--|--|--|
| | | <p style="text-align: center;">Отлично</p> <p>полимолекулярной адсорбции, физической адсорбции в микропорах и капиллярной конденсации в нанопорах, основные уравнения классической теории физической адсорбции и современные подходы, основанные на численных методах; имеет представление о принципах формирования высокодисперсных систем, механизмах гомогенной и гетерогенной нуклеации, агрегации наночастиц и массообмена между ними; Владеет дополнительной информацией по указанному разделу; Владеет методами обработки результатов адсорбционных измерений удельной поверхности, пористости, распределения объема и поверхности пор</p> |
| <p>ПК.1.1 Собирает информацию по тематике научного исследования в выбранной области химии с использованием открытых источников информации и специализированных баз данных</p> | <p>Знает об основных способах модифицирования поверхности адсорбентов и катализаторов, владеет навыками работы с открытыми источниками информации и специализированными базами данных; умеет обрабатывать экспериментальную и теоретическую информацию</p> | <p style="text-align: center;">Неудовлетворител</p> <p>Не имеет представления об основных способах модифицирования поверхности адсорбентов и катализаторов, не владеет навыками работы с открытыми источниками информации и специализированными базами данных; не умеет обрабатывать и систематизировать экспериментальную и теоретическую информацию</p> <p style="text-align: center;">Удовлетворительн</p> <p>Имеет фрагментарные, частично сформированные знания об основных способах модифицирования поверхности адсорбентов и катализаторов; испытывает затруднения при работе с открытыми источниками информации и специализированными базами данных, собранная информация разрозненна и не систематизирована; значительно затрудняется при обработке экспериментальной и теоретической информации</p> <p style="text-align: center;">Хорошо</p> <p>Имеет хорошо сформированные знания об основных способах модифицирования поверхности адсорбентов и катализаторов; владеет навыками работы с открытыми</p> |

| Индикатор | Планируемые результаты обучения | Критерии оценивания результатов обучения |
|-----------|---------------------------------|---|
| | | <p style="text-align: center;">Хорошо</p> <p>источниками информации, испытывает незначительные трудности при работе со специализированными базами данных, большая часть собранной информации систематизирована; испытывает незначительные затруднения при обработке экспериментальной и теоретической информации</p> <p style="text-align: center;">Отлично</p> <p>Имеет сформированные, систематические знания об основных способах модифицирования поверхности адсорбентов и катализаторов; грамотно работает с открытыми источниками информации и специализированными базами данных; с опорой на полученные знания корректно обрабатывает экспериментальную и теоретическую информацию</p> |

Оценочные средства текущего контроля и промежуточной аттестации

Схема доставки : Базовая

Вид мероприятия промежуточной аттестации : Зачет

Способ проведения мероприятия промежуточной аттестации : Оценка по дисциплине в рамках промежуточной аттестации определяется на основе баллов, набранных обучающимся на контрольных мероприятиях, проводимых в течение учебного периода.

Максимальное количество баллов : 100

Конвертация баллов в отметки

«отлично» - от 81 до 100

«хорошо» - от 61 до 80

«удовлетворительно» - от 43 до 60

«неудовлетворительно» / «незачтено» менее 43 балла

| Компетенция (индикатор) | Мероприятие текущего контроля | Контролируемые элементы результатов обучения |
|--|--|--|
| Входной контроль | Кинетика образования новой фазы Входное тестирование | Знание основных определений и уравнений из курса общей, физической и коллоидной химии; Умение производить математические операции; Владение навыками решения расчётных задач |
| ПК.1.1 Собирает информацию по тематике научного исследования в выбранной области химии с использованием открытых источников информации и специализированных баз данных | Удельная поверхность и пористость Письменное контрольное мероприятие | владение информацией об особенностях формирования пористых материалов, о супрамолекулярной структуре гетерогенных катализаторов, их носителей, адсорбентов и других пористых материалов; знание основных соотношений между геометрическими параметрами пористых тел: удельной поверхностью, пористостью, средними размерами частиц и пор, дисперсностью и избыточной поверхностной энергии нано- материалов. Умение решать типовые расчётные задачи по данному разделу |
| ПК.1.1 Собирает информацию по тематике научного исследования в выбранной области химии с использованием открытых источников информации и специализированных баз данных | Мезопористые молекулярные сита Письменное контрольное мероприятие | Знание закономерностей физической адсорбции и капиллярной конденсации Знание теорий монослойной и полимолекулярной адсорбции Владение методами обработки адсорбционных измерений |

| Компетенция (индикатор) | Мероприятие текущего контроля | Контролируемые элементы результатов обучения |
|--|--|---|
| ПК.1.1 Собирает информацию по тематике научного исследования в выбранной области химии с использованием открытых источников информации и специализированных баз данных | Модифицирование поверхности твёрдых тел Итоговое контрольное мероприятие | знание способов модифицирования поверхности адсорбентов, владение навыками работы с современной аппаратурой; умение обрабатывать и интерпретировать результаты эксперимента |

Спецификация мероприятий текущего контроля

Кинетика образования новой фазы

Продолжительность проведения мероприятия промежуточной аттестации: **1 часа**

Условия проведения мероприятия: **в часы аудиторной работы**

Максимальный балл, выставляемый за мероприятие промежуточной аттестации: **0**

Проходной балл: **0**

| Показатели оценивания | Баллы |
|---|-------|
| Знание основ общей, физической, коллоидной химии. 5 вопросов по 1 баллу | 5 |
| Решение расчётной задачи | 3 |
| Навыки интегрирования и дифференцирования. 2 вопроса по 1 баллу | 2 |

Удельная поверхность и пористость

Продолжительность проведения мероприятия промежуточной аттестации: **2 часа**

Условия проведения мероприятия: **в часы аудиторной работы**

Максимальный балл, выставляемый за мероприятие промежуточной аттестации: **30**

Проходной балл: **13**

| Показатели оценивания | Баллы |
|--|-------|
| Умение решать типовые расчётные задачи по данному разделу | 13 |
| знание основных соотношений между геометрическими параметрами пористых тел: удельной поверхностью, пористостью, средними размерами частиц и пор, дисперсностью и избыточной поверхностной энергии нано- материалов | 10 |
| владение информацией об особенностях формирования пористых материалов, о супрамолекулярной структуре гетерогенных катализаторов, их носителей, адсорбентов и других пористых материалов | 7 |

Мезопористые молекулярные сита

Продолжительность проведения мероприятия промежуточной аттестации: **2 часа**

Условия проведения мероприятия: **в часы аудиторной работы**

Максимальный балл, выставляемый за мероприятие промежуточной аттестации: **30**

Проходной балл: **13**

| Показатели оценивания | Баллы |
|---|-------|
| Владение методами обработки адсорбционных измерений | 13 |

| | |
|---|----|
| | |
| Знание теорий монослойной и полимолекулярной адсорбции | 10 |
| Знание закономерностей физической адсорбции и капиллярной конденсации | 7 |

Модифицирование поверхности твёрдых тел

Продолжительность проведения мероприятия промежуточной аттестации: **4 часа**

Условия проведения мероприятия: **в часы аудиторной работы**

Максимальный балл, выставляемый за мероприятие промежуточной аттестации: **40**

Проходной балл: **17**

| Показатели оценивания | Баллы |
|---|--------------|
| владеет навыками работы на современном оборудовании | 17 |
| умеет обрабатывать и интерпретировать полученные экспериментальные результаты | 13 |
| знает об основных способах модифицирования поверхности | 10 |