

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

Кафедра физической химии

Авторы-составители: **Медведева Наталья Александровна**

Рабочая программа дисциплины
ФИЗИКО-ХИМИЯ ПОВЕРХНОСТИ РАЗДЕЛА ФАЗ
Код УМК 94251

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

Пермь, 2020

1. Наименование дисциплины

Физико-химия поверхности раздела фаз

2. Место дисциплины в структуре образовательной программы

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

Направление: **04.03.02** Химия, физика и механика материалов
направленность Программа широкого профиля

3. Планируемые результаты обучения по дисциплине

В результате освоения дисциплины **Физико-химия поверхности раздела фаз** у обучающегося должны быть сформированы следующие компетенции:

04.03.02 Химия, физика и механика материалов (направленность : Программа широкого профиля)

ОПК.7 Способен использовать при решении задач профессиональной деятельности понимание теоретических основ химии, физики материалов и механики материалов

Индикаторы

ОПК.7.2 Использует теоретические основы химии, физики и механики при решении задач, связанных с изменением поверхности материалов на границе раздела фаз

4. Объем и содержание дисциплины

Направления подготовки	04.03.02 Химия, физика и механика материалов (направленность: Программа широкого профиля)
форма обучения	очная
№№ триместров, выделенных для изучения дисциплины	11
Объем дисциплины (з.е.)	3
Объем дисциплины (ак.час.)	108
Контактная работа с преподавателем (ак.час.), в том числе:	42
Проведение лекционных занятий	28
Проведение практических занятий, семинаров	14
Самостоятельная работа (ак.час.)	66
Формы текущего контроля	Входное тестирование (1) Итоговое контрольное мероприятие (1) Письменное контрольное мероприятие (2)
Формы промежуточной аттестации	Экзамен (11 триместр)

5. Аннотированное описание содержания разделов и тем дисциплины

Физико-химия поверхности раздела фаз

Представления о теоретических и экспериментальных основах физической химии поверхностей раздела фаз. Роль этой науки как междисциплинарной, синтезирующей знания из смежных разделов физики, химии и биологии. Физико-химическая основа процессов, протекающих на границе раздела фаз. Современные представления о структуре и свойствах дисперсных систем для анализа задач фундаментального материаловедения и технологии новых материалов.

1. Введение

Поверхности жидкостей. Нерастворимые монослои на поверхности жидкости. Поверхностное натяжение растворов. Граница раздела жидкость/жидкость. Поверхности твердых тел. Электронная структура поверхности. Поверхность раздела твердое тело/газ. Поверхность раздела твердое тело/жидкость. Адсорбция из растворов. Пленки и прослойки. Кинетика формирования новой фазы (поверхности раздела). Динамика поверхности жидкости. Испарение с поверхности жидкости.

2. Поверхности жидкостей. Нерастворимые монослои на поверхности жидкости.

Поверхностное натяжение растворов

Поверхностная энергия жидкостей. Термодинамика поверхности жидкости. Структура поверхностного слоя жидкости. Ориентация молекул в поверхностном слое жидкости. Поверхность жидких металлов. Температурная зависимость поверхностного натяжения. Сферические поверхности. Давление пара над искривленной поверхностью. Поверхности произвольной кривизны.

Монослои и их состояния. Термодинамика монослоев. Особенности плавления двумерных систем. Фазовые переходы в монослоях. Уравнения состояния монослоев. Пленки Ленгмюра-Блоджетт. Уравнение Гиббса. Поверхностное натяжение слабых растворов. Поверхностное натяжение растворов электролитов. Растворы неионогенных поверхностно-активных веществ. Правило Траубе. Растворы ионогенных поверхностно-активных веществ.

3. Граница раздела жидкость/жидкость

Межфазное натяжение на границе двух растворов. Правило Антонова. Жидкие линзы. Самопроизвольное эмульгирование. Микроэмульсии. Заряженные поверхности.

4. Поверхности твердых тел. Электронная структура поверхности. Поверхность раздела твердое тело/газ

Термодинамика поверхностей твердых тел. Анизотропия поверхностного натяжения. Структура поверхности кристаллов. Реконструкция поверхности. Огрубление поверхности. Фрактальные поверхности.

Электронные состояния на поверхности. Поверхности металлов. Контактная разность потенциалов. Пространственный заряд вблизи металлической поверхности. Поверхности полупроводников. Поверхности диэлектриков.

Силы взаимодействия молекул с поверхностью. Термодинамика адсорбции. Физическая и химическая адсорбция. Изотермы адсорбции Генри и Ленгмюра. Уравнение БЭТ. Фазовые переходы в адсорбционных слоях. Деформация твердых тел при адсорбции. Реконструкция поверхности под действием адсорбатов. Адсорбция на металлах. Влияние адсорбции на электронные поверхностные состояния.

5. Граница раздела твердое тело/жидкость. Адсорбция из растворов. Пленки и прослойки.

Кинетика формирования новой фазы (поверхности раздела). Испарение с поверхности жидкости
Краевой угол. Гистерезис краевого угла. Линейное натяжение. Краевой угол на гетерогенной поверхности. Краевой угол на фрактальной поверхности. Переходы смачивания. Адсорбция неэлектролитов. Переходы смачивания. Адсорбция электролитов. Двойной электрический слой.

Адсорбция неионогенных и ионогенных поверхностно-активных веществ. Адсорбция полимеров. Адсорбция полиэлектролитов.

Поверхностные силы и расклинивающее давление. Потенциал ДЛФО. Составляющие расклинивающего давления: молекулярная, электростатическая, адсорбционная, структурная, гидрофобная, стерическая, электронная. Свободные пленки. Смачивающие пленки.

Гомогенная нуклеация. Эволюция зародышей новой фазы. Зарождение и рост кристаллов. Гетерогенная нуклеация: конденсация на ионах, конденсация на подложках, эпитаксия. Рост фрактальных поверхностей.

Капиллярные волны. Поверхностные потоки. Динамическое поверхностное натяжение. Движение плоского фронта жидкости. Течения Марангони. Рассеяние света на поверхности жидкости. Кинетика испарения. Коэффициент конденсации. Скачки давления и температуры у поверхности испарения. Влияние монослоев на скорость испарения. Испарение и рост капель.

6. Современные методы исследования поверхности

Современные методы исследования поверхности: дифракция медленных электронов, Сканирующая зондовая и туннельная микроскопии, Атомно-силовая микроскопия.

7. Итоговый контроль

Итоговый контроль - экзамен по дисциплине. Примерный список вопросов представлен в разделе "Вопросы для промежуточной аттестации".

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 аудиторные 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. Ролдугин В. И. Физикохимия поверхности:[учебник-монография]/В. И. Ролдугин.- Долгопрудный:Издательский дом " Интеллект",2008, ISBN 978-5-91559-008-2.-568.-Библиогр. в конце глав
2. Щербань М. Г. Физическая химия поверхностей раздела фаз:учебно-методическое пособие для студентов вузов/М. Г. Щербань.-Пермь,2007, ISBN 5-7944-0781-6.-207.
3. Величко, А. А. Методы исследования микроэлектронных и наноэлектронных материалов и структур. Часть II : учебное пособие / А. А. Величко, Н. И. Филимонова. — Новосибирск : Новосибирский государственный технический университет, 2014. — 227 с. — ISBN 978-5-7782-2534-3. — Текст : электронный // Электронно-библиотечная система IPR BOOKS : [сайт]. <http://www.iprbookshop.ru/45105.html>
4. Филимонова, Н. И. Методы исследования микроэлектронных и наноэлектронных материалов и структур. Сканирующая зондовая микроскопия. Часть I : учебное пособие / Н. И. Филимонова, Б. Б. Кольцов. — Новосибирск : Новосибирский государственный технический университет, 2013. — 134 с. — ISBN 978-5-7782-2158-1. — Текст : электронный // Электронно-библиотечная система IPR BOOKS : [сайт]. <http://www.iprbookshop.ru/45104.html>

Дополнительная:

1. Адамсон А. У. Физическая химия поверхностей/А. Адамсон ; пер. с англ. И. Г. Абидор ; под ред. З. М. Зорин, В. М. Муллер ; авт. предисл. Б. В. Дерягин.-Москва:Мир,1979.-568.-Библиогр. в конце глав
2. Миссол В. Поверхностная энергия раздела фаз в металлах/В. Миссол.-Москва:Металлургия,1978.-176.

9. Перечень ресурсов сети Интернет, необходимых для освоения дисциплины

<http://www.chem.msu.ru/rus/library/welcome.html> Электронная библиотека химического факультета МГУ

<http://elibrary.ru> Научная электронная библиотека

<http://www.sciencedirect.com> Электронная библиотека издательства Elsevier

<http://www.nature.com/nature/index.html> Электронная библиотека издательства Nature

<http://www.galvanotekhnika.info/> Сайт журнала «Гальванотехника и обработка поверхности»

<https://m-protect.ru/> Журнал физико-химия поверхности и защита материала

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

Образовательный процесс по дисциплине **Физико-химия поверхности раздела фаз** предполагает использование следующего программного обеспечения и информационных справочных систем:

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

доступ в электронную информационно-образовательную среду университета.

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

1. Лекционные занятия. Аудитория, оснащенная презентационной техникой (проектор, экран, компьютер/ноутбук) с соответствующим программным обеспечением, меловой (и) или маркерной доской.
2. Занятий семинарского типа (семинары, практические занятия). Аудитория, оснащенная презентационной техникой (проектор, экран, компьютер/ноутбук) с соответствующим программным обеспечением, меловой (и) или маркерной доской.
3. Самостоятельная работа. Аудитория для самостоятельной работы, оснащенный компьютерной техникой с возможностью подключения к сети «Интернет», обеспеченный доступом в электронную информационно-образовательную среду университета. Помещения Научной библиотеки ПГНИУ.

Помещения научной библиотеки ПГНИУ для обеспечения самостоятельной работы обучающихся:

1. Научно-библиографический отдел, корп.1, ауд. 142. Оборудован 3 персональными компьютера 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
Физико-химия поверхности раздела фаз**

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

ОПК.7

Способен использовать при решении задач профессиональной деятельности понимание теоретических основ химии, физики материалов и механики материалов

Компетенция (индикатор)	Планируемые результаты обучения	Критерии оценивания результатов обучения
<p>ОПК.7.2 Использует теоретические основы химии, физики и механики при решении задач, связанных с изменением поверхности материалов на границе раздела фаз</p>	<p>Знать теоретические основы химии, физики и механики в области физико-химических процессов, протекающих на границе раздела фаз. Уметь применять основные законы для описания и предсказания процессов, реализующихся на границе раздела фаз. Владеть навыками использования теоретических основ при решении конкретных материаловедческих задач.</p>	<p style="text-align: center;">Неудовлетворител</p> <p>Не знает теоретические основы химии, физики и механики в области физико-химических процессов, протекающих на границе раздела фаз. Не владеет навыками использования теоретических основ при решении конкретных материаловедческих задач. Не умеет применять основные законы для описания и предсказания процессов, реализующихся на границе раздела фаз.</p> <p style="text-align: center;">Удовлетворительн</p> <p>Имеет слабое представление о теоретических основах химии, физики и механики в области физико-химических процессов, протекающих на границе раздела фаз. Демонстрирует частично сформированное умение применять основные законы для описания и предсказания процессов, реализующихся на границе раздела фаз. Фрагментарное применение навыков использования теоретических основ при решении конкретных материаловедческих задач.</p> <p style="text-align: center;">Хорошо</p> <p>Сформированные, но содержащие отдельные пробелы в знаниях теоретических основ химии, физики и механики в области физико-химических процессов, протекающих на границе раздела фаз. Демонстрирует частично сформированное умение применять основные законы для описания и предсказания процессов, реализующихся на границе раздела фаз. В целом успешное, но содержащее отдельные пробелы применение навыков, использования теоретических основ при</p>

Компетенция (индикатор)	Планируемые результаты обучения	Критерии оценивания результатов обучения
		<p style="text-align: center;">Хорошо</p> <p>решении конкретных материаловедческих задач.</p> <p style="text-align: center;">Отлично</p> <p>Сформированные систематические знания теоретических основ химии, физики и механики в области физико-химических процессов, протекающих на границе раздела фаз. Демонстрирует сформированное умение применять основные законы для описания и предсказания процессов, реализующихся на границе раздела фаз. Успешное и систематическое применение навыков использования теоретических основ при решении конкретных материаловедческих задач.</p>

Оценочные средства текущего контроля и промежуточной аттестации

Схема доставки : Базовая

Вид мероприятия промежуточной аттестации : Экзамен

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	1. Введение Входное тестирование	Для успешного усвоения дисциплин необходимо знания а) физики (разделы: молекулярно-кинетическая теория, оптика, электричество, капиллярность; механика и элементы теории прочности); б) физической химии (разделы: I и II-е начало термодинамики, теория растворов, теория сильных электролитов, электрохимия, кинетика химических реакций, гетерогенные процессы и адсорбция); в) неорганической химии (разделы: реакции гидролиза и ионного обмена, окислительно-восстановительные реакции, сильные и слабые электролиты, растворимость и произведение растворимости, строение вещества) г) органической химии (разделы: строение молекул высокомолекулярных соединений, белков, целлюлозы, поверхностно-активных веществ). д) высшей математики (дифференцирование и интегрирование, статистические методы).

Компетенция (индикатор)	Мероприятие текущего контроля	Контролируемые элементы результатов обучения
<p>ОПК.7.2 Использует теоретические основы химии, физики и механики при решении задач, связанных с изменением поверхности материалов на границе раздела фаз</p>	<p>3. Граница раздела жидкость/жидкость Письменное контрольное мероприятие</p>	<p>Знать основные характеристики (параметры) поверхностной области (границы раздела фаз). Знать зависимость поверхностного натяжения от температуры. Установить зависимость давления насыщенного пара над каплей от радиуса капли. Знать термодинамические функции для поверхностной области между двумя жидкими фазами. Уметь производить расчеты термодинамических параметров. Знать методы определения поверхностного натяжения жидкостей. Знать основные особенности монослоев, на примере пленок Ленгмюра-Блоджетт. Уметь охарактеризовать фазовые переходы в монослоях. Знать основные уравнения, описывающие зависимость поверхностного натяжения растворов ПАВ от их концентрации. Способен рассчитать основные адсорбционные параметры ПАВ в зависимости от состава раствора. Знает правило Дюкло-Траубе.</p>

Компетенция (индикатор)	Мероприятие текущего контроля	Контролируемые элементы результатов обучения
<p>ОПК.7.2 Использует теоретические основы химии, физики и механики при решении задач, связанных с изменением поверхности материалов на границе раздела фаз</p>	<p>5. Граница раздела твердое тело/жидкость. Адсорбция из растворов. Пленки и прослойки. Кинетика формирования новой фазы (поверхности) Письменное контрольное мероприятие</p>	<p>Знать основные типы размерных эффектов. Уметь охарактеризовать величину избыточной свободной энергии для микрокристаллических систем. Знать особенности ноноразмерных систем и их характерные изменения. Владеет информацией о транспортных свойствах микро- и нанокристаллов. Знать, какова зависимость поверхностного натяжения от природы вещества, образующего поверхность. Знать основные понятия адсорбции и типы адсорбционных взаимодействий. Владеть навыками вычисления основных адсорбционных параметров согласно теоретическим аспектам адсорбционных взаимодействий. Способность интерпретировать рассчитанные параметры. Знать термодинамические аспекты адсорбционного взаимодействия. Уметь вычислять термодинамические параметры адсорбции.</p>

Компетенция (индикатор)	Мероприятие текущего контроля	Контролируемые элементы результатов обучения
ОПК.7.2 Использует теоретические основы химии, физики и механики при решении задач, связанных с изменением поверхности материалов на границе раздела фаз	7. Итоговый контроль Итоговое контрольное мероприятие	Знать термодинамические функции для поверхностной области между фазами. Уметь производить расчеты термодинамических параметров. Знать методы определения поверхностных характеристик (поверхностное натяжение, поверхностная энергия, краевой угол смачивания). Уметь охарактеризовать процесс смачивания твердой фазы жидкостью. Знать основные группы методов подсчета поверхностного натяжения. Знать термодинамику образования частицы дисперсной фазы различной геометрии. Уметь вычислять термодинамические параметры образования частицы при фазовом превращении. Контролировать правильность проведенных расчетов. Знает общие закономерности гомогенного зародышеобразования. Знать основные особенности формирования новой фазы при конденсации, кипении, кавитации, кристаллизации из раствора и расплава. Знать основные особенности гетерогенного образования новой фазы на гладких и шероховатых поверхностях. Способность выполнить экспериментальное задание (опыт) по предоставленной методике. Уметь применять основные законы, описывающие процессы гомогенного и гетерогенного зародышеобразования для обсуждения полученных результатов, в том числе с привлечением информационных баз данных.

Спецификация мероприятий текущего контроля

1. Введение

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
Владеет основными понятиями и законами физической химии (I и II-е начало термодинамики, теория растворов, теория сильных электролитов, электрохимия, кинетика химических реакций, гетерогенные процессы и адсорбция). Может записать основные уравнения разделов физической химии. (комбинация «закон + уравнение» оценивается в 1,5 балла)	12
Владеет основными понятиями и законами физики (молекулярно-кинетическая теория, оптика, электричество, капиллярность; механика и элементы теории прочности). Может записать основные уравнения разделов физики. (комбинация «закон + уравнение» оценивается в 1,5 балла)	9
Знает классификацию органических соединений. Состав и строение основных представителей согласно классификации, их физические и химические свойства.	3
Способен написать химические уравнения реакции гидролиза и ионного обмена, окислительно-восстановительные реакции. Умеет рассчитывать произведение растворимости и константы химических процессов.	2
Умеет соотносить между собой различные единицы измерения физико-химических параметров. Знает основные физические постоянные.	2
Умеет осуществлять математические расчеты, такие дифференцирование, интегрирование. Владеет навыками статистической обработки результатов.	2

3. Граница раздела жидкость/жидкость

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
Знает основные особенности монослоев, на примере пленок Ленгмюра-Блоджетт. Умеет охарактеризовать фазовые переходы в монослоях.	3.5
Умеет производить расчеты термодинамических функций (свободная энергия, полезная энергия, термодинамический потенциал). Контролирует правильность проведенных расчетов.	3.5
Способен сформулировать правило Дюкло-Траубе и может пояснить его физический смысл. Знает при каком строении поверхностных пленок соблюдается правило Дюкло-Траубе. Знает в чем заключается обратимость этого правила.	3.5
Способен охарактеризовать зависимость поверхностного натяжения жидкостей от температуры. Может рассчитать полную поверхностную энергию жидкостей и ее составляющие. Контролирует правильность проведенных расчетов.	3.5
Может установить зависимость давления насыщенного пара над каплей от радиуса капли. Рассчитать коэффициент пересыщения, поверхностное натяжение. Контролирует правильность проведенных расчетов.	3.5
Знает на чем основано измерение поверхностного натяжения жидкостей методом капиллярного поднятия. Способен вычислить поверхностное натяжение жидкости, используя уравнения Лапласа и Жюрена. Контролирует правильность проведенных	3

расчетов.	
Знает, какие уравнения описывают зависимость поверхностного натяжения растворов ПАВ от их концентрации. Владеет информацией, при каких условиях они (уравнения) применимы.	3
Может рассчитать толщину адсорбционного слоя и «посадочную» площадку молекул ПАВ, с учетом известной зависимости поверхностного натяжения от состава раствора. Контролирует правильность проведенных расчетов.	2.5
Знает на чем основано измерение поверхностного натяжения жидкостей методом наибольшего давления пузырька воздуха. Способен интерпретировать «знак» избыточного давления в жидкости на границе с воздушным пузырьком.	2.5
Знает основные характеристики (параметры) поверхностной области (границы раздела фаз жидкость/жидкость и жидкость/газ).	2
Знает на чем основано определение поверхностного натяжения методом отрыва кольца и сталагмометрический метод.	2
Умеет представить в виде схемы принцип формирования пузырька воздуха на выходе из капилляра, погруженного в жидкость.	1.5

5. Граница раздела твердое тело/жидкость. Адсорбция из растворов. Пленки и прослойки. Кинетика формирования новой фазы (поверхности)

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

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

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

Проходной балл: **13**

Показатели оценивания	Баллы
Знает основные положения адсорбционных теорий (Генри, Ленгмюр, БЭТ): условия, при которых реализуется данный тип теории, физический смысл констант, входящих в основные адсорбционные уравнения. Умеет пересчитывать термодинамические и геометрические характеристики с учетом адсорбционных констант. Контролирует правильность проведенных расчетов. Каждая адсорбционная теория 3.5 балла	10.5
Знает основные термодинамические параметры адсорбции (интегральная и дифференциальная теплоты адсорбции). Умеет находить изостерическую и «чистую» теплоты адсорбции. Контролирует правильность проведенных расчетов.	3.5
Знает характерные эффекты наноразмерных систем: структурные изменения, изменение термодинамических свойств, фазовый размерный эффект. За знание особенностей каждого эффекта.	3.5
Может изобразить схему образования дефектов в зоне контакта фаз двух бинарных ионных соединений.	2.5
Умеет вычислять концентрацию дефектов на поверхности и в объеме с учетом их энергии образования. Контролирует правильность проведенных расчетов.	2.5
Умеет рассчитывать энергию адгезии с учетом вклада дисперсионных сил. Контролирует правильность проведенных расчетов.	2.5
Умеет рассчитывать эффективное значение поверхностной энергии кристалла, имеющего N граней, M ребер и Z вершин. Контролирует правильность проведенных расчетов.	2

Знает два независимых способа увеличения поверхностной энергии в кристаллической фазе.	1.5
Знает, какова зависимость поверхностного натяжения от природы вещества, образующего поверхность (межмолекулярного взаимодействия).	1.5

7. Итоговый контроль

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

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

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

Проходной балл: **17**

Показатели оценивания	Баллы
Знает основные группы методов подсчета поверхностного натяжения (метод капиллярного поднятия, метод массы капли, метод лежащей капли, метод висящей капли, метод нулевой ползучести, метод сглаживания канавок, метод термического травления границ зерен, метод смачивания жидкостью). (За каждый метод по 1.5 балла)	12
Владеет информацией, касающейся современных методов исследования поверхностей.	7
Знать основные особенности формирования новой фазы при конденсации, кипении, кавитации, кристаллизации из раствора и расплава.	4
Знает термодинамику образования частицы дисперсной фазы различной геометрии путем диспергирования макрофазы. Умеет рассчитывать работу образования частицы при фазовом превращении. Контролирует правильность проведенных расчетов.	3.5
Способен рассчитать работу адгезии, когезии, коэффициент растекания. Контролирует правильность проведенных расчетов. Может охарактеризовать процесс смачивания твердой фазы жидкостью на гладких и шероховатых поверхностях.	3
Способен вычислить критическое значение удельной свободной поверхностной энергии с учетом коэффициента формы частицы. Контролирует правильность проведенных расчетов.	3
Знает основные особенности гомогенного и гетерогенного зародышеобразования. Знать основные особенности гетерогенного образования новой фазы на гладких и шероховатых поверхностях.	2.5
Умеет охарактеризовать влияние степени метастабильности на форму энергетического барьера, радиус и работу образования критического зародыша.	2.5
Умеет производить расчеты термодинамических функций (свободная энергия, полезная энергия, термодинамический потенциал). Контролирует правильность проведенных расчетов.	2.5