



**МИНИСТЕРСТВО НАУКИ И ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ  
РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ**  
федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение  
высшего образования  
**«ИРКУТСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ УНИВЕРСИТЕТ»**  
ФГБОУ ВО «ИГУ»  
**Кафедра физической и коллоидной химии**



УТВЕРЖДАЮ  
Декан химического факультета, доц.

А.И. Вильмс

«26» мая 2022 г.

**Рабочая программа дисциплины Б1.В.03**

Наименование дисциплины **КОЛЛОИДНАЯ ХИМИЯ**

Направление подготовки **04.03.01 - Химия**

Направленность подготовки: **химия**

Квалификация выпускника – **БАКАЛАВР**

Форма обучения **очная**

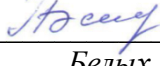
Согласовано с УМК\_химического  
факультета

Протокол № 6 от «26» мая 2022 г.

Председатель   
А.И. Вильмс

Рекомендовано кафедрой физической и  
коллоидной химии:

Протокол № 7 от «26» мая 2022 г.

И.о. зав. кафедрой   
Белых Л.Б.

Иркутск 2022 г.

## Содержание

	стр.
1. Цели и задачи дисциплины	3
2. Место дисциплины в структуре ОПОП.	3
3. Требования к результатам освоения дисциплины	4
4. Содержание и структура дисциплины	6
4.1 Содержание дисциплины, структурированное по темам	6
4.2 План внеаудиторной самостоятельной работы обучающихся по дисциплине	8
4.3 Содержание учебного материала	12
5. Перечень семинарских, практических занятий, лабораторных работ, план самостоятельной работы студентов, методические указания по организации самостоятельной работы студентов	18
6. Примерная тематика курсовых работ (проектов) (при наличии)	15
7. Учебно-методическое и информационное обеспечение дисциплины:	20
а) основная литература;	20
б) дополнительная литература;	21
в) программное обеспечение;	22
г) базы данных, поисково-справочные и информационные системы	22
8. Материально-техническое обеспечение дисциплины (модуля)	24
9. Образовательные технологии	25
10. Оценочные средства (ОС)	26

## 1. ЦЕЛИ И ЗАДАЧИ ДИСЦИПЛИНЫ:

**Цель:** овладение студентами теоретических основ коллоидной химии, формирование умений и навыков их практического применения.

### **Задачи:**

- a) ознакомить студентов химического факультета с современным состоянием учения о поверхностных явлениях и дисперсных системах, особыми свойствами поверхности раздела фаз;
- b) закрепить необходимый понятийный аппарат, основные законы и закономерности, описывающие поверхностные явления, термодинамику поверхностного слоя, кинетические, оптические, структурно-механические свойства дисперсных систем и их устойчивость;
- c) сформировать умение проводить экспериментальные работы по готовым методикам, выполнять стандартные операции на современном оборудовании, используемом в области коллоидной химии, применять на практике полученные знания при анализе полученных экспериментальных результатов и составлении отчетов в заданной форме;
- d) дать представление о роли и месте коллоидной химии в нанонауках, нанотехнологии и в профессиональной деятельности.

## II. МЕСТО ДИСЦИПЛИНЫ В СТРУКТУРЕ ОПОП ВО:

Дисциплина «Коллоидная химия» относится к базовым дисциплинам вариативной части (Б1.В.03).

2.2. Для изучения данной учебной дисциплины необходимы знания, умения и навыки, формируемые предшествующими дисциплинами, а именно:

- «Математика» (Б1.О.10),
- «Механика и молекулярная физика» (Б1.О.12),
- «Общая химия. Химия неметаллов» (Б1.О.15),
- «Металлическая связь. Химия металлов» (Б1.О.16),
- «Математическая теория эксперимента» (Б1.В.02),
- «Органическая химия» (Б1.О.19),
- «Аналитическая химия» (Б1.О.17),
- «Физическая химия. Химическая термодинамика» (Б1.О.24),
- «Физическая химия. Электрохимия. Химическая кинетика и катализ» (Б1.О.25).

2.3 Перечень последующих учебных дисциплин, для которых необходимы знания, умения и навыки, формируемые данной учебной дисциплиной:

- «Высокомолекулярные соединения» (Б1.О.25),
  - «Химия лекарственных препаратов» (Б1.В.ДВ.02.01)
  - «Химические основы биологических систем» (Б1.В.12)
  - «Физико-химия поверхностно-активных веществ» (Б1.В.ДВ.02.02),
  - «Использование хроматографии и электрохимических методов в анализе объектов сложного состава» (Б1.В.ДВ.03.01),
- выполнения квалификационных работ и формирования профессиональных компетенций.

Коллоидная химия, имея в качестве объектов исследования, в основном реальные вещества и материалы, завершает общехимическое образование. Она является пограничной областью знания, которая объединяет физическую химию, физику поверхностных явлений и дисперсных систем, и рассматривает многие специфические проявления природы, которым раньше не уделялось должного внимания. Коллоидная химия является основой для интенсивно развивающейся в последние годы новой области химии – нанохимии.

### III. ТРЕБОВАНИЯ К РЕЗУЛЬТАТАМ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ

Процесс освоения дисциплины направлен на формирование компетенций (элементов следующих компетенций) в соответствии с ФГОС ВО и ОП ВО по данному направлению подготовки 04.03.01 «Химия», профиль: химия, химия нефти и газа.

#### Перечень планируемых результатов обучения по дисциплине, соотнесенных с индикаторами достижения компетенций

Компетенция	Индикаторы компетенций	Результаты обучения
<i>ПК-3</i> Способен готовить объекты исследования (вещества синтетического и природного происхождения, материалы и пр.) и проводить их изучение по заданным методикам	<i>ИДК ПК-3,2</i> Проводит экспериментальные работы по готовым методикам	<b>Владеть:</b> навыками проведения химических экспериментов при исследовании поверхностных явлений и работе с дисперсными системами по готовым методикам.
<i>ПК-4</i> Способен обрабатывать результаты работ химической направленности с использованием стандартных методов и методик	<i>ИДК ПК4.3</i> Составляет протоколы испытаний, отчеты о выполненной работе по заданной форме	<b>Знать:</b> правила составления протоколов испытаний химических экспериментов и отчетов при исследовании поверхностных явлений и работе с дисперсными системами.
		<b>Уметь:</b> проводить обработку результатов химических эксперимента при исследовании поверхностных явлений и свойств дисперсных систем, и представить результаты экспериментов в форме отчета
<i>ПК-5</i> Способен осуществлять контроль качества сырья, компонентов и выпускаемой продукции химического назначения	<i>ИДК ПК5.2</i> Выполняет стандартные операции на высокотехнологическом оборудовании для характеристики сырья, промежуточной и конечной продукции химического производства	<b>Владеть:</b> навыками работы с современными химическими приборами и на высокотехнологическом оборудовании, применяемом при исследовании поверхностных явлений и свойств дисперсных систем.

<p style="text-align: center;"><i>ПК-6</i></p> <p>Способен применять основные естественнонаучные законы и закономерности развития химической науки при анализе полученных результатов</p>	<p style="text-align: center;"><i>ИДК<sub>ПК6.1</sub></i></p> <p>Знает теоретические основы базовых химических дисциплин (неорганической, органической, аналитической, физической химии, химии высокомолекулярных соединений, химических основ биологических процессов.) и способы их использования при решении конкретных химических задач</p>	<p><b>Знать:</b> основные законы и закономерности, описывающие поверхностные явления, и определяющие поведение и свойства дисперсных систем.</p> <p><b>Уметь:</b> применять теоретические основы коллоидной химии при анализе полученных экспериментальных результатов для решения конкретных химических задач.</p>
---	---	---

#### IV. СОДЕРЖАНИЕ И СТРУКТУРА ДИСЦИПЛИНЫ

Трудоемкость дисциплины составляет 5 зачетных единиц, 180 часов, в том числе 1.0 зачетная единица, 36 часов на экзамен.

Форма промежуточной аттестации: экзамен

##### 4.1 Содержание дисциплины, структурированное по темам, с указанием видов учебных занятий и отведенного на них количества академических часов

№ п/п	Раздел дисциплины/темы	Семестр	Виды учебной работы, включая самостоятельную работу обучающихся и трудоемкость (в часах)					Самостоятельная работа	Формы текущего контроля успеваемости; Форма промежуточной аттестации (по семестрам)
			Контактная работа преподавателя с обучающимися			КСР + консультации			
			Лекции	Лабораторные занятия					
		Всего часов	Из них практическая подготовка						
1	Введение в историю развития коллоидной химии. Основной понятийный аппарат.	6	2	-	-		1	-	
2	Термодинамика поверхностных явлений. Основные термодинамические параметры поверхностного слоя	6	4	4	4	1	4	Проверка отчетов по ЛР, практические задания, коллоквиум	
3	Поверхностные явления. Смачивание	6	2	4	4		2	Проверка отчетов по ЛР, практические задания, коллоквиум	
4	Поверхностные явления. Капиллярные явления	6	2	-	-		1	Проверка отчетов по ЛР, практические задания, коллоквиум	
5	Поверхностные явления. Адсорбционные равновесия. ПАВ.	6	6	13	13	1	4	Проверка отчетов по ЛР, практические задания, коллоквиум, КР	

№ п/п	Раздел дисциплины/темы	Семестр	Виды учебной работы, включая самостоятельную работу обучающихся и трудоемкость (в часах)					Формы текущего контроля успеваемости; Форма
			Контактная работа преподавателя с обучающимися			Л	С	
6	Электрокинетические явления в дисперсных системах. Электрокинетические явления. Теории ДЭС.	6	4	4	4	1	4	Проверка отчетов по ЛР, практические задания, коллоквиум
7	Дисперсные системы. Методы получения дисперсных систем	6	2	8	8		3	Проверка отчетов по ЛР, практические задания, коллоквиум
8	Дисперсные системы. Мицеллообразование в растворах ПАВ	6	2	8	8		2	Проверка отчетов по ЛР, практические задания, коллоквиум
9	Дисперсные системы. Оптические свойства	6	-	8	8	1	3	Проверка отчетов по ЛР, практические задания, коллоквиум
10	Устойчивость и коагуляция дисперсных систем. Молекулярно-кинетические свойства дисперсных систем. Седиментация	6	3	10	10	1	2	Проверка отчетов по ЛР, практические задания, коллоквиум
11	Устойчивость и коагуляция дисперсных систем. Коагуляция дисперсных систем. Кинетика коагуляции зольей.	6	3	9	9		2	Проверка отчетов по ЛР, практические задания, коллоквиум, КР
12	Микрогетерогенные дисперсные системы. Пористые тела. Эмульсии. Суспензии	6	3	4	4		1	Проверка отчетов по ЛР, практические задания, коллоквиум
13	Структурированные дисперсные системы. Конденсационно-кристаллизационные и коагуляционные структуры и их свойства.	6	3	-	-	1	-	-
<b>Итого часов</b>		6	<b>36</b>	<b>72</b>	<b>72</b>	<b>6</b>	<b>30</b>	Экзамен

*Примечание: ЛР – лабораторная работа. \*В рабочей программе по дисциплине при выполнении лабораторных работ предусмотрена практическая подготовка в виде выполнения отдельных видов работ, связанных с будущей профессиональной деятельностью.*

#### 4.2 План внеаудиторной самостоятельной работы обучающихся по дисциплине

Семестр	Название раздела, темы	Самостоятельная работа обучающихся			Оценочное средство	Учебно-методическое обеспечение самостоятельной работы
		Вид самостоятельной работы	Сроки выполнения	Затраты времени (час.)		
6	Термодинамика поверхностных явлений	Подготовка отчета по ЛР «Зависимость поверхностного натяжения индивидуальной жидкости от температуры».		1	Проверка отчета по работе. УО	Методические рекомендации к практикуму «Поверхностные явления».
6	Термодинамика поверхностных явлений	Решение задач по теме.		1	Практические задания.	Сборник задач по коллоидной химии
6	Термодинамика поверхностных явлений	Подготовка к коллоквиуму по теме «Термодинамика поверхностных явлений»		2	Собеседование в форме коллоквиума	1.См. № 1 в списке рекомендуемой литературы. 2.Методические рекомендации «Поверхностные явления»
6	Поверхностные явления. ПАВ	Подготовка отчета по ЛР «Поверхностное натяжение водных растворов поверхностно-активных веществ»		2	Проверка отчета по работе. УО	Методические рекомендации к практикуму «Поверхностные явления».
6	Поверхностные явления. Адсорбция	Подготовка отчета по ЛР «Молекулярная адсорбция из растворов»		1	Проверка отчета по работе. УО	Методические рекомендации к практикуму «Поверхностные явления».
6	Поверхностные явления. Смачивание	Подготовка отчета по ЛР «Смачивание»		1	Практические задания	Сборник задач по коллоидной химии



Семестр	Название раздела, темы	Самостоятельная работа обучающихся			Оценочное средство	Учебно-методическое обеспечение самостоятельной работы
		Вид самостоятельной работы	Сроки выполнения	Затраты времени (час.)		
6	Поверхностные явления	Решение задач по теме.		1	Практические задания.	Сборник задач по коллоидной химии
6	Поверхностные явления	Подготовка к коллоквиуму по теме «Поверхностные явления».		2	Собеседование в форме коллоквиума	1.См. № 1 в списке рекомендуемой литературы. 2.Методические рекомендации «Поверхностные явления»
6	Электрокинетические явления в дисперсных системах	Подготовка отчета по работе «Электрофорез в золях»		1	Проверка отчета по работе. УО	Мет. рекомендации к практикуму «Дисперсные системы: получение, оптические и электрические свойства»
6	Электрокинетические явления в дисперсных системах	Решение задач по теме		1	Практические задания	Сборник задач по коллоидной химии
6	Электрокинетические явления в дисперсных системах	Подготовка к коллоквиуму по теме «Лиофильные и лиофобные дисперсные системы. Электрокинетические явления».		2	Собеседование в форме коллоквиума	1.См. № 1 в списке рекомендуемой литературы. 2.Мет. рекомендации «Дисперсные системы: получение, оптические и электрические свойства»

Семестр	Название раздела, темы	Самостоятельная работа обучающихся			Оценочное средство	Учебно-методическое обеспечение самостоятельной работы
		Вид самостоятельной работы	Сроки выполнения	Затраты времени (час.)		
6	Дисперсные системы. Лиофобные дисперсные системы.	Подготовка отчета по работе «Получение лиофобных золей методом химической конденсации».		1	Проверка отчета по работе. УО	Мет. рекомендации к практикуму «Дисперсные системы: получение, оптические и электрические свойства»
6	Дисперсные системы. Лиофобные дисперсные системы.	Подготовка отчета по работе «Ультрамикроскопия. Исследование золей с конденсором темного поля»		1	Проверка отчета по работе. УО	Мет. рекомендации к практикуму «Дисперсные системы: получение, оптические и электрические свойства»
6	Дисперсные системы. Лиофильные дисперсные системы	Подготовка отчета по работе «Определение критической концентрации мицеллообразования (ККМ) в водных растворах ПАВ».		1	Проверка отчета по работе. УО	Мет. рекомендации к практикуму «Поверхностные явления».
6	Дисперсные системы. Оптические свойства дисперсных систем	Подготовка отчета по работе «Определение среднего размера частиц золя канифоля методом нефелометрии»		1	Проверка отчета по работе. УО	Мет. рекомендации к практикуму «Дисперсные системы: получение, оптические и электрические свойства»
6	Дисперсные системы. Оптические свойства дисперсных систем	Подготовка отчета по работе «Определение изоэлектрической точки белка»		1	Проверка отчета по работе. УО	Мет. рекомендации к практикуму «Дисперсные системы: получение, оптические и электрические свойства»

Семестр	Название раздела, темы	Самостоятельная работа обучающихся			Оценочное средство	Учебно-методическое обеспечение самостоятельной работы
		Вид самостоятельной работы	Сроки выполнения	Затраты времени (час.)		
6	Дисперсные системы. Оптические свойства дисперсных систем	Решение задач по теме		1	Практические задания	Сборник задач по коллоидной химии
6	Дисперсные системы.	Подготовка к коллоквиуму по теме «Лиофильные и лиофобные дисперсные системы. Электрокинетические явления»		2	Собеседование в форме коллоквиума	См. № 1 в списке рекомендуемой основной литературы. Мет. рекомендации «Дисперсные системы: получение, оптические и электрические свойства»
6	Устойчивость дисперсных систем	Определение порога коагуляции золя гидроксида железа и защитного числа стабилизатора		1	Проверка отчета по работе. УО	Мет. рекомендации «Дисперсные системы. Кинетические свойства дисперсных систем, их устойчивость и коагуляция»
6	Устойчивость дисперсных систем	Подготовка отчета по ЛР «Изучение устойчивости суспензий в разных средах»		1	Проверка отчета по работе. УО	Мет. рекомендации «Дисперсные системы. Кинетические свойства дисперсных систем, их устойчивость и коагуляция»

Семестр	Название раздела, темы	Самостоятельная работа обучающихся			Оценочное средство	Учебно-методическое обеспечение самостоятельной работы
		Вид самостоятельной работы	Сроки выполнения	Затраты времени (час.)		
6	Микрогетерогенные и грубодисперсные системы	Подготовка отчета по ЛР «Седиментационный анализ суспензий»		2	Проверка отчета по работе. УО	Мет. рекомендации «Дисперсные системы. Кинетические свойства дисперсных систем, их устойчивость и коагуляция»
6	Микрогетерогенные дисперсные системы	Подготовка отчета по ЛР «Получение и определение типа эмульсии»		1	Проверка отчета по работе. УО	Мет. рекомендации «Дисперсные системы. Кинетические свойства дисперсных систем, их устойчивость и коагуляция»
6	Дисперсные системы	Подготовка к коллоквиуму по теме «Устойчивость и молекулярно-кинетические свойства дисперсных систем»		2	Собеседование в форме коллоквиума	1.См. № 1 в списке основной рекомендуемой литературы. 2.Мет. рекомендации «Дисперсные системы. Кинетические свойства дисперсных систем, их устойчивость и коагуляция» 3.Мет. рекомендации «Дисперсные системы: получение, оптические и электрические свойства»
Общая трудоемкость самостоятельной работы по дисциплине (час)				<b>30</b>		

Семестр	Название раздела, темы	Самостоятельная работа обучающихся			Оценочное средство	Учебно-методическое обеспечение самостоятельной работы
		Вид самостоятельной работы	Сроки выполнения	Затраты времени (час.)		
<b>Бюджет времени самостоятельной работы, предусмотренный учебным планом для данной дисциплины (час)</b>				<b>30</b>		

## 4.3 Содержание учебного материала

### Содержание разделов и тем дисциплины

#### 1. Введение

Феноменология коллоидной химии. Взаимосвязь коллоидной химии с другими естественными дисциплинами. Основные понятия и определения коллоидной химии. Количественное определение дисперсности: степень дисперсности, удельная поверхность. Дисперсные системы: классификации дисперсных систем по агрегатному состоянию дисперсной фазы и дисперсионной среды, по размерам частиц дисперсной фазы, интенсивности взаимодействия частиц дисперсной фазы с дисперсионной средой. Лиофильные и лиофобные дисперсные системы: сходство и различие между ними и растворами высокомолекулярных соединений.

#### 2. Термодинамика поверхностных явлений

Поверхность раздела фаз. Молекулярные взаимодействия и особые свойства поверхности раздела фаз. Свободная поверхностная энергия. Молекулярное давление и поверхностное натяжение. Силовая и энергетическая трактовки поверхностного натяжения. Метод слоя конечной толщины и метод избыточных величин термодинамических функций поверхностного слоя (Гиббс). Понятие о поверхности разрыва и разделяющей поверхности. Обобщенное уравнение первого и второго законов термодинамики для поверхности разрыва фаз. Связь поверхностного натяжения с термодинамическими потенциалами. Зависимость термодинамических функций поверхностного слоя от температуры в чистых однокомпонентных жидкостях на границе раздела с собственным паром.

Методы измерения поверхностного натяжения на легкоподвижных границах раздела фаз. Межфазное натяжение на поверхности раздела растворов двух взаимно ограниченно растворимых жидкостей. Правило Антонова. Определение поверхностной энергии твердых тел.

#### 3. Поверхностные и капиллярные явления

Смачивание. Краевой угол. Уравнение Юнга (силовой вывод) и его анализ. Соотношения между работами адгезии и когезии при смачивании. Уравнения Дюпре и Юнга-Дюпре. Термодинамические условия смачивания и растекания (полного смачивания). Избирательное смачивание как метод характеристики поверхностей твердых тел (лиофильных и лиофобных). Смачивание реальных твердых поверхностей. Влияние шероховатости поверхности на смачивание. Теплота смачивания. Флотация.

Капиллярные явления. Влияние кривизны поверхности на равновесие в однокомпонентной системе. Капиллярное давление. Закон Лапласа для шарообразной поверхности. Уравнение Юнга-Лапласа для несферических поверхностей. Капиллярное поднятие жидкости в пористых телах. Уравнение Жюрена. Капиллярная постоянная. Зависимость давления насыщенного пара от кривизны поверхности раздела

сосуществующих фаз. Уравнение Томпсона-Кельвина. Зависимость растворимости от кривизны поверхности дисперсных частиц.

Общая характеристика сорбционных процессов, основные понятия и определения. Адсорбция как самопроизвольное концентрирование на поверхности раздела фаз веществ, снижающих поверхностное натяжение. Фундаментальное адсорбционное уравнение Гиббса (термодинамический вывод). Анализ уравнения Гиббса. Положительная и отрицательная адсорбция. Поверхностно-активные и поверхностно-инактивные вещества. Поверхностная активность. Относительность понятия “поверхностная активность”.

Органические ПАВ и ПИАВ. Зависимость поверхностного натяжения от концентрации раствора ПАВ. Уравнение Шишковского. Поверхностная активность, ее изменение в гомологических рядах ПАВ. Термодинамическое обоснование правила Траубе-Дюкло Лэнгмюром.

Строение монослоев растворимых ПАВ. Двумерное состояние вещества в адсорбционном слое, ориентация молекул в разряженных и в насыщенных слоях. Расчет размеров молекул ПАВ. Классификация ПАВ по механизму действия (смачиватели, диспергаторы, стабилизаторы, моющие вещества).

Адсорбция газов на твердой поверхности. Понятие о физической и химической адсорбции. Критерии физической и химической адсорбции. Изотермы адсорбции газов. Уравнение изотермы адсорбции Фрейндлиха, его анализ. Уравнение мономолекулярной адсорбции Лэнгмюра (кинетический вывод), анализ, области применения.

Адсорбция из растворов на твердой поверхности: молекулярная и ионная. Правило уравнивания полярностей Ребиндера. Применение ПАВ для управления процессами смачивания: гидрофилизация и гидрофобизация поверхности. Точка инверсии.

#### **4. Электрокинетические явления в дисперсных системах**

Электрокинетические явления: электрофорез, электроосмос, потенциал течения, потенциал седиментации.

Двойной электрический слой (ДЭС). Причины образования ДЭС. Модели строения ДЭС (теории Гельмгольца, Гуи-Чепмена, Штерна). Электрокинетический потенциал; граница скольжения. Влияние индифферентных и неиндифферентных электролитов на электрокинетический потенциал. Перезарядка поверхности. Методы определения электрокинетического потенциала.

Мицеллярная теория строения лиофобных золей. Изоэлектрическое состояние в дисперсных системах; методы определения изоэлектрической точки. Практическое приложение электрокинетических явлений.

#### **5. Дисперсные системы**

##### **5.1 Леофобные дисперсные системы**

Диспергационные методы получения дисперсных систем (золей, эмульсий, пен, аэрозолей). Применение ПАВ в процессах получения дисперсных систем. Эффект адсорбционного понижения твердости (эффект Ребиндера). Конденсационные методы получения дисперсных систем. Образование золей в процессе химических реакций. Основные методы очистки золей (диализ, электродиализ, ультрафильтрация).

## **5.2 Лиофильные дисперсные системы**

Термодинамика образования лиофильных коллоидных систем; критерий самопроизвольного диспергирования (критерий Ребиндера-Щукина), роль гидрофобных взаимодействий. Мицеллообразование в растворах ПАВ. Мицеллы Гартли, Мак-Бена. Критическая концентрация мицеллообразования (ККМ). Факторы, влияющие на ККМ. Температурная зависимость ККМ, диаграмма фазовых состояний, точка Крафта. Основные методы определения ККМ. Коллоидное растворение углеводов (солюбилизация) в прямых мицеллах мыл и глобулярных белках. Солюбилизация в неводных средах.

## **5.3 Оптические свойства дисперсных систем**

Рассеяние и поглощение света в дисперсных системах. Закон Релея и условия его применимости. Закон Бугера-Ламберта-Беера и его применение к мутным средам. Окраска коллоидных систем. Нефелометрия, турбидиметрия, ультрамикроскопия. Определение концентрации, размеров и форм частиц этими методами.

## **5.4 Устойчивость и коагуляция дисперсных систем**

Молекулярно-кинетические свойства дисперсных систем. Теория броуновского движения по Эйнштейну-Смолуховскому. Диффузия в коллоидных системах. Связь среднеквадратичного смещения с коэффициентом диффузии. Уравнение Эйнштейна-Смолуховского.

Седиментация в дисперсных системах. Седиментационный анализ суспензий и эмульсий. Константа седиментации. Интегральная и дифференциальная кривые распределения по размерам частиц; построение их из данных по кинетике накопления осадка. Седиментационно-диффузное равновесие. Экспериментальное определение числа Авогадро. Применение ультрацентрифуг для определения размера ультрамикрорегетерогенных частиц и макромолекул.

Устойчивость дисперсной системы. Виды устойчивости дисперсных систем (Песков). Седиментационная устойчивость дисперсных систем. Факторы седиментационной устойчивости. Агрегативная устойчивость дисперсных систем. Факторы агрегативной устойчивости лиофобных дисперсных систем. Теория устойчивости гидрофобных зольей Дерягина-Ландау-Фервея-Овербека (ДЛФО).

Коагуляция. Порог коагуляции. Кинетика быстрой и медленной стадий коагуляции. Зависимость критической концентрации электролита от размера и заряда коагулирующего иона (правило Шульца-Гарди). Критерий Эйлера-Корфа. Антагонизм и синергизм в действии электролитов на процесс коагуляции. Зоны устойчивости при перезарядке коллоидных частиц. Коагуляция сильно и слабо заряженных зольей (концентрационная и нейтрализационная коагуляция). Обоснование правила Шульца-Гарди и критерия Эйлера-Корфа в теории ДЛФО. Флокуляция, гетерокоагуляция, адагуляция. Применение коагулянтов и флокулянтов для очистки воды.

## **5.5 Пористые тела. Микрогетерогенные дисперсные системы**

Классификация пористых тел по размеру пор и строению пористой структуры М.М. Дубинина. Пористые тела с корпускулярной структурой. Силикагели. Пористые



тела с губчатой структурой. Активированные угли и способы их получения. Пористые кристаллы. Цеолиты: структура, типы цеолитов. Количественная характеристика пористых тел. Капиллярная конденсация. Раздельное определение объемов пор разных размеров. Построение кривой распределения объема пор по радиусам.

Суспензии. Классификация суспензии (по размерам частиц дисперсной фазы; по концентрации дисперсной фазы; по природе дисперсионной среды). Свойства разбавленных суспензий. Агрегативная и седиментационная устойчивость суспензий.

Эмульсии. Классификация эмульсий (прямые и обратные; разбавленные, концентрированные и высококонцентрированные). Эмульгаторы, принципы выбора эмульгатора для стабилизации прямых и обратных эмульсий. Обращение фаз в эмульсиях. Методы разрушения эмульсий. Практическое применение эмульсий.

Классификация пен. Методы получения пен. Основные характеристики пен. Устойчивость пен и методы разрушения пены. Практическое применение пен.

### 5.6. Структурированные дисперсные системы

Свободно- и связнодисперсные системы. Классы структурированных систем: конденсационно-кристаллизационные и коагуляционные структуры и их свойства. (тиксотропия, синерезис, набухание, ползучесть). Структурно-механические свойства дисперсных систем. Ньютоновские и ньютоновские жидкости. Законы Ньютона, Пуазейля и Эйнштейна.

#### 4.3.1 Перечень практических занятий и лабораторных работ

№ п/п	№ раздела и темы дисциплины (модуля)	Наименование семинаров, практических и лабораторных работ	Трудоемкость (час.)		Оценочные средства	Формируемые компетенции
			Всего часов	Практическая подготовка		
1	2	3	4	5	6	7
1	Термодинамика поверхностных явлений	Техника безопасности при выполнении работ в практикуме.	1	1	Собеседование	
		Зависимость поверхностного натяжения индивидуальной жидкости от температуры.	2	2	Проверка отчета по ЛР. УО	ПК-3,2 ПК-4.3 ПК-5.2 ПК-6.1
2		Коллоквиум № 1 по теме «Термодинамика поверхностных явлений».	3	3	Собеседование в форме коллоквиума. Практические задания	ПК-6.1

3	Поверхностные явления. Адсорбция. Органические ПАВ.	Поверхностное натяжение водных растворов поверхностно-активных веществ	3	3	Проверка отчета по ЛР. УО	ПК-3,2 ПК-4.3 ПК-5.2 ПК-6.1
4		Молекулярная адсорбция из растворов	3	3	Проверка отчета по ЛР. УО	ПК-3,2 ПК-4.3 ПК-5.2 ПК-6.1
4	Поверхностные явления. Смачивание.	Смачивание	3	3	Проверка отчета по ЛР. УО	ПК-3,2 ПК-4.3 ПК-5.2 ПК-6.1
5		Решение задач по теме «Поверхностные явления»	3	3	Практические задания по теме	ПК-6.1
6		<b>Коллоквиум № 2</b> по теме «Поверхностные явления».	4	4	Собеседование в форме коллоквиума. Практические задания	ПК-6.1
7	Электрокинетические явления в дисперсных системах	Электрофорез в золях	3	3	Проверка отчета по ЛР. УО	ПК-3,2 ПК-4.3 ПК-5.2 ПК-6.1
8		Решение задач по теме «Поверхностные явления»	1	1	Практические задания	ПК-6.1

					по теме. УО	
10	Лиофобные дисперсные системы	Получение лиофобных золей методом химической конденсации.	3	3	Проверка отчета по ЛР. УО	ПК-3,2 ПК-4.3 ПК-5.2 ПК-6.1
11		Ультрамикроскопия. Исследование золей с конденсором темного поля.	3	3	Проверка отчета по ЛР	ПК-3,2 ПК-4.3 ПК-5.2 ПК-6.1
12		Решение задач по теме «Лиофобные дисперсные системы»	2	2	Практические задания по теме	ПК-6.1
13	Лиофильные дисперсные системы.	Определение критической концентрации мицеллообразования (ККМ) в водных растворах ПАВ.	3	3	Проверка отчета по ЛР. УО	ПК-3,2 ПК-4.3 ПК-5.2 ПК-6.1
14		Решение задач по теме «Лиофильные дисперсные системы».	2	2	Практические задания по теме	ПК-6.1
15		<b>Коллоквиум №3</b> по теме «Получение дисперсных систем. Электрокинетические явления в дисперсных системах»	4	4	Собеседование в форме коллоквиума. Практические задания	ПК-6.1
17	Дисперсные системы. Оптические свойства дисперсных систем	Определение среднего размера частиц золя канифоля методом нефелометрии	3	3	Проверка отчета по ЛР. УО	ПК-3,2 ПК-4.3 ПК-5.2 ПК-6.1

18	Устойчивость дисперсных систем	Определение изоэлектрической точки белка	3	3	Проверка отчета по ЛР. УО	ПК-3,2 ПК-4.3 ПК-5.2 ПК-6.1
19		Решение задач по теме «Оптические свойства дисперсных систем».	2	2	Практические задания по теме	ПК-6.1
20		Определение порога коагуляции золя гидроксида железа и защитного числа стабилизатора	4	4	Проверка отчета по ЛР. УО	ПК-3,2 ПК-4.3 ПК-5.2 ПК-6.1
21		Изучение устойчивости суспензий в разных средах	2	2	Проверка отчета по ЛР. УО	ПК-3,2 ПК-4.3 ПК-5.2 ПК-6.1
22		Седиментационный анализ суспензий	3	3	Проверка отчета по ЛР. УО	ПК-3,2 ПК-4.3 ПК-5.2 ПК-6.1
23		Решение задач по теме «Устойчивость дисперсных систем».	3	3	Практические задания по теме	ПК-6.1
24	Микрогетерогенные и грубодисперсные системы	Получение и определение типа эмульсии	3	3	Проверка отчета по ЛР. УО	ПК-3,2 ПК-4.3 ПК-5.2 ПК-6.1

		<b>Коллоквиум №4</b> по теме «Устойчивость, молекулярно-кинетические и оптические свойства дисперсных систем»	4	4	Собеседование в форме коллоквиума. Практические задания	ПК-6.1
25	Поверхностные явления и дисперсные системы	Итоговая контрольная работа по теме «Поверхностные явления и дисперсные системы»	2	2	Проверка КР	ПК-6.1

#### 4.3.2. Перечень тем (вопросов), выносимых на самостоятельное изучение самостоятельной работы студентов

№ п/п	Тема	Задание	Формируемая компетенция	ИДК
1	Термодинамика поверхностных явлений	Подготовка к коллоквиуму №1 (см. вопросы текущего контроля). Написание отчетов по ЛР, выполнение практических заданий.	ПК-3, ПК-4, ПК-5, ПК-6	ПК-3,2 ПК-4.3 ПК-5.2 ПК-6.1
2	Поверхностные явления.	Подготовка к коллоквиуму №2 (см. вопросы текущего контроля). Написание отчетов по ЛР, выполнение практических заданий.	ПК-3, ПК-4, ПК-5, ПК-6	ПК-3,2 ПК-4.3 ПК-5.2 ПК-6.1
3	Электрокинетические явления в дисперсных системах	Подготовка к коллоквиуму №3 (см. вопросы текущего контроля). Написание отчетов по ЛР, выполнение практических заданий.	ПК-3, ПК-4, ПК-5, ПК-6	ПК-3,2 ПК-4.3 ПК-5.2 ПК-6.1
4	Лиофобные дисперсные системы	Подготовка к коллоквиуму №3 (см. вопросы текущего контроля). Написание отчетов по ЛР, выполнение практических заданий.	ПК-3, ПК-4, ПК-5, ПК-6	ПК-3,2 ПК-4.3 ПК-5.2 ПК-6.1
5	Лиофильные дисперсные системы.	Подготовка к коллоквиуму №3 (см. вопросы текущего контроля). Написание отчетов по ЛР, выполнение практических заданий.	ПК-3, ПК-4, ПК-5, ПК-6	ПК-3,2 ПК-4.3 ПК-5.2 ПК-6.1
6	Устойчивость дисперсных систем	Подготовка к коллоквиуму №4 (см. вопросы текущего контроля). Написание отчетов по ЛР, выполнение практических заданий.	ПК-3, ПК-4, ПК-5, ПК-6	ПК-3,2 ПК-4.3 ПК-5.2 ПК-6.1

7	Молекулярно-кинетические и оптические свойства дисперсных систем	Подготовка к коллоквиуму №4 (см. вопросы текущего контроля). Написание отчетов по ЛР, выполнение практических заданий	ПК-3, ПК-4, ПК-5, ПК-6	ПК-3,2 ПК-4.3 ПК-5.2 ПК-6.1
8	Микрогетерогенные и грубодисперсные системы	Подготовка к коллоквиуму №4 (см. вопросы текущего контроля). Написание отчетов по ЛР, выполнение практических заданий	ПК-3, ПК-4, ПК-5, ПК-6	ПК-3,2 ПК-4.3 ПК-5.2 ПК-6.1

### Методические указания по организации самостоятельной работы студентов

Самостоятельная работа студентов, связанная с подготовкой отчетов по выполненным лабораторным работам, закреплением теоретического материала в виде решения задач и подготовки к коллоквиумам, проводится во внеаудиторное время.

*Структура отчета по лабораторной работе:*

1. Цель работы.
2. Теоретическая часть.
3. Выполнение расчетных, графических и контрольных заданий в соответствии с методическими указаниями к каждой работе.
4. Вывод (на основе полученных результатов).

Методические рекомендации по выполнению и обработке экспериментальных данных по каждой лабораторной работе описаны в методических рекомендациях, подготовленных преподавателями кафедры.

1. Белых Л.Б. Поверхностные явления (методические рекомендации к практикуму). Иркутск: Иркут. гос. ун-т, 2006. – 54 с.
2. Белых Л.Б. Дисперсные системы. Кинетические свойства дисперсных систем, их устойчивость и коагуляция (методические рекомендации к практикуму). Иркутск: Иркут. гос. ун-т, 2006. – 48 с.
3. Белых Л.Б. Дисперсные системы: получение, оптические и электрические свойства (методические рекомендации к практикуму). Иркутск: Иркут. гос. ун-т, 2008. – 48 с.

Примеры решения типовых задач представлены в рекомендуемых учебных пособиях и задачниках по коллоидной химии.

1. Типовые расчеты по физической и коллоидной химии [Текст] : учеб. пособие / А. Н. Васюкова [и др.]. - СПб. [и др.] : Лань, 2014. - 139 с. ; 20 см. - (Учебники для вузов. Специальная литература). - Библиогр.: с. 138. - ISBN 978-5-8114-1605-9.
2. Коллоидная химия. Примеры и задачи : учебное пособие для вузов / В. Ф. Марков, Т. А. Алексеева, Л. А. Брусницына, Л. Н. Маскаева ; под научной редакцией В. Ф. Маркова. — Москва : Издательство Юрайт, 2022. — 186 с. — (Высшее образование). — ISBN 978-5-534-02639-9. — URL : <https://urait.ru/bcode/492252>

#### 4.5. Примерная тематика курсовых работ (проектов) *(при наличии)* \_\_\_\_\_

## **V. УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКОЕ И ИНФОРМАЦИОННОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ**

### **а) основная литература**

1. Шукин, Е.Д. Коллоидная химия [Электронный ресурс] : учеб. для бакалавров, для студ. вузов / Е. А. Амелина. - 6-е изд. - ЭВК. - М. : Юрайт, 2012. - (Бакалавр). - Режим доступа: ЭЧЗ : "Библиотех". - Неогранич. доступ. - ISBN 978-5-9916-1619-5.+
2. Шукин, Е.Д. Коллоидная химия [Текст] : учебник для бакалавров : для студ. вузов / Е. Д. Шукин, А. В. Перцов, Е. А. Амелина. - 6-е изд. - М. : Юрайт, 2014. - 444 с. ; 22 см. - (Бакалавр). - Библиогр.: с. 433. - Предм. указ.: с. 434-441. - ISBN 978-5-9916-1619-5. +
3. Фролов, Ю. Г. Курс коллоидной химии. Поверхностные явления и дисперсные системы [Текст] : учеб. для физ.-технол. спец. вузов / Ю.Г. Фролов. - 2-е изд., перераб. и доп. - М. : Химия, 1989. - 462 с. : ил. ; 22 см. - ISBN 5724502445 Библиогр.:с.452-Предм.указ.:с.454-463. (25 экз)

### **б) дополнительная литература:**

1. Сумм, Борис Давидович. Основы коллоидной химии [Текст] : учеб для студ. учрежд. высш. проф. образования / Б. Д. Сумм. - 4-е изд., перераб. - М. : Академия, 2007. - 239 с. ; 21 см. - ISBN 978-5-7695-5438-4.



### **в) периодические издания (при необходимости)**

### **г) список авторских методических разработок:**

*в ЭИОС ИГУ размещены методические указания к лабораторным работам:*

1. Белых Л.Б. Поверхностные явления (методические рекомендации к практикуму). Иркутск: Иркут. гос. ун-т, 2006. – 54 с.
2. Белых Л.Б. Дисперсные системы. Кинетические свойства дисперсных систем, их устойчивость и коагуляция (методические рекомендации к практикуму). Иркутск: Иркут. гос. ун-т, 2006. – 48 с.
3. Белых Л.Б. Дисперсные системы: получение, оптические и электрические свойства (методические рекомендации к практикуму). Иркутск: Иркут. гос. ун-т, 2008. – 48 с.

### **д) базы данных, информационно-справочные и поисковые системы**

1. <http://www.chem.msu.ru/rus/chair/colloid.html>  
или <http://www.chem.msu.ru/rus/teaching/colloid.html>

[HTTP://WWW.CHEM.MSU.RU/RUS/TEACHING/COLLOID.HTML](http://www.chem.msu.ru/rus/teaching/colloid.html)

Данный интернет источник – это сайт Московского государственного университета (страница кафедры коллоидной химии химического факультета), на котором представлены методические материалы по коллоидной химии, программа коллоквиумов и экзаменационные билеты.

## **VI. МАТЕРИАЛЬНО-ТЕХНИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ**

### **6.1. Учебно-лабораторное оборудование:**

Помещения для проведения лекционных и лабораторных занятий, укомплектованные необходимым оборудованием, приборной базой и реактивами, а именно:

- аудитории, оснащенные мультимедийными средствами, для проведения аудиторных и практических занятий (ауд. 402, 426, 303); ауд. 5, 402, 426 оборудованы мультимедийными проекторами (InFocus IN 105 (3D Ready), настенными экранами, ноутбуками Samsung NP 300T5A-A0FRU.

- компьютерный класс кафедры физической и коллоидной химии (ауд. 303). Общее количество единиц вычислительной техники – 5: Pentium IV – 1 шт.; Pentium III – 1 шт.; Pentium I – 3 шт. Имеется локальная сеть.

лабораторные практикумы (ауд. 308, 313), оснащенные следующим оборудованием:

№ п/п	Наименование	Количество
1	Фотоколориметр ФЭК-60П	1
2	Фотоколориметр КФ-77	1
3	Фотоколориметр КФ-17	2
4	Оптический микроскоп МБС-9	2
5	Микроскоп МБС-9 с конденсором темного поля	2
6	Осветитель ИО-19	2
7	Микроскоп «Биолан»	2
8	Колориметр КФК-2МП	1
9	Генератор сигналов Г-33	1
10	Реохордный мост Р-38	2
11	Установка для определения краевого угла	1
12	Прибор для определения поверхностного натяжения методом Ребиндера	8
13	Весы ВЛТК-500	1
14	Прибор для электрофореза	3
15	Выпрямитель 100-300 в	2
16	Электроплитка	4
17	Наклонный манометр	2
18	Вертикальный манометр	6
19	Седиментометр Фигуровского	4
20	Гомогенизатор	2
21	Медные электроды	4
22	Секундомер	6
23	Штатив	16
24	Набор химической посуды (стаканы, пробирки, плоскодонные колбы, мерные колбы, цилиндры и т.д.)	

## 6.2. Программное обеспечение:

## 6.3. Технические и электронные средства:



## VII. ОБРАЗОВАТЕЛЬНЫЕ ТЕХНОЛОГИИ

В процессе изучения дисциплины «Коллоидная химия» читаются лекции, проводятся контрольные и лабораторные работы, коллоквиумы, разбор конкретных ситуаций с использованием пассивных, активных и интерактивных форм обучения.

*Активные формы обучения.* На лабораторных занятиях, которые составляют более половины от контактной работы, каждый студент выполняет лабораторную работу индивидуально. Такой вид организации обучения способствует приобретению навыков самостоятельного ведения экспериментальных работ, практических навыков обращения и работы с различными химическими веществами и лабораторным оборудованием, измерительной аппаратурой, организации методики экспериментальных работ, составления протоколов отчетов химических экспериментов, а также практического подтверждения теоретических положений коллоидной химии о свойствах дисперсных систем и поверхностных явлениях. Подготовка отчетов по каждой лабораторной работе формирует умение проводить первичный анализ результатов с учетом законов и закономерностей, формулируемых в рамках коллоидной химии, представлять результаты опытов и расчетных работ, грамотно формулировать выводы.

Закрепление теоретических положений коллоидной химии (основных законов и закономерностей, определяющие поверхностные явления и свойства дисперсных систем) проводится в виде интерактивного обучения – коллоквиумов, и выполнения расчетных задач.

### Наименование тем занятий с использованием интерактивных форм обучения:

№	Тема занятия	Вид занятия	Форма / Методы интерактивного обучения	Кол-во часов
1	Термодинамика поверхностных явлений	лабораторные/ практические	Групповая дискуссия / коллоквиум	4
2	Поверхностные явления	лабораторные/ практические	Групповая дискуссия / коллоквиум	4
3	Дисперсные системы. Электрокинетические явления	лабораторные/ практические	Групповая дискуссия / коллоквиум	4
4	Молекулярно-кинетиические свойства. Устойчивость дисперсных систем	лабораторные/ практические	Групповая дискуссия / коллоквиум	4
Итого часов				<b>16</b>

## VIII. ОЦЕНОЧНЫЕ МАТЕРИАЛЫ ДЛЯ ТЕКУЩЕГО КОНТРОЛЯ И ПРОМЕЖУТОЧНОЙ АТТЕСТАЦИИ

### Оценочные средства (ОС):

Оценочные средства текущего контроля формируются в соответствии с Положением о балльно-рейтинговой системе Иркутского государственного университета. Назначение оценочных средств текущего контроля - выявить у обучающихся сформированность компетенций:

### Материалы для проведения текущего и промежуточного контроля знаний

**студентов:**

№	Вид контроля	Контролируемые темы (разделы)	Компетенции, компоненты которых контролируются
1	Выполнение лабораторных работ. Отчет по ЛР. Собеседование в форме коллоквиума. Практическое задание	Термодинамика поверхностных явлений	ПК-3, ПК-4, ПК-5, ПК-6
2	Выполнение лабораторных работ. Отчет по ЛР. Собеседование в форме коллоквиума. Практическое задание	Поверхностные явления (адсорбция, смачивание)	ПК-3, ПК-4, ПК-5, ПК-6
3	Выполнение лабораторных работ. Отчет по ЛР. Собеседование в форме коллоквиума. Практическое задание	Лиофильные и лиофобные дисперсные системы. Электрокинетические явления.	ПК-3, ПК-4, ПК-5, ПК-6
4	Выполнение лабораторных работ. Отчет по ЛР. Собеседование в форме коллоквиума. Практическое задание	Устойчивость и молекулярно- кинетические свойства дисперсных систем	ПК-3, ПК-4, ПК-5, ПК-6
5	КР	Поверхностные явления и дисперсные системы	ПК-6

### **Демонстрационный вариант контрольной работы**

**Пример 1.** На пакетах молока указано, что содержание жира составляет 3.2%. Определите объем и численную концентрацию дисперсной фазы в упаковке молока объемом 1 литр, если диаметр жировых капель равен 85 мкм.

**Пример 2.** Для получения золя  $\text{AgCl}$  смешали  $10 \times 10^{-6} \text{ м}^3$  0,02 н раствора  $\text{KCl}$  и  $100 \times 10^{-6} \text{ м}^3$  0,05 н раствора  $\text{AgNO}_3$ . Напишите формулу мицеллы этого золя и укажите направление движения частиц при электрофорезе.

**Пример 3.** Определите скорость оседания частиц радиусом 10 мкм, образующихся после помола зерен кофе в воде ( $\sigma = 1 \times 10^{-3} \text{ Па}\cdot\text{с}$ ) и в воздухе ( $\eta = 1.81 \times 10^{-7} \text{ Па}\cdot\text{с}$ ); плотность кофе равна  $1.1 \times 10^3 \text{ кг/м}^3$ , а воды и воздуха при 293 К  $1 \times 10^3 \text{ кг/м}^3$  и  $1.205 \text{ кг/м}^3$  соответственно.

## ВОПРОСЫ ДЛЯ СОБЕСЕДОВАНИЯ

### Коллоквиум №1. Термодинамика поверхностного слоя.

1. Поверхностное натяжение. Силовая и энергетическая трактовки поверхностного натяжения. Методы измерения поверхностного натяжения на легкоподвижных границах раздела фаз. Правило Антонова.
2. Метод слоя конечной толщины и метод избыточных величин термодинамических функций поверхностного слоя (Гиббс). Понятие о поверхности разрыва и разделяющей поверхности. Обобщенное уравнение первого и второго законов термодинамики для поверхности разрыва фаз.
3. Связь поверхностного натяжения с термодинамическими потенциалами.
4. Зависимость термодинамических функций поверхностного слоя от температуры в чистых однокомпонентных жидкостях на границе раздела с собственным паром.

### Коллоквиум №2. Поверхностные явления (адсорбция, смачивание)

1. Смачивание. Краевой угол. Уравнение Юнга (силовой вывод) и его анализ. Соотношения между работами адгезии и когезии при смачивании. Уравнения Дюпре и Юнга-Дюпре. Избирательное смачивание как метод характеристики поверхностей твердых тел (лиофильных и лиофобных). Флотация.
2. Общая характеристика сорбционных процессов, основные понятия и определения.
3. Фундаментальное адсорбционное уравнение Гиббса (термодинамический вывод). Анализ уравнения Гиббса. Положительная и отрицательная адсорбция
4. Зависимость поверхностного натяжения от концентрации раствора ПАВ. Уравнение Шишковского. Правило Траубе-Дюкло
5. Органические ПАВ и ПИАВ, их классификация.
6. Строение монослоев растворимых ПАВ. Двумерное состояние вещества в адсорбционном слое, ориентация молекул в разряженных и в насыщенных слоях. Расчет размеров молекул ПАВ.
7. Адсорбция газов на твердой поверхности. Понятие о физической и химической адсорбции. Критерии физической и химической адсорбции. Изотермы адсорбции газов. Уравнение изотермы адсорбции Фрейндлиха, его анализ.
8. Теория мономолекулярной адсорбции Лэнгмюра. Уравнение изотермы адсорбции Лэнгмюра и его анализ.
9. Молекулярная адсорбция из растворов на твердой поверхности. Правило уравнивания полярностей Ребиндера.
10. Ионная адсорбция из растворов.

### Коллоквиум 3. Лиофильные и лиофобные дисперсные системы.

#### Электрокинетические явления.

1. Методы получения лиофобных дисперсных систем
2. Основные методы очистки золь (диализ, электродиализ, ультрафильтрация).
3. Термодинамика образования лиофильных коллоидных систем; критерий самопроизвольного диспергирования (критерий Ребиндера-Щукина).

4. Мицеллообразование в растворах ПАВ. Мицеллы Гартли, Мак-Бена. Критическая концентрация мицеллообразования (ККМ). Факторы, влияющие на ККМ. Температурная зависимость ККМ, диаграмма фазовых состояний, точка Крафта. Основные методы определения ККМ.
5. Электрокинетические явления: электрофорез, электроосмос, потенциал течения, потенциал седиментации.
6. Двойной электрический слой (ДЭС). Причины образования ДЭС. Модели строения ДЭС (теории Гельмгольца, Гуи-Чепмена, Штерна).
7. Электрокинетический потенциал; граница скольжения. Влияние индифферентных и неиндифферентных электролитов на электрокинетический потенциал. Перезарядка поверхности. Методы определения электрокинетического потенциала.
8. Мицеллярная теория строения лиофобных золей.

#### **Коллоквиум 4. Устойчивость и молекулярно-кинетические свойства дисперсных систем**

1. Молекулярно-кинетические свойства дисперсных систем: диффузия, броуновское движение, осмос.
2. Устойчивость дисперсной системы. Виды устойчивости дисперсных систем (Песков). Факторы агрегативной и седиментационной устойчивости лиофобных дисперсных систем.
3. Теория устойчивости гидрофобных золей Дерягина-Ландау-Фервея-Овербека (ДЛФО).
4. Седиментация в дисперсных системах. Седиментационно-диффузное равновесие.
5. Седиментационный анализ суспензий и эмульсий. Константа седиментации. Интегральная и дифференциальная кривые распределения по размерам частиц; построение их из данных по кинетике накопления осадка.
6. Коагуляция. Правила коагуляции. Кинетика коагуляции. Коагуляция сильно и слабо заряженных золей (концентрационная и нейтрализационная коагуляция).
7. Суспензии.
8. Эмульсии.

Промежуточная аттестация (*экзамен*) проводится в форме устного собеседования или в виде тестовых заданий с открытыми вопросами.

#### **ПРИМЕРНЫЙ СПИСОК ВОПРОСОВ К ЭКЗАМЕНУ:**

1. Дисперсные системы: классификации дисперсных систем.
2. Свободная поверхностная энергия. Поверхностное натяжение. Обобщенное уравнение первого и второго законов термодинамики для поверхности разрыва фаз.
3. Связь поверхностного натяжения с термодинамическими потенциалами.
4. Зависимость термодинамических функций поверхностного слоя от температуры в чистых однокомпонентных жидкостях на границе раздела с собственным паром.
5. Методы измерения поверхностного натяжения на легкоподвижных границах раздела фаз. Определение поверхностной энергии твердых тел.
6. Смачивание. Уравнение Юнга, Дюпре и Юнга-Дюпре. Флотация.

7. Капиллярные явления. Закон Лапласа для шарообразной поверхности. Уравнение Юнга-Лапласа для несферических поверхностей. Уравнение Жюрена.
8. Зависимость давления насыщенного пара от кривизны поверхности раздела сосуществующих фаз. Уравнение Томпсона-Кельвина.
9. Общая характеристика сорбционных процессов.
10. Адсорбция газов на твердой поверхности. Уравнение изотермы адсорбции Фрейндлиха.
11. Адсорбция. Фундаментальное адсорбционное уравнение Гиббса и его применение для границы газ-жидкость.
12. Теория мономолекулярной адсорбции Лэнгмюра; вывод уравнения изотермы адсорбции и ее анализ.
13. Молекулярная адсорбция из раствора на твердой поверхности.
14. Адсорбция электролитов на твердой поверхности: избирательная и обменная адсорбция.
15. Органические ПАВ и ПИАВ. Классификация ПАВ.
16. Строение монослоев ПАВ. Расчеты параметров молекул ПАВ по адсорбционным данным.
17. Зависимость поверхностного натяжения от концентрации раствора ПАВ. Уравнение Шишковского. Термодинамическое обоснование правила Траубе-Дюкло.
18. Методы получения и очистки лиофобных дисперсных систем.
19. Термодинамика образования лиофильных коллоидных систем.
20. Мицеллообразование в растворах ПАВ. Критическая концентрация мицеллообразования; факторы, влияющие на ККМ.
21. Солюбилизация. Солюбилизация в неводных средах.
22. Оптические свойства дисперсных систем: рассеяние и поглощение света в дисперсных системах. Нефелометрия, турбидиметрия, ультрамикроскопия. Определение концентрации, размеров и форм частиц этими методами.
23. Электрокинетические явления: электрофорез, электроосмос, потенциал течения, потенциал седиментации.
24. Причины образования и модели строения ДЭС.
25. Электрокинетический потенциал. Влияние индифферентных и неиндифферентных электролитов на электрокинетический потенциал. Методы определения электрокинетического потенциала
26. Мицеллярная теория строения лиофобных зольей.
27. Молекулярно-кинетические свойства дисперсных систем: диффузия, броуновское движение. Уравнение Эйнштейна-Смолуховского.
28. Виды устойчивости дисперсных систем. Факторы седиментационной и агрегативной устойчивости.
29. Теория устойчивости гидрофобных зольей Дерягина-Ландау-Фервея-Овербека (ДЛФО).
30. Седиментация в дисперсных системах.
31. Седиментационный анализ суспензий и эмульсий. Интегральная и дифференциальная кривые распределения по размерам частиц
32. Седиментационно-диффузное равновесие.
33. Коагуляция гидрофобных коллоидов. Правила коагуляции. Коагуляция сильно и слабо заряженных зольей (концентрационная и нейтрализационная коагуляция).

34. Флокуляция, гетерокоагуляция, адагуляция.
35. Кинетика быстрой и медленной стадий коагуляции.
36. Суспензии: классификация и свойства.
37. Эмульсии. Классификация эмульсий. Обращение фаз в эмульсиях. Методы разрушения эмульсий. Практическое применение эмульсий.
38. Классификация пористых тел по размеру пор и строению пористой структуры М.М. Дубинина.
39. Количественная характеристика пористых тел.
40. Молекулярные кристаллы. Цеолиты.
41. Микропористые тела. Активированные угли.
42. Капиллярная конденсация.
43. Структурированные системы, типы структур.
44. Структурно-механические свойства дисперсных систем
45. Ньютоновские и ньютоновские жидкости. Законы Ньютона, Пуазейля и Эйнштейна.

### ПЛАНИРУЕМЫЕ РЕЗУЛЬТАТЫ ОБУЧЕНИЯ ДЛЯ ФОРМИРОВАНИЯ КОМПЕТЕНЦИЙ

Индикаторы достижения компетенции	Результаты обучения (знать, уметь, владеть)	Процедура оценивания
ПК-3.2 Проводит экспериментальные работы по готовым методикам	<b>Владеет:</b> навыками проведения химических экспериментов при исследовании поверхностных явлений и работе с дисперсными системами по готовым методикам.	Выполнение практических работ. Отчеты по лабораторным работам.
ПК-4.3 Составляет протоколы испытаний, отчеты о выполненной работе по заданной форме	<b>Знает:</b> правила составления протоколов испытаний химических экспериментов и отчетов при исследовании поверхностных явлений и работе с дисперсными системами.	Выполнение практических работ. Протоколы. Отчеты по лабораторным работам.
	<b>Умеет:</b> проводить обработку результатов химических эксперимента при исследовании поверхностных явлений и свойств дисперсных систем, и представить результаты экспериментов в форме отчета.	Отчеты по лабораторным работам.
ПК-5.2 Выполняет стандартные операции на высокотехнологическом оборудовании для характеристики сырья, промежуточной и конечной продукции химического производства	<b>Владеет:</b> навыками работы с современными химическими приборами и на высокотехнологическом оборудовании, применяемом при исследовании поверхностных явлений и свойств дисперсных систем.	Выполнение лабораторных работ.

ПК-6.1 Знает теоретические основы базовых химических дисциплин (неорганической, органической, аналитической, физической химии, химии высокомолекулярных соединений, химических основ биологических процессов.) и способы их использования при решении конкретных химических задач	<b>Знает:</b> основные законы и закономерности, описывающие поверхностные явления, и определяющие поведение и свойства дисперсных систем.	Отчеты по лабораторным работам. Собеседование в форме коллоквиума. Практические задания. КР.
	<b>Умеет:</b> применять теоретические основы коллоидной химии при анализе полученных экспериментальных результатов для решения конкретных химических задач.	Отчеты по лабораторным работам. Собеседование в форме коллоквиума. Практические задания. КР.

### **КРИТЕРИИ ОЦЕНИВАНИЯ РЕЗУЛЬТАТОВ ОБУЧЕНИЯ:**

1. Студенту необходимо выполнить 13 лабораторных работ. Каждая работа оценивается максимум на 3 балла, одна работа – 4 балла. При выполнении лабораторных работ оценивается техника выполнения ЛР, оформление протоколов, отчеты по ЛР, включающие расчеты термодинамических и физических величин, представление графического материала и вывод.
2. Предусмотрено 4 собеседования по теоретическому материалу в виде коллоквиумов. Каждая тема оценивается максимум на 4 балла.
3. Предусмотрена 1 контрольная работа, которая оценивается максимум на 5 баллов.
4. Максимальное количество баллов на экзамене 30.

#### **Оценка «отлично»:**

сформированные и систематизированные знания предмета, сформированные умения и навыки применения методов и подходов изучаемой дисциплины при решении учебных и практических задач (86-100 баллов).

#### **Оценка «хорошо»:**

в целом, сформированные, но содержащие отдельные пробелы знания предмета, умение применять методы и подходы изучаемой дисциплины при решении учебных и практических задач с минимальным количеством ошибок не принципиального характера, наличие навыков применения методов и подходов изучаемой дисциплины при решении учебных и практических задач (71 - 85 баллов).

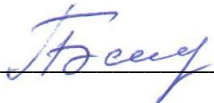
#### **Оценка «удовлетворительно»:**

несистематизированные знания предмета, частично сформированные умения и навыки применения методов и подходов изучаемой дисциплины при решении учебных задач (60-70 баллов).

#### **Оценка «неудовлетворительно»:**

фрагментарное знание предмета, отсутствие умений и навыков применения методов и подходов изучаемой дисциплины при решении учебных задач (менее 60 баллов).

**Разработчики:**

  
\_\_\_\_\_

профессор Л.Б. Белых

Программа составлена в соответствии с требованиями ФГОС ВО и учетом рекомендаций ПООП по направлению и профилю подготовки 04.03.01 – «Химия».

Программа рассмотрена на заседании кафедры физической и коллоидной химии «26» мая 2022 г.

Протокол № 7 И.о. зав. кафедрой



/ Л.Б. Белых /

*Настоящая программа, не может быть воспроизведена ни в какой форме без предварительного письменного разрешения кафедры-разработчика программы.*