

МИНОБРНАУКИ РОССИИ  
ФЕДЕРАЛЬНОЕ ГОСУДАРСТВЕННОЕ БЮДЖЕТНОЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЕ УЧРЕЖДЕНИЕ  
ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ  
«ВОРОНЕЖСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ УНИВЕРСИТЕТ»  
(ФГБОУ ВО «ВГУ»)

**УТВЕРЖДАЮ**

Заведующий кафедрой  
высокомолекулярных соединений и коллоидной химии  
Шестаков А.С.  
30.04.2020



**РАБОЧАЯ ПРОГРАММА УЧЕБНОЙ ДИСЦИПЛИНЫ**

**Б1.О.14 Коллоидная химия**

- 1. Код и наименование направления подготовки:**  
04.03.01 Химия
- 2. Профиль подготовки:** прикладная химия
- 3. Квалификация выпускника:** бакалавр
- 4. Форма обучения:** очная
- 5. Кафедра, отвечающая за реализацию дисциплины:**  
кафедра высокомолекулярных соединений и коллоидной химии
- 6. Составители программы:**  
Слепцова Ольга Валентиновна, кандидат химических наук, доцент
- 7. Рекомендована:** научно-методическим советом химического факультета,  
протокол № 3 от 19.03.2020
- 8. Учебный год:** 2022-2023                      **Семестр:** 6

## 9. Цели и задачи учебной дисциплины:

*Целями освоения учебной дисциплины являются:*

- формирование представлений об универсальности дисперсного микрогетерогенного состояния веществ;
- раскрытие фундаментальных проблем коллоидной химии - физикохимии дисперсных систем и роли поверхностных явлений в них;
- ознакомление с основными свойствами этих систем и методами их исследования и регулирования.

*Задачи учебной дисциплины:*

- изучение фундаментальных понятий и проблем в области физикохимии дисперсных систем и поверхностных явлений;
- раскрытие теоретических и экспериментальных основ современных представлений о коллоидных процессах и управлении ими;
- освоение экспериментальных методов исследования коллоидных систем и поверхностных явлений.

**10. Место учебной дисциплины в структуре ООП:** курс входит в блок Б1, обязательную часть. Студент для изучения курса должен освоить курсы органической, физической, аналитической химии. Студент должен иметь представления о термодинамике и кинетике, владеть математическим аппаратом химии, иметь представление об основных классах неорганических и органических веществ и их реакционной способности. Дисциплина является предшествующей для курсов Б1.В.ДВ.05.01 Поверхностные явления в технологии дисперсных систем, Б1.В.ДВ.05.02 Синтез и физико-химические свойства полимеров и их дисперсий, ФТД.В.01 Реология дисперсных систем.

**11. Планируемые результаты обучения по дисциплине/модулю (знания, умения, навыки), соотнесенные с планируемыми результатами освоения образовательной программы (компетенциями) и индикаторами их достижения:**

Код	Название компетенции	Код(ы)	Индикатор(ы)	Планируемые результаты обучения
ОПК-1	Способен анализировать и интерпретировать результаты химических экспериментов, наблюдений и измерений	ОПК-1.1	систематизирует и анализирует результаты химических экспериментов, наблюдений, измерений, а также результаты расчетов свойств веществ и материалов	Знать: теоретические основы коллоидной химии: типы дисперсных систем, методы получения дисперсных систем, основные приемы их стабилизации и нарушения агрегативной и седиментационной устойчивости, основные свойства дисперсных систем и поверхностей раздела фаз; способы их использования для анализа результатов химических экспериментов. Уметь: обрабатывать результаты химических экспериментов, анализировать и обобщать их, формулировать выводы. Владеть: навыками систематизации и интерпретации результатов химических экспериментов и расчетно-теоретических исследований дисперсных систем, обработки и анализа научно-технической информации и результатов отдельных этапов работ с учетом теоретических основ коллоидной химии.
		ОПК-1.2	предлагает интерпретацию результатов собственных экспериментов и расчетно-теоретических работ с использованием теоретических основ традиционных и новых разделов химии	

		ОПК-1.3	формулирует заключения и выводы по результатам анализа литературных данных, собственных экспериментальных и расчетно-теоретических работ химической направленности	
ОПК-2	Способен проводить с соблюдением норм техники безопасности химический эксперимент, включая синтез, анализ, изучение структуры и свойств веществ и материалов, исследование процессов с их участием	ОПК-2.1	работает с химическими веществами с соблюдением норм техники безопасности	Знать: физико-химические основы методов синтеза и исследования свойств дисперсных систем (нефелометрия, турбидиметрия, сталагмометрия и др.), стандартные методы обработки результатов эксперимента, правила безопасной работы в химической лаборатории. Уметь: выбирать методы исследования дисперсных систем с использованием научного оборудования, планировать эксперимент с соблюдением правил техники безопасности. Владеть: навыками синтеза и исследования свойств дисперсных систем, навыками планирования и проведения химического эксперимента, оформления его результатов, навыками безопасной работы в химической лаборатории; навыками работы с лабораторным оборудованием.
		ОПК-2.2	проводит синтез веществ и материалов разной природы с использованием имеющихся методик	
		ОПК-2.3	проводит стандартные операции для определения химического и фазового состав веществ и материалов на их основе	
		ОПК-2.4	проводит исследование свойств веществ и материалов с использованием серийного научного оборудования	
ОПК-3	Способен применять расчетно-теоретические методы для изучения свойств веществ и процессов с их участием с использованием современной вычислительной техники	ОПК-3.1	применяет теоретические и полуэмпирические модели при решении задач химической направленности	Знать: современные теоретические методы исследования коллоидно-химических свойств дисперсных систем; основы современных информационных технологий. Уметь: работать в качестве пользователя персонального компьютера; использовать компьютерные средства и методы моделирования в научно-исследовательской деятельности. Владеть: навыками применения современной вычислительной техники для выполнения расчетно-теоретических исследований.
		ОПК-3.2	использует стандартное программное обеспечение при решении задач химической направленности	
ОПК-6	Способен представлять результаты своей работы в	ОПК-6.1	представляет результаты работы в виде отчета на русском языке	Знать: основные нормы современного русского языка (орфографические, пунктуационные, грамматические, стилистические,

устной и письменной форме в соответствии с нормами и правилами, принятыми в профессиональном сообществе	ОПК-6.2	представляет информацию химического содержания с учетом требований библиографической культуры	орфоэпические) и систему функциональных стилей русского языка. Уметь: пользоваться основной справочной литературой, толковыми и нормативными словарями русского языка; основными сайтами поддержки грамотности в сети «Интернет». Владеть: навыками создания на русском языке грамотных и логически непротиворечивых письменных и устных текстов учебной и научной тематики химического содержания
	ОПК-6.3	представляет результаты работы в виде тезисов доклада на русском и английском языке в соответствии с нормами и правилами, принятыми в химическом сообществе	
	ОПК-6.4	готовит презентацию по теме работы и представляет ее на русском и английском языках	

**12. Объем дисциплины в зачетных единицах/часах – 4/144.**

**Форма промежуточной аттестации** экзамен.

### 13. Трудоемкость по видам учебной работы

Вид учебной работы		Трудоемкость			
		Всего	По семестрам		
			6 семестр		
Контактная работа		72	72		
в том числе:	лекции	36	36		
	практические				
	лабораторные	36	36		
	курсовая работа	-			
Самостоятельная работа		36	36		
Промежуточная аттестация (для экзамена)		36	36		
Итого:		144	144		

### 13.1. Содержание дисциплины

п/п	Наименование раздела дисциплины	Содержание раздела дисциплины	Реализация раздела дисциплины с помощью онлайн-курса, ЭУМК
<b>1. Лекции</b>			
1.1	Предмет и значение коллоидной химии	Определение коллоидной химии как науки. Признаки коллоидных систем. Количественные характеристики дисперсных систем. Виды классификации коллоидных систем. Прикладное значение коллоидной химии.	<a href="https://edu.vsu.ru/course/view.php?id=3996#section-1">https://edu.vsu.ru/course/view.php?id=3996#section-1</a>
1.2	Поверхностные явления и адсорбция	Поверхностная энергия и поверхностное натяжение. Понятие о поверхностном слое. Поверхностное натяжение. Факторы, влияющие на поверхностное натяжение. Капиллярное давление. Капиллярное поднятие. Влияние кривизны поверхности на химический потенциал и давление насыщенного пара. Уравнение Томсона (Кельвина). Явления, обусловленные кривизной поверхности. Адсорбция. Молекулярная адсорбция из растворов. Изотермы поверхностного натяжения. Связь между адсорбцией и поверхностным натяжением. Поверхностная активность. Правило Дюкло-Траубе. Уравнение адсорбции Гиббса. Теория мономолекулярной адсорбции Ленгмюра. Обобщение уравнений Гиббса и Ленгмюра. Строение адсорбционных слоев ПАВ. Смачивание. Адгезия. Общая характеристика явления смачивания. Связь между смачиванием и адгезией. Неограниченное растекание жидкости. Регулирование смачивания с помощью ПАВ.	<a href="https://edu.vsu.ru/course/view.php?id=3996#section-2">https://edu.vsu.ru/course/view.php?id=3996#section-2</a>  <a href="https://edu.vsu.ru/course/view.php?id=3996#section-3">https://edu.vsu.ru/course/view.php?id=3996#section-3</a>
1.3	Электро-поверхностные свойства дисперсных систем	Причины возникновения электрического заряда на дисперсных частицах. Электрокинетические явления и электрокинетический потенциал. Строение ДЭС. Теория плоского ДЭС. Теория диффузного ДЭС. Теория Штерна. Электрокинетические явления. Электроосмос. Электрофорез. Потенциал течения. Потенциал оседания. Практическое значение электрокинетических явлений.	<a href="https://edu.vsu.ru/course/view.php?id=3996#section-4">https://edu.vsu.ru/course/view.php?id=3996#section-4</a>
1.4	Устойчивость и коагуляция дисперсных систем	Агрегативная устойчивость и коагуляция дисперсных систем. Общие положения. Коагуляция лиофобных зелей электролитами. Кинетика коагуляции. Физическая теория устойчивости и коагуляции лиофобных коллоидов (теория ДЛФО). Электростатическая составляющая расклинивающего давления. Молекулярная составляющая расклинивающего давления. Суммарная потенциальная энергия взаимодействия частиц в зависимости от расстояния. Лиофильные дисперсные системы. Растворы коллоидных поверхностно-активных веществ.	<a href="https://edu.vsu.ru/course/view.php?id=3996#section-5">https://edu.vsu.ru/course/view.php?id=3996#section-5</a>
1.5	Физико-химические свойства дисперсных систем	Оптические свойства дисперсных систем. Рассеяние света. Уравнение Рэлея. Оптические методы исследования дисперсных систем. Абсорбция (поглощение) света в коллоидных растворах. Молекулярно-кинетические свойства коллоидных растворов.	<a href="https://edu.vsu.ru/course/view.php?id=3996#section-6">https://edu.vsu.ru/course/view.php?id=3996#section-6</a>
<b>2. Лабораторные занятия</b>			
2.1	Предмет и значение коллоидной химии	—	
2.2	Поверхностные явления и адсорбция	Молекулярная адсорбция на поверхности раздела раствор/воздух	

2.3	Электро-поверхностные свойства дисперсных систем	Определение электрокинетического потенциала золя методом электрофореза	
2.4	Устойчивость и коагуляция дисперсных систем	Определение порога быстрой коагуляции латекса. Проверка применимости закона Дерягина–Ландау	
2.5	Физико-химические свойства дисперсных систем	Определение размера коллоидных частиц методом светорассеяния	

### 13.2. Темы (разделы) дисциплины и виды занятий

№ п/п	Наименование темы (раздела) дисциплины	Виды занятий (количество часов)				Всего
		Лекции	Практические	Лабораторные	Самостоятельная работа	
1	Предмет и значение коллоидной химии	2		0	4	6
2	Поверхностные явления и адсорбция	10		10	8	28
3	Электроповерхностные свойства дисперсных систем	8		10	8	26
4	Устойчивость и коагуляция дисперсных систем	8		8	8	24
5	Физико-химические свойства дисперсных систем	8		8	8	24
	Итого:	36		36	36	108

### 14. Методические указания для обучающихся по освоению дисциплины

*(рекомендации обучающимся по освоению дисциплины: указание наиболее сложных разделов, работа с конспектами лекций, презентационным материалом, рекомендации по выполнению курсовой работы, по организации самостоятельной работы по дисциплине и др)*

В учебном процессе используются следующие формы работы:

- проведение лекций,
- проведение лабораторных работ,
- внеаудиторная самостоятельная работа студентов.

Организационная структура лекционного занятия:

1. Формулировка темы, целей занятия, постановка проблемного вопроса.
2. Разъяснение вопросов теоретического и практического плана для решения поставленной проблемы.
3. Рассмотрение путей решения проблемного вопроса на конкретных примерах.
4. Заключение, формулировка выводов.
5. Формулировка задания для самостоятельной домашней работы. Озвучивание темы следующего занятия.

Организационная структура лабораторного занятия:

1. Формулировка целей занятия и ответы на вопросы студентов.
2. Ознакомление с теоретической основой работы, основными приемами и техникой безопасности при работе с используемыми приборами и реактивами.
3. Выполнение экспериментальной части работы.

#### 4. Обработка экспериментальных результатов и предоставление их для предварительной проверки преподавателю.

Защита лабораторной работы проводится с целью выявления уровня освоения материала по тематике работы, способности дать правильную трактовку результатам, полученным при выполнении работы. Защита работы заключается в оформлении работ, устной беседе преподавателя со студентом по полученным в работе результатам и основным теоретическим понятиям по теме работы.

Текущий контроль проводится путем проверки выполнения домашнего задания, входного контроля (в виде тестовых заданий).

Контроль освоения теоретического материала проводится после прослушивания студентами лекционного материала по каждой теме в виде коллоквиума и выполнения домашних заданий. Выполнение домашних заданий контролирует лектор. Ежеженедельно студенты имеют возможность выяснять все вопросы, освоение которых вызывает трудности, на консультациях с лектором в специально отведенные для этого контактные часы.

При реализации дисциплины с использованием дистанционных образовательных технологий используются инструменты электронной информационно-образовательной среды ВГУ «Электронный университет ВГУ» (<https://edu.vsu.ru>) и/или «МООК ВГУ» (<https://mooc.vsu.ru>), сервисы видеоконференций (BigBlueButton, Zoom, Discord и др.), электронная почта, мессенджеры и соцсети.

#### 15. Перечень основной и дополнительной литературы, ресурсов интернет, необходимых для освоения дисциплины (список литературы оформляется в соответствии с требованиями ГОСТ и используется общая сквозная нумерация для всех видов источников)

##### а) основная литература:

№ п/п	Источник
1	Сумм Б.Д. Коллоидная химия / Б.Д. Сумм. – Москва: Академия, 2013. – 238 с.
2	Щукин Е.Д. Коллоидная химия / Е.Д. Щукин, А.В. Перцов, Е.А. Амелина. – М.: Юрайт, 2017. – 443 с.
3	Коллоидная химия. Примеры и задачи: учебное пособие для вузов / В.Ф. Марков [и др.] ; Урал. федер. ун-т им. первого Президента России Б.Н. Ельцина. – Москва ; Екатеринбург : Юрайт : Издательство Уральского университета, 2018.– 185 с.
4	Гавронская Ю.Ю. Коллоидная химия: учебник и практикум для академического бакалавриата / Ю.Ю. Гавронская, В.Н. Пак. – Москва : Юрайт, 2018. – 284 с.
5	Яковлева А.А. Коллоидная химия: учебное пособие для вузов / А.А. Яковлева. – Москва : Юрайт, 2018. – 209 с.
6	Вережников В.Н. Избранные главы коллоидной химии [Электронный ресурс] : учебное пособие для вузов / В.Н. Вережников ; Воронеж. гос. ун-т. – Воронеж : ИПЦ ВГУ, 2011. <a href="http://www.lib.vsu.ru/elib/texts/method/vsu/m11-156.pdf">http://www.lib.vsu.ru/elib/texts/method/vsu/m11-156.pdf</a>
7	Практикум по коллоидной химии : учебно-методическое пособие для вузов / Воронеж. гос. ун-т ; сост.: В.Н. Вережников, Т.Н. Пояркова. – Воронеж : ИПЦ ВГУ, 2013. – 64 с.

##### б) дополнительная литература:

№ п/п	Источник
8	Зимон А.Д. Коллоидная химия (в том числе наночастиц) / А.Д. Зимон. – М.: АГАР, 2007. – 343 с.
9	Мягченков В.А. Поверхностные явления и дисперсные системы / В.А. Мягченков. – М.: КолосС, 2007. – 184 с.
10	Фридрихсберг Д.А. Курс коллоидной химии / Д.А. Фридрихсберг.— СПб. [и др.]: Лань, 2010.– 410 с.
12	Вережников В.Н. Коллоидная химия поверхностно-активных веществ / В.Н. Вережников, И.И. Гермашева, М.Ю. Крысин. – М.: ЛАНЬ, 2015. – 304 с.
13	Гавронская Ю.Ю. Коллоидная химия : учебник и практикум для СПО / Ю.Ю. Гавронская, В.Н. Пак. – Москва: Юрайт, 2016. – 284 с.

в) информационные электронно-образовательные ресурсы (официальные ресурсы интернет):

№ п/п	Ресурс
14	УЭМК «Коллоидная химия» <a href="https://edu.vsu.ru/course/view.php?id=3996">https://edu.vsu.ru/course/view.php?id=3996</a>
15	Зональная научная библиотека ВГУ <a href="https://www.lib.vsu.ru">https://www.lib.vsu.ru</a>
16	Университетская библиотека online <a href="http://biblioclub.ru/">http://biblioclub.ru/</a>
17	Естественно-научный образовательный портал <a href="http://www.en.edu.ru">http://www.en.edu.ru</a>
18	Информационная система «Единое окно доступа к образовательным ресурсам». <a href="http://window.edu.ru">http://window.edu.ru</a>
19	Научная электронная библиотека eLIBRARY.RU <a href="http://www.elibrary.ru">http://www.elibrary.ru</a>
20	Chemnet – официальное электронное издание Химического факультета МГУ в Internet <a href="http://www.chem.msu.ru/rus">http://www.chem.msu.ru/rus</a>
21	Электронно-библиотечная система "Консультант студента" <a href="http://www.studmedlib.ru">http://www.studmedlib.ru</a>

**16. Перечень учебно-методического обеспечения для самостоятельной работы** (учебно-методические рекомендации, пособия, задачки, методические указания по выполнению практических (контрольных), курсовых работ и др.)

№ п/п	Источник
1	Практикум по коллоидной химии : учебно-методическое пособие для вузов / Воронеж. гос. ун-т ; сост.: В.Н. Вережников, Т.Н. Пояркова . – Воронеж : ИПЦ ВГУ, 2013 . – 64 с.
2	Коллоидная химия. Примеры и задачи : учебное пособие для вузов / В.Ф. Марков [и др.] ; Урал. федер. ун-т им. первого Президента России Б.Н. Ельцина . – Москва ; Екатеринбург : Юрайт : Издательство Уральского университета, 2018 . – 185 с.
3	Лабораторные работы и задачи по коллоидной химии / Ю.Г. Фролов, А.С. Гродский, В.В. Назаров и др. ; под ред. Ю.Г. Фролова и А.С. Гродского . – М. : Химия, 1986 . – 214 с.
4	Коллоидная химия : педагогические тестовые материалы : учебно-методическое пособие для вузов / Воронеж. гос. ун-т; сост.: В.Н. Вережников, Т.Н. Пояркова . – Воронеж : ЛОП ВГУ, 2007 . – 42 с. <URL: <a href="http://www.lib.vsu.ru/elib/texts/method/vsu/may07181.pdf">http://www.lib.vsu.ru/elib/texts/method/vsu/may07181.pdf</a> >.

**17. Образовательные технологии, используемые при реализации учебной дисциплины, включая дистанционные образовательные технологии (ДОТ), электронное обучение (ЭО), смешанное обучение:**

При реализации дисциплины используются классические образовательные технологии без замены аудиторных занятий (лекций и лабораторных занятий) на ДОТ. Основные типы лекций – вводные лекции (в начале изучения дисциплины) и информационные лекции с визуализацией (мультимедийные презентации). Проведение промежуточной аттестации осуществляется в форме устного собеседования по КИМ. Самостоятельная работа по всем разделам предполагает выполнение обязательных письменных домашних заданий.

При реализации учебной дисциплины используются элементы электронного обучения и различные дистанционные образовательные технологии, позволяющие обеспечивать опосредованное взаимодействие (на расстоянии) преподавателей и обучающихся, включая инструменты электронной информационно-образовательной среды ВГУ «Электронный университет ВГУ» (<https://edu.vsu.ru>) и/или «МООК ВГУ» (<https://mooc.vsu.ru>), проведение вебинаров, видеоконференций (в том числе с применением сервисов Zoom, Discord и др.), взаимодействие в соцсетях, посредством электронной почты, мессенджеров.



## 18. Материально-техническое обеспечение дисциплины:

1. Нефелометр НФМ
2. Сталагмометр
3. Электрофоретическая ячейка Чайковского
4. Ультразвуковой диспергатор
5. Фотометр КФК-3 «ЗОМЗ»
6. Фотометр ФЭК-56М
7. Весы аналитические
8. Весы техно-химические
9. Ноутбук
10. Проектор
11. Экран

## 19. Оценочные средства для проведения текущей и промежуточной аттестаций

Порядок оценки освоения обучающимися учебного материала определяется содержанием следующих разделов дисциплины:

№ п/п	Наименование раздела дисциплины (модуля)	Компетенция(и)	Индикатор(ы) достижения компетенции	Оценочные средства
1	Предмет и значение коллоидной химии	ОПК-1 ОПК-6	ОПК-1.1 ОПК-6.2	Практико-ориентированные задания
2	Поверхностные явления и адсорбция	ОПК-1 ОПК-2 ОПК-3 ОПК-6	ОПК-1.1 ОПК-1.2 ОПК-2.1 ОПК-2.3 ОПК-2.4 ОПК-3.1 ОПК-6.1 ОПК-6.2	Лабораторная работа Домашние задания Тестовые задания Коллоквиум
3	Электроповерхностные свойства дисперсных систем	ОПК-1 ОПК-2 ОПК-3 ОПК-6	ОПК-1.1 ОПК-1.3 ОПК-2.3 ОПК-2.4 ОПК-3.1 ОПК-3.2 ОПК-6.1 ОПК-6.2	Лабораторная работа Домашние задания Тестовые задания Коллоквиум
4	Устойчивость и коагуляция дисперсных систем	ОПК-1 ОПК-2 ОПК-3 ОПК-6	ОПК-1.1 ОПК-1.3 ОПК-2.1 ОПК-2.2 ОПК-2.3 ОПК-2.4 ОПК-3.1 ОПК-6.1 ОПК-6.3	Лабораторная работа Домашние задания Тестовые задания Коллоквиум
5	Физико-химические свойства дисперсных систем	ОПК-1 ОПК-2 ОПК-3 ОПК-6	ОПК-1.1 ОПК-1.3 ОПК-2.1 ОПК-2.3 ОПК-2.4 ОПК-3.2 ОПК-6.1 ОПК-6.4	Лабораторная работа Домашние задания Практико-ориентированные задания Тестовые задания Коллоквиум
Промежуточная аттестация форма контроля - экзамен				Перечень вопросов

## 20. Типовые оценочные средства и методические материалы, определяющие процедуры оценивания

Оценка знаний, умений и навыков, характеризующая этапы формирования компетенций в рамках изучения дисциплины осуществляется в ходе текущей и промежуточной аттестаций.

Текущая аттестация проводится в соответствии с Положением о текущей аттестации обучающихся по программам высшего образования Воронежского государственного университета. Текущая аттестация проводится в форме: устный опрос (индивидуальный опрос) или коллоквиум; выполнение письменных домашних и практико-ориентированных заданий, выполнение тестовых заданий, защита лабораторных работ.

Промежуточная аттестация проводится в соответствии с Положением о промежуточной аттестации обучающихся по программам высшего образования.

Контрольно-измерительные материалы промежуточной аттестации включают в себя теоретические вопросы, позволяющие оценить уровень полученных знаний и практическое задание, позволяющее оценить степень сформированности умений и навыков.

При оценивании используются качественные шкалы оценок. Критерии оценивания приведены в п. 20.2.

### 20.1. Текущий контроль успеваемости

Контроль успеваемости по дисциплине осуществляется с помощью следующих оценочных средств: практико-ориентированные задания, домашние задания, лабораторные работы, тестовые задания, коллоквиумы.

#### Перечень лабораторных работ:

1. Молекулярная адсорбция на поверхности раздела раствор/воздух
2. Определение электрокинетического потенциала золя методом электрофореза
3. Определение порога быстрой коагуляции латекса. Проверка применимости закона Дерягина–Ландау
4. Определение размера коллоидных частиц методом светорассеяния

Лабораторные работы выполняются на занятии в течение 2 академических часов. За этот период студент должен, ознакомившись с порядком выполнения задания, при помощи преподавателя и лаборанта выполнить практическую часть работы, представить полученные результаты преподавателю и, если позволяет время, приступить к оформлению работы и формулировке выводов. Следующее лабораторное занятие студент начинает с представления оформленной работы, отчитывается по работе и получает следующее практическое задание. Лабораторные работы представлены в учебно-методическом пособии (приведено в п.15, 16).

Вопросы для домашнего задания формулирует лектор на лекционном занятии. На следующем лекционном занятии студенты представляют решение домашнего задания, занятие начинается с обсуждения вариантов решения.

Коллоквиумы проводятся на лабораторном занятии, о чем преподаватель заранее сообщает обучающимся. Темы, по которым проводятся коллоквиумы, и программа к ним представлена в соответствующих учебно-методических пособиях, рекомендованных студентам (приведены в п.15, 16). По согласованию с обучающимися коллоквиум может проводиться в форме устной беседы или форме тестирования по основным разделам курса.

#### Пример тестового задания

1. По какому признаку классифицируют дисперсные системы на ультрадисперсные (коллоидные), микрогетерогенные и грубодисперсные?
2. Укажите признаки *лиофобных* дисперсных систем.
3. Приведите выражение для поверхностного натяжения, связывающее ее с изменением свободной энергии Гиббса.
4. Расположите данные вещества в ряд по *возрастанию* поверхностного натяжения:  
(1) бензол; (2) вода; (3) гексан; (4) анилин.

5. Жидкость находится (А) в капле диаметром  $d$ ; (Б) в смачиваемом капилляре с тем же диаметром; (В) в широком сосуде (плоская поверхность); (Г) между смачиваемыми пластинками, расположенными параллельно друг другу на расстоянии, равном  $d$ . Записав соответствующие выражения, расположите в порядке возрастания величины *давления насыщенного пара* для этих систем.

6. Два стеклянных капилляра с радиусом  $r_1$  и  $r_2$  ( $r_1 > r_2$ ) частично погружены в воду. Высота капиллярного поднятия равна соответственно  $h_1$  и  $h_2$ . В каком из капилляров высота поднятия будет больше?

7. Имеем двухфазные системы: (1) вода-бензол; (2) вода-гексан; (3) вода-анилин. Расположите эти системы в ряд по *убыванию* межфазного натяжения.

8. Как изменяется химический потенциал вещества при диспергировании? Запишите соответствующее выражение.

9. Сформулируйте известные вам определения адсорбции.

10. Молекулярная площадь ПАВ на поверхности пористого адсорбента  $S_m = 0,5 \text{ нм}^2$ , емкость моно слоя равна  $3 \cdot 10^{-4}$  моль/кг. Чему равна удельная поверхность адсорбента (в  $\text{м}^2/\text{кг}$ )?

11. Напишите выражение для адсорбционного потенциала.

12. Приведите соотношение между работой адгезии ( $W_a$ ) и когезии ( $W_c$ ) в соответствии с уравнением Дюпре-Юнга при угле смачивания  $\theta = 90^\circ$ .

13. Различные типы межфазного взаимодействия, наблюдаемые в гетерогенных системах, характеризуются понятиями: (1) когезия; (2) смачивание; (3) растекание; (4) адгезия. Укажите смысл каждого понятия (понятие (цифра) и его содержание (буква)):

(А) притяжение атомов и молекул в объеме гомогенной фазы;

(Б) взаимодействие жидкости с твердым телом или с другой жидкостью при наличии контакта трех несмешивающихся фаз;

(В) взаимодействие между приведенными в контакт поверхностями конденсированных фаз разной природы;

(Г) взаимодействие между твердым телом и нанесенной на его поверхность жидкости в случае, когда работа адгезии превышает работу когезии жидкости.

14. Запишите уравнение адсорбции Гиббса.

15. Сравните стандартные химические потенциалы  $\mu_s^\circ$  и  $\mu_v^\circ$  ( $>$  или  $<$ ) для

(1) поверхностно-активных веществ;

(2) поверхностно-инактивных веществ;

(3) поверхностно-неактивных веществ в водной фазе.

16. Гидрофильным или гидрофобным является твердое тело, если при нанесении на его поверхность при контакте с воздухом капля воды образует острый краевой угол ( $\theta < 90^\circ$ ).

17. Запишите выражение для зависимости растворимости от размера частиц.

18. Дайте определение поверхностной активности. Сформулируйте правило Дюкло-Траубе.

19. Зависимость поверхностной активности от длины углеводородного радикала молекулы ПАВ выражается уравнением  $\ln G_n = \text{const} + n\Delta W/RT$ , где  $n$  – число углеродных атомов в прямой насыщенной алкильной цепи, а  $\Delta W$  – это ....

20. Изобразите ориентацию олеат-анионов  $\text{RCOO}^-$  на поверхности частиц латекса полистирола в водной фазе.

#### Пример домашнего задания

1. Рассчитайте толщину диффузионного слоя на поверхности частиц сульфата бария, находящегося в водном растворе  $\text{NaCl}$  концентрацией 45 мг/л. Относительная диэлектрическая проницаемость раствора при 291 К равна 82,2.

2. Водный раствор хлорида натрия под давлением  $4,9 \cdot 10^4$  Па проходит через кварцевую мембрану. Вычислите потенциал течения на границе мембрана – раствор, если электрокинетический потенциал 0,04 В, удельная электропроводность среды  $10^{-2}$  См·м<sup>-1</sup>, вязкость  $1 \cdot 10^{-3}$  Па·с, относительная диэлектрическая проницаемость 80.

#### Пример практико-ориентированного задания

1. Будет ли растекаться по поверхности ртути водный раствор валериановой кислоты? Решите этот вопрос, исходя из известных значений поверхностных и межфазных натяжений:  $\sigma_{p-воздух} = \text{Дж/м}^2$ ,  $\sigma_{\text{Hg/воздух}} = 475 \text{ мДж/м}^2$ ,  $\sigma_{\text{Hg/p-p}} = 329 \text{ мДж/м}^2$ .

2. Если на поверхность воды нанести водонерастворимое ПАВ в виде раствора в легклетучем растворителе, то после испарения последнего на поверхности образуется мономолекулярная пленка (монослой) нерастворимого ПАВ. Для снижения потерь влаги и предотвращения высыхания озеро Онтарио (США, штат Нью-Йорк) покрыли сплошным монослоем гексадецилового спирта ( $\text{R}_{16}\text{OH}$ ). Какой объем раствора гексадеканола необходимо было израсходовать, чтобы таким монослоем покрыть поверхность озера, площадь которого равна 19529 км<sup>2</sup>? Концентрация раствора 40 г/л, молекулярную площадку  $S_m$  гексадеканола принять равной 0,216 нм<sup>2</sup>, молярная масса 242 г/моль.

## 20.2. Промежуточная аттестация

Промежуточная аттестация по дисциплине осуществляется с помощью следующих оценочных средств: собеседование по экзаменационным билетам.

#### Вопросы к экзамену:

1. Предмет коллоидной химии. Дисперсные системы, их признаки. Виды классификации дисперсных систем.
2. Поверхностная энергия. Поверхностное натяжение: энергетическая и силовая трактовка. Опыт Дюпре. Факторы, влияющие на поверхностное натяжение.
3. Изотермы поверхностного натяжения. Уравнение Шишковского.
4. Поверхностная активность ПАВ. Правило Траубе. Мицеллообразование в растворах коллоидных ПАВ.
5. Адсорбция на границе раздела фаз жидкость – газ. Адсорбция по Гиббсу. Уравнение адсорбции Гиббса. Адсорбция по Ленгмюру. Уравнение Ленгмюра. Расчет изотермы адсорбции Ленгмюра с использованием линейной формы уравнения Шишковского.
6. Адсорбция на границе раздела фаз твердое тело – жидкость. Молекулярная адсорбция. Основные положения теории Ленгмюра. Константы уравнения Ленгмюра, их физический смысл и определение. Факторы, влияющие на молекулярную адсорбцию. Правило уравнивания полярностей Ребиндера.
7. Ионная адсорбция. Правило избирательной адсорбции Пескова – Фаянса. Влияние природы ионов на их адсорбционную способность.
8. Поверхностные явления на границе раздела фаз твердое тело – жидкость. Адгезия, смачивание и растекание. Уравнения Юнга, Дюпре и Дюпре – Юнга. Правило Антонова.
9. Равновесие на искривленной границе раздела фаз. Капиллярные явления. Капиллярное давление. Уравнение Лапласа. Уравнение Жюрена.
10. Электрокинетические явления. Условия образования двойного электрического слоя.
11. Теории строения двойного электрического слоя: экспериментальные факты и общие положения. Теории строения ДЭС Гельмгольца – Перрена, Гуи – Чэпмена, Штерна. Электрокинетический потенциал. Уравнение Гельмгольца – Смолуховского. Строение коллоидных мицелл.
12. Виды устойчивости дисперсных систем. Факторы агрегативной устойчивости. Коагуляция. Теория кинетики быстрой коагуляции Смолуховского. Быстрая и медленная коагуляция. Правила электролитной коагуляции.
13. Теория устойчивости лиофобных дисперсных систем ДЛФО. Расклинивающее давление. Энергии электростатического отталкивания и молекулярного притяжения. Потенциальные

- кривые взаимодействия частиц. Закономерности коагуляции гидрофобных зольей электролитами. Концентрационная и нейтрализационная коагуляция.
14. Оптические свойства дисперсных систем. Рассеяние света в дисперсных системах. Уравнения Рэлея и Геллера. Турбидиметрия и нефелометрия.
15. Молекулярно–кинетические свойства дисперсных систем. Осмос, диффузия, броуновское движение. Уравнение Эйнштейна – Смолуховского. Седиментация.

По окончании семестра проводится промежуточная аттестация в форме экзамена. К экзамену обучающиеся получают перечень вопросов, из которых формируются КИМ по предмету. За день перед экзаменом проводится консультация, где студенты могут прояснить вопросы, освоение которых вызывает трудности. Приходя на экзамен, обучающийся должен иметь при себе зачетную книжку и тетрадь с лабораторным практикумом. Обучающийся выбирает КИМ и готовится к ответу. Время на подготовку регламентировано Положением о промежуточной аттестации обучающихся по программам высшего образования.

Для оценивания результатов обучения на экзамене используются следующие показатели:

- 1) знание теоретических основ коллоидной химии, умение иллюстрировать ответ примерами, фактами, данными научных исследований;
- 2) знание и владение основными физико-химическими методами исследования дисперсных систем и поверхностных явлений;
- 3) умение решать практические задачи, используя принципы и методы коллоидной химии.

Для оценивания результатов обучения на экзамене используется 4-балльная шкала: «отлично», «хорошо», «удовлетворительно», «неудовлетворительно».

При реализации дисциплины с применением дистанционных образовательных технологий оценка за зачет/экзамен может быть выставлена по результатам текущей аттестации обучающегося в семестре.

#### Соотношение показателей, критериев и шкалы оценивания результатов обучения

Критерии оценивания компетенций	Уровень сформированности компетенций	Шкала оценок
Полное соответствие ответа обучающегося всем перечисленным критериям. Продемонстрировано всестороннее и глубокое знание теоретических основ коллоидной химии, закономерностей и механизма протекающих в дисперсных системах процессов; умение решать практические задачи, используя принципы и методы коллоидной химии; владение основными физико-химическими методами исследования дисперсных систем и поверхностных явлений.	Повышенный уровень	Отлично
Обучающийся владеет теоретическими основами коллоидной химии, дает обоснованный и аргументированный ответ на поставленные вопросы. Содержатся непринципиальные ошибки и неточности, которые должны быть исправлены в соответствии с замечаниями и вопросами экзаменатора.	Базовый уровень	Хорошо
Обучающийся владеет частично теоретическими основами коллоидной химии, демонстрирует частичные знания основных физико-химических методов исследования, не умеет применять знания для описания поверхностных явлений и дисперсных систем.	Пороговый уровень	Удовлетворительно
Ответ на контрольно-измерительный материал не соответствует перечисленным показателям. Обучающийся демонстрирует отрывочные, фрагментарные знания, допускает грубые ошибки. Допущенные ошибки в изложении материала не в состоянии исправить в соответствии с замечаниями и наводящими вопросами преподавателя.	–	Неудовлетворительно