

Министерство науки и высшего образования  
Российской Федерации

Федеральное государственное бюджетное  
образовательное учреждение высшего образования  
«Донецкий государственный университет»

Химический факультет  
Кафедра физической химии



УТВЕРЖДАЮ  
проректор

П.А. Машаров

«29» марта 2024 г.

МП

**РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ**

**КОЛЛОИДНАЯ ХИМИЯ**

Укрупненная группа направлений подготовки	04.00.00 Химия
Программа высшего образования	Программа специалитета
Специальность	04.05.01 Фундаментальная и прикладная химия
Квалификация	Химик. Преподаватель химии
Форма обучения	Очная

Рабочая программа адаптирована для лиц  
с ограниченными возможностями здоровья и инвалидов

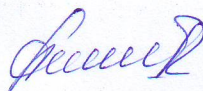
Донецк 2024



Рабочая программа дисциплины «Коллоидная химия» для обучающихся по специальности 04.05.01 Фундаментальная и прикладная химия, составлена на основании Федерального государственного образовательного стандарта высшего образования – специалитет по специальности 04.05.01 Фундаментальная и прикладная химия, утвержденного приказом Министерства образования и науки Российской Федерации от 13 июля 2017 г. № 652 (с изм. и доп.), Порядка организации и осуществления образовательной деятельности по образовательным программам высшего образования – программам бакалавриата, программам специалитета, программам магистратуры, утвержденного приказом Министерства науки и высшего образования Российской Федерации от 06 апреля 2021 г. № 245 (с изм. и доп.), в соответствии с учебным планом, утвержденным Ученым советом ФГБОУ ВО «ДонГУ» для набора 2024 года.

Разработчик:

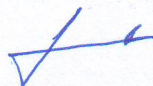
доцент кафедры физической химии,  
канд. хим. наук, доц.



Р.И. Лыга

Рабочая программа утверждена на заседании кафедры физической химии.  
Протокол от 26.03.2024 г. № 14.

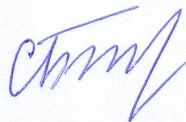
Заведующий кафедрой



В.М. Михальчук

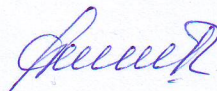
СОГЛАСОВАНО:

Декан химического факультета  
28.03.2024 г.



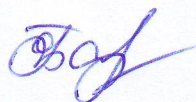
С.Г. Бахтин

Учебно-методическая комиссия химического факультета  
Протокол от 27.03.2024 г. № 2.  
Председатель



Р.И. Лыга

Руководитель основной профессиональной  
образовательной программы,  
канд. хим. наук, доц.  
28.03.2024 г.



О.В. Баранова



## 1. МЕСТО ДИСЦИПЛИНЫ В СТРУКТУРЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЙ ПРОГРАММЫ

1.1. Требования к предварительной подготовке обучающихся, предшествующие и сопутствующие дисциплины, на которых основывается изучение данной:

дисциплины программы специалитета: Неорганическая химия, Аналитическая химия, Органическая химия, Математика, Физика, Физическая химия и Информатика.

1.2. Дисциплины, курсовые работы и практики, для которых освоение данной дисциплины необходимо как предшествующее:

Высокомолекулярные соединения, Полимерные композиты, Прикладная коллоидная химия, Химическая технология, Кинетика и термодинамика ферментативных процессов, Методы разделения и концентрирования в химическом анализе, Методы анализа природных и промышленных объектов, Производственная практика: научно-исследовательская работа, Производственная практика: технологическая.

## 2. ОПИСАНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

### 2.1. Общая характеристика

Наименование показателя	Значение показателя
Название образовательной программы	04.05.01 Фундаментальная и прикладная химия (Программа специалитета)
Шифр и название в соответствии с учебным планом	Б1.Б.26 Коллоидная химия
Часть образовательной программы	Базовая часть
Количество зачетных единиц / всего часов	4 / 144

### 2.2. Распределение часов по формам и периодам обучения

Форма обучения	курс	семестр	Общее количество часов					Форма контроля
			лекционных	лабораторных	практических	самостоятельной работы+К	всего	
Очная	3	6	34	51	—	59	144	экзамен
Очная, всего								

## 3. ЦЕЛИ ДИСЦИПЛИНЫ

Дать четкие представления о теоретических и экспериментальных основах науки, изучающей дисперсное состояние вещества и поверхностные явления в дисперсных системах; изучить особые свойства поверхности раздела фаз, природу и механизмы поверхностных явлений; определить особую роль коллоидной химии как междисциплинарной науки, которая синтезирует знания смежных разделов химии, физики, биологии и других естественных наук.

## 4. КОМПЕТЕНЦИИ ОБУЧАЮЩЕГОСЯ, ФОРМИРУЕМЫЕ В РЕЗУЛЬТАТЕ ОСВОЕНИЯ КОМПОНЕНТА ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЙ ПРОГРАММЫ, ИХ ИНДИКАТОРЫ И ПЛАНИРУЕМЫЕ РЕЗУЛЬТАТЫ ОБУЧЕНИЯ

### 4.1. Компетенции

ОПК-2. Способен проводить химический эксперимент с использованием современного оборудования, соблюдая нормы техники безопасности

### 4.2. Индикаторы компетенций

ОПК-2.3. Проводит исследования свойств веществ и материалов с использованием современного научного оборудования

#### 4.3. Результаты обучения

ОПК-2.3.1. Знает правила работы с химическими веществами с соблюдением норм техники безопасности.

ОПК-2.3.2. Умеет проводить экспериментальные исследования с использованием серийного научного оборудования.

### 5. ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ

Название темы	Краткое содержание темы (вопросы темы)
<b>Раздел 1. Термодинамика и строение поверхностного слоя. Адсорбционное равновесие</b>	
1. Введение в химию коллоидных и наносистем	1.1. Классификация поверхностных явлений и дисперсных систем. 1.2. Введение в коллоидную химию. 1.3. Основные понятия, объекты и цель изучения дисциплины. 1.4. Коллоидные частицы и коллоидные системы, коллоидное состояние вещества. 1.5. Признаки объектов коллоидной химии. 1.6. Количественное определение дисперсности. 1.7. Специфические свойства дисперсных систем. 1.8. Классификация поверхностных явлений и дисперсных систем. 1.9. Лиофильные и лиофобные дисперсные системы. 1.10. Взаимосвязь коллоидной химии с другими дисциплинами, с физикой, биологией, геологией, медициной. 1.11. Основные этапы развития коллоидной химии. 1.12. Применение современной коллоидной химии.
2. Термодинамика поверхности	2.1. Свободная поверхностная энергия. 2.2. Поверхностное натяжение. 2.3. Термодинамические функции поверхностного слоя. 2.4. Влияние температуры на термодинамические функции поверхности, критическая температура. 2.5. Межфазное натяжение на поверхности раздела взаимно насыщенных жидкостей, правило Антонова. 2.6. Свободная поверхностная энергия твердых тел, специфика обнаружения. 2.7. Специфика проявления свободной поверхностной энергии твердых тел и ее определение. 2.8. Методы измерения поверхностного натяжения поверхностей. 2.9. Методы измерения поверхностного натяжения легкоподвижных поверхностей.
3. Явления капиллярности и смачивания	3.1. Установление формы жидкостей. 3.2. Термодинамические условия смачивания и растекания на твердых и жидких поверхностях. 3.3. Количественные характеристики смачивания. 3.4. Избирательное смачивание: лиофобных и лиофильных поверхностей. 3.5. Смачивание реальных твердых тел, гистерезис

	<p>смачивания.</p> <p>3.6. Капиллярное давление, закон Лапласа. Дисперсность и термодинамические свойства тел.</p> <p>3.7. Закон Томсона, Гиббса-Кюри-Вульфа.</p> <p>3.8. Уравнение Жорена.</p> <p>3.9. Роль капиллярных явлений и смачивания в промышленности и агротехнике, коллоидно-химические методы интенсификации нефтедобычи и обогащения полезных ископаемых.</p> <p>3.10. Физико-химические основы флотационного обогащения руд.</p>
4. Адсорбция на поверхности раздела фаз	<p>4.1. Адсорбция как самопроизвольное концентрирование веществ на поверхности.</p> <p>4.2. Поверхностно-активные (ПАВ) и поверхностно-инактивные (ПИВ) вещества.</p> <p>4.3. Поверхностная активность.</p> <p>4.4. Термодинамика процесса адсорбции.</p> <p>4.5. Уравнения адсорбции Гиббса.</p> <p>4.6. Классификация ПАВ, применение, проблема биоразложения. Понятие о гидрофильно-липофильном балансе (ГЛБ) молекул ПАВ.</p> <p>4.7. Классификация поверхностно-активных веществ по физико-химическому механизму действия (Ребиндера).</p> <p>4.8. Зависимость поверхностного натяжения от концентрации ПАВ. Уравнение Шишковского.</p> <p>4.9. Изменение поверхностной активности в гомологических рядах ПАВ.</p> <p>4.10. Термодинамическое обоснование правила Дюкло-Траубе.</p> <p>4.11. Работа адсорбции.</p> <p>4.12. Адсорбционное равновесие на поверхности раздела раствора ПАВ-газ.</p> <p>4.13. Уравнение изотермы адсорбции Ленгмюра.</p> <p>4.14. Связь уравнений Гиббса, Шишковского, Ленгмюра.</p> <p>4.15. Строение монослоев растворимых ПАВ.</p> <p>4.16. Двухмерное состояние вещества в поверхностном слое.</p> <p>4.17. Двухмерное давление. Уравнение состояния монослоев ПАВ.</p> <p>4.18. Расчет размеров молекул ПАВ.</p> <p>4.19. Поверхностные пленки нерастворимых ПАВ. Основные типы пленок.</p> <p>4.20. Влияние адсорбционных слоев ПАВ на процессы в природе и технике.</p> <p>4.21. Адсорбция газов на твердой поверхности.</p> <p>4.22. Понятие о физической адсорбции и хемосорбции.</p> <p>4.23. Адсорбционные методы определения удельной поверхности адсорбентов. Классификация адсорбентов по размеру пор (Дубинина).</p> <p>4.24. Работа, теплота и энтропия адсорбции.</p> <p>4.25. Изотермы адсорбции газов.</p> <p>4.26. Теория адсорбционных сил. Теория адсорбции газов.</p>

	<p>4.27. Адсорбционные методы определения удельной поверхности адсорбентов.</p> <p>4.28. Особенности адсорбции молекул и ионов на твердой поверхности из растворов.</p> <p>4.29. Правило выравнивания полярностей Ребиндера. Модифицирующее действие ПАВ: гидрофобизация и гидрофилизация поверхностей.</p>
Раздел 2. Объемные свойства дисперсных систем	
5. Леофобные дисперсные системы	<p>5.1. Методы получения леофобных дисперсных систем (диспергационные и конденсационные).</p> <p>5.2. Энергетика диспергирования и конденсации.</p> <p>5.3. Процессы диспергирования в природе, технике и химической технологии. Применение эффекта Ребиндера.</p> <p>5.4. Связь работы диспергирования с поверхностной энергией тела.</p> <p>5.5. Применение ПАВ для уменьшения работы диспергирования.</p> <p>5.6. Формы проявления эффекта Ребиндера.</p> <p>5.7. Конденсационное образование дисперсных систем.</p> <p>5.8. Работа образования зародышей новой фазы.</p> <p>5.9. Методы образования размеров частиц в дисперсных системах.</p> <p>5.10. Физическая и химическая конденсация.</p> <p>5.11. Основные методы очистки зольей.</p>
6. Леофильные дисперсные системы	<p>6.1. Термодинамика образования леофильных коллоидов. Критерий Ребиндера-Щукина.</p> <p>6.2. Мицеллообразование в растворах ПАВ.</p> <p>6.3. Критическая концентрация мицеллообразования (ККМ), методы ее определения.</p> <p>6.4. Строение прямых и обратных мицелл.</p> <p>6.5. Термодинамика мицеллообразования.</p> <p>6.6. Температурная зависимость ККМ, точка Крафта.</p> <p>6.7. Коллоидное растворение веществ в растворах ПАВ (солубилизация).</p> <p>6.8. Относительная солубилизация.</p> <p>6.9. Практическое применение мицеллярных систем.</p> <p>6.10. Исследование свойств растворов поверхностно-активных веществ.</p>
7. Электрические свойства дисперсных систем	<p>7.1. Двойной электрический слой (ДЭС), причины и механизмы образования ДЭС.</p> <p>7.2. Модели строения ДЭС (Гельмгольца, Гуи-Чепмена, Штерна).</p> <p>7.3. Изменение потенциалов ДЭС с расстоянием от поверхности, с концентрацией и зарядом ионов.</p> <p>7.4. Электрокинетический потенциал.</p> <p>7.5. Электрокинетические явления (электрофорез, электроосмос, потенциалы течения и седиментации).</p> <p>7.6. Теория Гельмгольца-Смолуховского.</p> <p>7.7. Методы определения электрокинетического потенциала.</p> <p>7.8. Строение мицеллы гидрофобных зольей.</p>

	<p>7.9. Ионный обмен.</p> <p>7.10. Изоэлектрическое состояние в дисперсных системах.</p> <p>7.11. Практическое применение ионного обмена (очистление воды, известкование грунта, внесение удобрений и др.) и электрокинетических явлений (электрофорез, электроосмос).</p>
8. Устойчивость дисперсных систем	<p>8.1. Седиментационная и агрегативная устойчивость дисперсных систем.</p> <p>8.2. Устойчивость и коагуляция зелей и суспензий в технологических процессах и природе. Очистление воды.</p> <p>8.3. Нарушение агрегативной устойчивости вследствие коалесценции, изотермической перегонки, коагуляции.</p> <p>Т</p> <p>8.4. Теория устойчивости лиофобных зелей (ДЛФО).</p> <p>8.5. Термодинамика тонких пленок.</p> <p>8.6. Расклинивающее давление по Дерюгину. Составляющие расклинивающего давления.</p> <p>8.7. Зависимость энергии взаимодействия частиц дисперсной фазы от расстояния между ними.</p> <p>8.8. Факторы устойчивости лиофобных дисперсных систем. Структурно-механический барьер устойчивости.</p> <p>8.9. Защитные коллоиды. Коагуляция зелей электролитами.</p> <p>8.10. Основы теории коагуляции ДЛФО.</p> <p>8.11. Механизмы коагуляции (концентрационный и нейтрализационный).</p> <p>8.12. Порог коагуляции. Кинетика коагуляции.</p> <p>8.13. Пептизация.</p> <p>8.14. Особенности структуры и устойчивости микрогетерогенной дисперсной системы.</p> <p>8.15. Методы получения, классификация, устойчивость и разрушение суспензий, эмульсий, пен, аэрозолей.</p> <p>8.16. Эмульгаторы, пенообразователи.</p> <p>8.17. Образование и свойства растворов полимеров – «молекулярных коллоидов».</p> <p>8.18. Коллоидные дисперсии полимеров и их значение в народном хозяйстве.</p>
9. Оптические свойства дисперсных систем	<p>9.1. Рассеяние и поляризация света коллоидными системами.</p> <p>9.2. Закон Рэлея.</p> <p>9.3. Поглощение света в дисперсных системах.</p> <p>9.4. Применение закона Ламберта-Бера в мутных средах.</p> <p>9.5. Окраска зелей.</p> <p>9.6. Оптические методы исследования коллоидных систем. Нефелометрия, турбодиметрия, ультрамикроскопия, электронная микроскопия.</p>
10. Молекулярно-кинетические свойства дисперсных систем	<p>10.1. Универсальность молекулярно-кинетических свойств растворов и дисперсных систем.</p> <p>10.2. Броуновское движение, диффузия, осмос в коллоидных системах.</p> <p>10.3. Осмос в дисперсных биологических системах.</p>

	10.4. Седиментация в дисперсных системах. 10.5. Седиментационный анализ суспензий, эмульсий. 10.6. Седиментационно-диффузное равновесие Перрена. 10.7. Научно-философское значение исследований молекулярно-кинетических свойств дисперсных систем.
11. Структурно-механические свойства дисперсных систем	11.1. Основные понятия и законы реологии. 11.2. Структурообразование в дисперсных системах. 11.3. Способы описания механических свойств дисперсных систем. Реологические свойства дисперсных систем. 11.4. Коагуляционные и конденсационно-кристаллизационные структуры. 11.5. Полная реологическая кривая: твердообразные и жидкообразные системы.
12. Коллоидно-химические основы охраны природы	12.1. Коллоидно-химические процессы и системы, лежащие в основе методов очистки атмосферы и гидросферы. 12.2. Методы разрушения аэрозолей, борьба с загрязнением атмосферы. 12.3. Методы очистки природных и сточных вод, основанные на изменении агрегативной и седиментационной устойчивости дисперсий. 12.4. Очистка воды от поверхностно-активных и растворимых токсичных загрязнений. 12.5. Применение пенной сепарации, адсорбции, ионного обмена. 12.6. Мембранные методы разделения дисперсий. 12.7. Коллоидно-химические системы для решения проблем охраны окружающей среды.

## 6. СТРУКТУРА И СОДЕРЖАНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

Форма обучения – очная, курс – 3, семестр – 6

Наименования разделов и тем	Количество часов				
	Лекц.	Лабор.	Практ.	СРС+К	Всего
Раздел 1. Термодинамика и строение поверхностного слоя. Адсорбционное равновесие	17	16		24	57
1. Введение в химию коллоидных и наносистем	2			4	6
2. Термодинамика поверхности	6	8		8	22
3. Явления капиллярности и смачивания	2	4		4	10
4. Адсорбция на поверхности раздела фаз	7	4		8	19
Раздел 2. Объемные свойства дисперсных систем	17	35		35	87
5. Лиофобные дисперсные системы	2	6		2	10
6. Лиофильные дисперсные системы	3	12		7	22
7. Электрические свойства дисперсных систем	2	8		4	14
8. Устойчивость дисперсных систем	2	9		6	17
9. Оптические свойства дисперсных систем	2			4	6



10. Молекулярно-кинетические свойства дисперсных систем	2			4	6
11. Структурно-механические свойства дисперсных систем	2			4	6
12. Коллоидно-химические основы охраны природы	2			4	6
ИТОГО ПО КОМПОНЕНТУ ОПОП	34	51	–	59	144

## 7. ОЦЕНОЧНЫЕ МАТЕРИАЛЫ (СРЕДСТВА) ДЛЯ ТЕКУЩЕГО КОНТРОЛЯ УСПЕВАЕМОСТИ, ПРОМЕЖУТОЧНОЙ АТТЕСТАЦИИ

### 7.1. Контрольные вопросы

#### Раздел 1

1. Предмет коллоидной химии. Признаки объектов коллоидной химии. Дисперсные системы.
2. Классификация дисперсных систем по размеру частиц дисперсной фазы.
3. Предмет коллоидной химии. История становления коллоидной химии как науки. Выдающиеся ученые, внесшие большой вклад в развитие коллоидной химии.
4. Понятие дисперсности. Параметры, характеризующие раздробленность дисперсной фазы. Правило фаз Гиббса для дисперсных систем.
5. Классификации дисперсных систем по размеру частиц дисперсной фазы, по агрегатному состоянию фазы и среды, по структуре.
6. Примеры коллоидных систем и коллоидных явлений в природе, народном хозяйстве, промышленности.
7. Поверхность, ее геометрическое описание, кривизна поверхности.
8. Особенности жидких и твердых поверхностей. Силовое поле поверхности.
9. Поверхностные явления, их термодинамическое описание.
10. Особенные свойства поверхности, поверхностное натяжение (термодинамическое определение, физический смысл).
11. Уравнение полной (внутренней) энергии поверхностного слоя.
12. Удельная поверхностная энергия жидкостей и твердых тел. Зависимость поверхностного натяжения от природы вещества (с примерами).
13. Методы определения поверхностного натяжения жидкостей и твердых тел. Суть сталагмометрического метода и метода максимального давления в пузырьке.
14. Растворы полимеров как объекты изучения коллоидной химией. Их отличия и схожие свойства с коллоидными растворами. Набухание полимеров.
15. Выражение для полной удельной поверхностной энергии, уравнение Гиббса-Гельмгольца. Температурные зависимости поверхностного натяжения, удельной поверхностной энергии и теплоты образования единицы поверхности.
16. Механизмы самопроизвольного уменьшения поверхностной энергии.
17. Влияние дисперсности на свойства тел (перечислить свойства). Влияние дисперсности на внутреннее давление. Уравнение Лапласа для частиц разной формы.
18. Влияние дисперсности на форму тела. Принцип Гиббса-Кюри. Закон Вульфа.
19. Влияние дисперсности на реакционную способность веществ. Уравнение Кельвина (Томсона).
20. Влияние дисперсности на внутреннее давление (уравнение Лапласа для частиц разной формы) и температуру фазового перехода.
21. Адгезия и когезия. Работа адгезии и работа когезии. Формула Дюпре.
22. Смачивание. Краевой угол смачивания.
23. Смачивание. Закон Юнга. Уравнение Юнга-Дюпре, его анализ.
24. Влияние природы поверхности на ее смачиваемость.

25. Смачивание реальных твердых тел. Гистерезис смачивания. Теплота смачивания. Коэффициент гидрофильности поверхности.
26. Растекание. Условия растекания. Эффект Марангони.
27. Капиллярные явления. Уравнение Жорена. Флотация.
28. Адсорбция и ее виды. Влияние температуры на адсорбцию. Количественные величины адсорбции.
29. Термодинамика адсорбции. Адсорбционное уравнение Гиббса. Поверхностная активность веществ. ПАВ.
30. ПАВ, ПИВ, ПИНВ. Изотермы поверхностного натяжения и адсорбции.
31. Ориентация молекул ПАВ на поверхности раздела фаз. Уравнения Генри и Шишковского.
32. Влияние строения молекул ПАВ на их поверхностную активность.
33. Классификации ПАВ. Гидрофильно-липофильный баланс.
34. Биоразлагаемость ПАВ. Адсорбция ПАВ. Уравнение Генри.
35. Уравнение изотермы адсорбции Ленгмюра.
36. Определение величин в уравнении адсорбции Ленгмюра и расчет параметров молекулы ПАВ. Связь уравнений Гиббса, Ленгмюра и Шишковского.
37. Состояния поверхностных пленок ПАВ. Двухмерное давление. Практическое применение пленок нерастворимых ПАВ.
38. Адсорбция газов и паров на твердых телах, ее основные закономерности и особенности. Физическая и химическая адсорбция.
39. Чем обусловлены хемосорбция и физическая адсорбция на твердом теле? Теория мономолекулярной адсорбции Ленгмюра. Уравнение адсорбции Фрейндлиха.
40. Теория полимолекулярной адсорбции Поляни. Современная теория адсорбции БЭТ. Основное уравнение БЭТ.
41. Капиллярная конденсация. Термодинамические параметры адсорбции на однородной поверхности.
42. Кинетика адсорбции. Активированная и неактивированная адсорбция.
43. Молекулярная адсорбция из растворов. Влияние различных факторов на адсорбцию из растворов.
44. Ионная адсорбция: избирательная и обменная. Правила адсорбции ионов. Ионный обмен, иониты. Уравнение ионного обмена (Никольского).
- Раздел 2
45. Получение лиофобных дисперсных систем. Методы диспергирования.
46. Эффект адсорбционного понижения прочности Ребиндера.
47. Конденсационное образование лиофобных дисперсных систем. Энергия Гиббса зародышеобразования.
48. Физическая и химическая конденсация. Методы очистки коллоидных систем.
49. Лиофильные коллоидные системы. Термодинамика их образования. Лиофильные дисперсные системы ПАВ.
50. Мицеллообразование в растворах коллоидных ПАВ. ККМ.
51. ККМ. Методы определения ККМ.
52. Константа равновесия мицеллообразования. Термодинамика мицеллообразования. Движущие силы мицеллообразования.
53. Точка Крафта, ее роль в мицеллообразовании.
54. Строение мицелл. Влияние строения молекул ПАВ на ККМ. Влияние электролитов на ККМ.
55. Солюбилизация в коллоидных растворах ПАВ. Термодинамика солюбилизации. Способы включения молекул солюбилизата в мицеллы.
56. Влияние строения молекул ПАВ и природы солюбилизата на солюбилизацию. Применение солюбилизации.

57. Устойчивость и разрушение лиофобных дисперсных систем. Седиментационная и агрегативная устойчивость.
58. Теория устойчивости лиофобных дисперсных систем ДЛФО. Коагуляция, флокуляция и пептизация.
59. Коагуляция в природе. Защита от коагуляции.
60. Электрокинетические свойства и явления в дисперсных системах: электрофорез, электроосмос, потенциал течения, потенциал седиментации.
61. Причины и механизмы образования двойного электрического слоя (ДЭС) на границе раздела фаз.
62. Термодинамические соотношения между электрическим потенциалом и поверхностным натяжением. Первое и второе уравнения Липпмана.
63. Уравнение электрокапиллярной кривой. Влияние поверхностно-активных веществ на электрокапиллярную кривую.
64. Строение ДЭС по Гельмгольцу. Потенциал ( $\phi_0$ ) и плотность поверхностного заряда ( $q^s$ ). Возможность практической реализации теории, ее недостатки.
65. Строение ДЭС по Гуи-Чепмену. Роль теплового движения противоионов в их распределении в ДЭС. Закон распределения ионов Больцмана.
66. Плоскость разрыва ДЭС в электрокинетических явлениях, понятие об электрокинетическом потенциале ( $\xi$ ). Соотношение между  $\xi$  и  $\phi_0$ . Толщина двойного электрического слоя. Недостатки теории Гуи.
67. Теория строения ДЭС Штерна. Адсорбционная и диффузная часть ДЭС. Штерновский потенциал. Учет специфической адсорбции противоионов.
68. Строение мицелл лиофобных золей.
69. Влияние различных факторов на величину электрокинетического потенциала. Перезарядка поверхности.
70. Теория электрокинетических явлений. Уравнения Гельмгольца-Смолуховского для электрофореза и электроосмоса.
71. Понятие о поверхностной проводимости. Явления релаксации и электрофоретического торможения при электрофорезе.
72. Практическое применение электрокинетических явлений.
73. Особенности оптических свойств дисперсных систем. Рассеяние света. Уравнение Релея.
74. Поглощение света коллоидными растворами. Окраска золей.
75. Оптические методы исследования дисперсных систем.
76. Молекулярно-кинетические свойства дисперсных систем.

## 7.2. Темы докладов (рефератов, индивидуального задания)

По теме «Лиофильные дисперсные системы» студент получает индивидуальное задание «Исследование свойств растворов поверхностно-активного вещества». Оценивание этого вида учебной деятельности студента включает оценку предварительного освоения им теоретического материала (лекций) и умения применять полученные знания для выполнения задания. Задание оформляется письменно, проводится защита задания.

План индивидуального задания:

1. Физико-химические характеристики исследуемого ПАВ. Возможные способы синтеза ПАВ.
2. Принадлежность ПАВ к определенной группе согласно существующим классификациям: по химическому строению, по способности к ионизации, по физико-химическому механизму действия (классификация Ребиндера), по способности к образованию мицеллярных растворов.
3. Качественная реакция для определения группы веществ, к которой принадлежит ПАВ.



4. Изотерма поверхностного натяжения водных растворов ПАВ (в обычных и полулогарифмических координатах). Построение изотермы адсорбции ПАВ на основе изотермы поверхностного натяжения.

5. Расчет предельной адсорбции ПАВ ( $\Gamma_{\infty}$ ), площади поперечного сечения молекулы ПАВ ( $s_0$ ), ее длины ( $\delta$ ), а также поверхностной активности ( $g$ ) ПАВ по отношению к воде (с использованием изотермы поверхностного натяжения).

6. Методы определения (несколько методов) критической концентрации мицеллообразования (ККМ) коллоидного ПАВ в растворе. Термодинамические аспекты мицеллообразования.

7. Способность ПАВ к солюбилизации органических веществ в водных растворах. Тип солюбилизации бензола в коллоидном растворе ПАВ, способ включения солюбилизата в мицеллу ПАВ. Движущая сила солюбилизации.

8. Влияние температуры на мицеллообразование в растворах коллоидных ПАВ. Точка Крафта. Влияние электролитов на ККМ исследуемого ПАВ. Оценка возможности образования мицелл в этанольном растворе?

9. Экспериментальные методы подтверждения наличия в растворе ПАВ сферических мицелл и их превращения в мицеллы Мак-Бена?

10. Расчет числа гидрофильно-липофильного баланса (ГЛБ) ПАВ.

### 7.3. Темы письменных работ (типы задач)

Контрольные работы по темам (решение задач):

- Определение размера частиц и удельной поверхности;
- Определение энергии Гиббса и полной поверхностной энергии;
- Адгезия и когезия. Смачивание и растекание;
- Капиллярные явления;
- Методы определения поверхностного натяжения;
- Адсорбция. Адсорбционные уравнения;
- Лиофильные дисперсные системы. ККМ;
- Лиофобные дисперсные системы;
- Электрические свойства дисперсных систем.

Две контрольные работы по проверке теоретических знаний – по всем темам (двум разделам), с использованием указанных выше контрольных вопросов.

### 7.4. Образец содержания экзаменационного билета

ФГБОУ ВО «Донецкий государственный университет»  
Химический факультет

Специальность:	04.05.01 Фундаментальная и прикладная химия
Образовательная программа:	Специалитет
Семестр	6
Учебная дисциплина	Коллоидная химия

### БИЛЕТ №1

1. Предмет коллоидной химии. Признаки объектов коллоидной химии. Дисперсные системы. Классификация дисперсных систем по размеру частиц дисперсной фазы.

2. Термодинамика адсорбции. Адсорбционное уравнение Гиббса. Поверхностная активность веществ. ПАВ.

3. Конденсационное образование лиофобных дисперсных систем. Энергия Гиббса зародышеобразования. Физическая и химическая конденсация. Методы очистки коллоидных систем.

4. Задача (прилагается к билету).

Утверждено на заседании кафедры физической химии, протокол № \_\_\_\_ от  
« \_\_\_\_ » \_\_\_\_\_ 20 \_\_\_\_ г.

Заведующий кафедрой  
Экзаменатор

\_\_\_\_\_  
В.М. Михальчук  
\_\_\_\_\_  
Р.И. Лыга

В случае ведения учебного процесса с использованием электронного обучения и дистанционных образовательных технологий, содержание билета может отличаться от приведенного.

## 8. РАСПРЕДЕЛЕНИЕ БАЛЛОВ, КОТОРЫЕ ПОЛУЧАЮТ ОБУЧАЮЩИЕСЯ

Общая оценка знаний обучающихся по дисциплине проводится по 100-балльной шкале исходя из максимума, приведенного в таблице ниже. Организационно-учебная работа в аудитории оценивается на основе таких критериев как посещаемость занятий, своевременное и качественное выполнение домашних заданий, активность во время проведения лекционных и практических занятий (участие в обсуждении текущего и пройденного материала, решение задач и т.п.).

Номера разделов	Виды работ	Максимальное количество баллов
1	Организационно-учебная работа в аудитории	5
	Самостоятельная работа	10
	Контрольные работы по практике	5
	Контрольная работа по теоретическому материалу	10
2	Организационно-учебная работа в аудитории	5
	Самостоятельная работа	10
	Контрольные работы по практике	5
	Контрольная работа по теоретическому материалу	10
ИТОГО		60
Экзамен		40
Общий итог за семестр		100

### Соответствие баллов оценке

Количество баллов из 100	ECTS	Оценка по пятибалльной шкале	
		Экзамен, дифференцированный зачет	Зачет
90-100	A	отлично	зачтено
80-89	B	хорошо	зачтено
75-79	C		зачтено
70-74	D	удовлетворительно	зачтено
60-69	E		зачтено
35-59	FX	неудовлетворительно	не зачтено
0-34	F		не зачтено

## 9. ОБЕСПЕЧЕНИЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОГО ПРОЦЕССА ДЛЯ ЛИЦ С ОГРАНИЧЕННЫМИ ВОЗМОЖНОСТЯМИ ЗДОРОВЬЯ И ИНВАЛИДОВ

В ходе реализации дисциплины используются следующие дополнительные методы обучения, текущего контроля успеваемости и промежуточной аттестации обучающихся в зависимости от их индивидуальных особенностей:

- 1) для слепых и слабовидящих:
  - лекции оформляются в виде электронного документа, доступного с помощью компьютера со специализированным программным обеспечением;
  - для выполнения задания при необходимости предоставляется увеличивающее устройство; возможно также использование собственных увеличивающих устройств;
  - письменные задания оформляются увеличенным шрифтом.
- 2) для глухих и слабослышащих:
  - лекции оформляются в виде электронного документа;
  - письменные задания выполняются на компьютере в письменной форме;
  - экзамен проводится в письменной форме на компьютере; возможно проведение в форме тестирования.
- 3) для лиц с нарушениями опорно-двигательного аппарата:
  - лекции оформляются в виде электронного документа, доступного с помощью компьютера со специализированным программным обеспечением;
  - письменные задания выполняются на компьютере;
  - экзамен проводится в устной форме или выполняется в письменной форме на компьютере.

При необходимости предусматривается увеличение времени для подготовки ответа.

Процедура проведения промежуточной аттестации для обучающихся устанавливается с учётом их индивидуальных психофизических особенностей. Промежуточная аттестация может проводиться в несколько этапов.

Проведение процедуры оценивания результатов обучения допускается с использованием дистанционных образовательных технологий.

Обеспечивается доступ к информационным и библиографическим ресурсам в сети Интернет для каждого обучающегося в формах, адаптированных к ограничениям их здоровья и восприятия информации:

- 1) для слепых и слабовидящих:
  - в печатной форме увеличенным шрифтом;
  - в форме электронного документа;
- 2) для глухих и слабослышащих:
  - в печатной форме;
  - в форме электронного документа.
- 3) для обучающихся с нарушениями опорно-двигательного аппарата:
  - в печатной форме;
  - в форме электронного документа.

## 10. МАТЕРИАЛЬНО-ТЕХНИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ УЧЕБНОГО ПРОЦЕССА

Учебные занятия проводятся в 9 корпусе ДонГУ (г. Донецк, ул. Щорса, 17а). Для проведения лабораторных занятий требуется аудитория, оборудованная меловой или маркерной доской, мультимедийный проектор и экран, ноутбук, комплект учебной мебели для студентов, рабочее место преподавателя, выход в Интернет – проводной или с использованием Wi-Fi.



Для самостоятельной работы используются текстовые и электронные ресурсы Научной библиотеки университета и других электронных библиотечных баз данных, учебно-методическое обеспечение.

При изучении дисциплины применяются электронное обучение и дистанционные образовательные технологии.

С использованием компьютерных технологий дистанционного образования осуществляется текущий контроль знаний обучающихся на основе тестирования и проверки результатов самостоятельной работы.

## 11. РЕКОМЕНДУЕМАЯ ЛИТЕРАТУРА

### 11.1. Основная литература

1. Лыга, Р. И. Курс лекций по коллоидной химии: учебно-методическое пособие. – Донецк: ГОУ ВПО «ДонНУ», 2020. – 125 с.
2. Изучение дисперсных систем и поверхностных явлений: учебно-методическое пособие / Р. И. Лыга, Т. Б. Полищук, Л. В. Петренко – Донецк: ГОУ ВПО «ДонНУ», 2021. – 152 с.
3. Зимон, А. Д. Коллоидная химия : Учеб. для вузов по направлениям «Химия», «Хим. технология и биотехнология» и спец. «Химия», «Биотехнология» / Зимон А. Д., Лещенко Н. Ф. – М. : Химия, 1995. – 335 с.
4. Гельфман, М. И. Коллоидная химия [Текст] / М. И. Гельфман, О. В. Ковалевич, В. П. Юстратов. – СПб. : Лань, 2008. – 332 с.
5. Щукин, Е. Д. Коллоидная химия [Текст] : учебник для студентов вузов по специальности «Химия» и направлению «Химия» / Е. Д. Щукин, А. В. Перцов, Е. А. Амелина ; Моск. гос. ун-т им. М. В. Ломоносова. – 4-е изд. – М. : Высш. шк., 2006. – 444 с.
6. Фролов, Ю. Г. Курс коллоидной химии. Поверхностные явления и дисперсные системы [Текст] : учебник для вузов / Ю. Г. Фролов. – 2-е изд. – М. : Химия, 1989. – 462 с.

### 11.2. Дополнительная литература

7. Гельфман, М. И. Коллоидная химия [Текст] / М. И. Гельфман, О. В. Ковалевич, В. П. Юстратов. – 3-е изд. – СПб. : Лань, 2005. – 336 с.
8. Щукин, Е. Д. Коллоидная химия [Текст] : учебник для вузов по специальности «Химия» и направлению «Химия» / Е. Д. Щукин, А. В. Перцов, Е. А. Амелина. – 3-е изд. – М. : Высш. шк., 2004. – 445 с.
9. Ланге, К. Р. Поверхностно-активные вещества: синтез, свойства, анализ, применение [Текст] : пер. с англ. / К. Р. Ланге ; науч. ред. Л. П. Зайченко. – СПб. : Профессия, 2005. – 238 с.
10. Поверхностно-активные вещества и полимеры в водных растворах [Текст] / К. Холмберг, Б. Йенсон, Б. Кронберг, Б. Линдман ; пер. с англ. Г. П. Ямпольской ; под ред. Б. Д. Сумма. – М. : Бином. Лаборатория знаний, 2007. – 528 с.

## 12. ИНФОРМАЦИОННЫЕ РЕСУРСЫ

1. **Национальная электронная библиотека (НЭБ):** федеральная государственная информационная система / Министерство Культуры РФ; Российская государственная библиотека. – Москва, 2019- . – URL: <https://rusneb.ru/> (дата обращения: 01.09.2023). – Режим доступа: свободный, подписка. Необходима установка программного обеспечения. – Текст: электронный.
2. **eLIBRARY.RU:** научная электронная библиотека: сайт. – Москва, 2000- . – URL: <https://elibrary.ru> (дата обращения: 01.09.2023). – Режим доступа: для авторизов. пользователей. – Текст: электронный.

3. Научная электронная библиотека «КиберЛенинка»: сайт / Ассоциация «Открытая наука». – Москва, 2014- . – URL: <https://cyberleninka.ru/>. – Режим доступа: свободный. – Текст: электронный.
4. Электронно-библиотечная система «Лань»: [сайт]. – URL: <https://e.lanbook.com> (дата обращения: 01.09.2023). – Режим доступа: для авторизов. пользователей. – Текст: электронный.
5. ЭБС Юрайт: электронная библиотечная система: сайт. – Москва, 2013. – URL: <https://biblio-online.ru> (дата обращения: 01.09.2023). – Режим доступа: для авторизов. пользователей. – Текст: электронный.
6. Электронно-библиотечная система ДонГУ: сайт / ФГБОУ ВО «ДонГУ». – Донецк, 2016- . – URL: <http://library.donnu.ru/> (дата обращения: 01.09.2023). – Режим доступа: свободный. – Текст: электронный.
7. Электронный каталог Научной библиотеки ДонГУ: раздел сайта / НБ ДонГУ. – Текст: электронный // ЭБС ДонГУ: сайт. – URL: <http://library.donnu.ru/catalog/> (дата обращения: 01.09.2023). – Режим доступа: поиск свободный, электронные документы – для пользователей ДонГУ.
8. Электронный архив ДонГУ: раздел сайта / НБ ДонГУ. – Текст: электронный // ЭБС ДонГУ: сайт. – URL: <http://repo.donnu.ru/> (дата обращения: 01.09.2023). – Режим доступа: свободный.

### 13. ПРОГРАММНОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ

1. Windows 7 PRO (корпоративная лицензия ДонГУ № 46484614).
2. Microsoft Office (корпоративная лицензия ДонГУ № 46472919).
3. Microsoft Visual Studio (лицензия программы Dream Spark для высших учебных заведений).
4. Антивирус Касперского, Adobe Acrobat Reader, xPDF (лицензии GPL, Apache, BSD для свободного программного обеспечения).