

# ГОУ ВПО «ДОНЕЦКИЙ НАЦИОНАЛЬНЫЙ УНИВЕРСИТЕТ»

## Химический факультет

кафедра физической химии

УТВЕРЖДАЮ:

Проректор по научно-методической  
и учебной работе

Е.И. Скафа

20 апреля 2020 г.



## РАБОЧАЯ ПРОГРАММА УЧЕБНОЙ ДИСЦИПЛИНЫ

«Коллоидная химия»

Специальность: 04.05.01 Фундаментальная и прикладная химия

Образовательная программа: специалитет

Квалификация: Химик. Преподаватель химии

Форма обучения: очная

Донецк 2020

**УТВЕРЖДАЮ:**

Декан химического факультета

А.В. Белый



Программа составлена на основе Федерального государственного образовательного стандарта высшего образования (ФГОС ВО) специальности 04.05.01 Фундаментальная и прикладная химия, утвержденного приказом Министерства образования и науки Российской Федерации от 13 июля 2017 г. № 652; учебного плана и основной образовательной программы специальности 04.05.01 Фундаментальная и прикладная химия, разработанных в ГОУ ВПО «Донецкий национальный университет».

Разработчик:

доцент кафедры физической химии

Лыга Р.И.

Программа учебной дисциплины утверждена на заседании кафедры физической химии

Протокол № 13 от «28» марта 2020 г.

Заведующий кафедрой

Михальчук В.М.

Программа учебной дисциплины одобрена учебно-методической комиссией химического факультета

Протокол № 3 от «15» апреля 2020 г.

Председатель учебно-методической комиссии факультета

Яблочкова Н.В.

## 1. ОБЛАСТЬ ПРИМЕНЕНИЯ И МЕСТО ДИСЦИПЛИНЫ В УЧЕБНОМ ПРОЦЕССЕ

Учебная дисциплина «Коллоидная химия» входит в базовую часть профессионального блока дисциплин (ПБ.Б.19) подготовки студентов ОП Специалитет по специальности 04.05.01 Фундаментальная и прикладная химия. Дисциплина реализуется на химическом факультете ГОУ ВПО «ДонНУ» кафедрой физической химии. Основывается на базе дисциплин: «Неорганическая химия», «Аналитическая химия», «Органическая химия», «Физическая химия», «Математика», «Физика», «Химические основы биологических процессов», «Информатика»; сопутствует дисциплинам: «Строение вещества», «Молекулярные механизмы обмена веществ».

Является основой для изучения следующих дисциплин: «Прикладная коллоидная химия», «Высокомолекулярные соединения», «Химическая технология», «Полимерные композиты».

## 2. СТРУКТУРА ДИСЦИПЛИНЫ

<i>Характеристика учебной дисциплины</i>		
Специальность	04.05.01 Фундаментальная и прикладная химия	
Специализация		
Образовательная программа	специалитет	
Квалификация	Химик. Преподаватель химии	
Количество содержательных модулей	2	
Дисциплина базовой / вариативной части образовательной программы	Базовая часть профессионального блока	
Формы контроля (МК, экзамен, зачет)	модульный контроль и экзамен	
Показатели	очная форма обучения	заочная форма обучения
Количество зачетных единиц (кредитов)	4	
Год подготовки	3	
Семестр	6	
Количество часов	144	
- лекционных	54	
- практических, семинарских		
- лабораторных	36	
- самостоятельной работы	54	
в т.ч. индивидуальное задание		
Недельное количество часов,	8	
в т.ч. аудиторных	5	

## 3. ОПИСАНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

### Цели и задачи

Цели: дать четкие представления о теоретических и экспериментальных основах науки, изучающей дисперсное состояние вещества и поверхностные явления в дисперсных системах, определяя особую роль как междисциплинарной науки, которая синтезирует знания смежных разделов химии, физики, биологии и других естественных наук; обеспечить освоение основных закономерностей влияния различных факторов на свойства и

устойчивость реальных дисперсных систем, а также приобретение навыков по изменению реальных систем для достижения необходимых свойств.

Задачи:

- выяснение особых свойств поверхности раздела фаз, природы и механизмов поверхностных явлений;
- определение специфических свойств дисперсных систем, различий по сравнению с химическими веществами и граничными системами;
- изучение коллоидно-химических основ интенсификации и оптимизации технологических процессов с участием дисперсных систем и коллоидно-химических процессов;
- формирование знания смежных разделов химии и физики;
- раскрыть роль коллоидной химии в жизнедеятельности человека;
- научить студентов самостоятельно проводить эксперимент, делать расчеты, строить графические зависимости и анализировать полученные результаты.

**Требования к результатам освоения дисциплины.** Процесс изучения дисциплины «Коллоидная химия» направлен на формирование элементов следующих компетенций в соответствии с ФГОС ВО и ООП по специальности 04.05.01 Фундаментальная и прикладная химия:

**а) универсальных (УК):**

- способность осуществлять критический анализ проблемных ситуаций на основе системного подхода, вырабатывать стратегию действий (УК-1);
- способность организовывать и руководить работой команды, вырабатывая командную стратегию для достижения поставленной цели (УК-3);
- способность применять современные коммуникативные технологии, в том числе на иностранном(ых) языке(ах), для академического и профессионального взаимодействия (УК-4);
- способность определять и реализовывать приоритеты собственной деятельности и способы ее совершенствования на основе самооценки и образования в течение всей жизни (УК-6);
- способность создавать и поддерживать безопасные условия жизнедеятельности, в том числе при возникновении чрезвычайных ситуаций (УК-8);

**б) общепрофессиональных (ОПК):**

- способность анализировать, интерпретировать и обобщать результаты экспериментальных и расчетно-теоретических работ химической направленности (ОПК-1);
- способность проводить химический эксперимент с использованием современного оборудования, соблюдая нормы техники безопасности (ОПК-2);
- способность применять расчетно-теоретические методы для изучения свойств веществ и процессов с их участием, используя современное программное обеспечение и базы данных профессионального назначения (ОПК-3);
- способность планировать работы химической направленности, обрабатывать и интерпретировать полученные результаты с использованием теоретических знаний и практических навыков решения математических и физических задач (ОПК-4);
- способность использовать информационные базы данных и адаптировать существующие программные продукты для решения задач профессиональной деятельности с учетом основных требований информационной безопасности (ОПК-5);
- способность представлять результаты профессиональной деятельности в устной и письменной форме в соответствии с нормами и правилами, принятыми в профессиональном сообществе (ОПК-6);

**в) профессиональных (ПК):**

*научно-исследовательская деятельность*

- способность проводить сбор, обработку, анализ и обобщение результатов экспериментов и исследований в различных областях химии, химической технологии и

смежных наук (ПК-1);

– способность оформлять результаты научно-исследовательских и опытно-конструкторских работ (ПК-2);

– способность внедрять результаты исследований и разработок в соответствии с установленными полномочиями (ПК-3);

*технологическая деятельность*

– способность проводить научные исследования, совершенствовать и разрабатывать теории и методы изучения химических процессов, осуществлять практическое применение полученных знаний и результатов в различных отраслях экономики (промышленности, сельском хозяйстве и др.), связанных с переработкой сырья, полуфабрикатов, промышленных отходов, получением и совершенствованием различных веществ, материалов, разработкой и улучшением технологических процессов (ПК-4);

– способность к проведению опытов, испытаний и анализов с целью изучения состава, строения, свойств и процессов превращений веществ, энергетических и химических изменений в различных натуральных или искусственных веществах, сырье и изделиях (ПК-5);

– способность к разработке методик проведения контроля качества для изготовителей и потребителей химической продукции (ПК-6);

*организационно-управленческая деятельность*

– способность осуществлять научное руководство работами в соответствии с планом работы структурного подразделения, формировать их конечные цели и предполагаемые результаты (ПК-7);

– способность осуществлять контроль выполнения предусмотренных планом заданий, контроль качества проведения работ, выполненных работниками подразделения и соисполнителями (ПК-8);

– способность применять актуальную нормативную документацию в соответствующей области знаний (ПК-9);

*педагогическая деятельность*

– способность осуществлять профессиональную деятельность в соответствии с требованиями федеральных государственных образовательных стандартов, к разработке, изменению и обеспечению выполнения учебных программ в соответствии с учебным планом и графиком учебного процесса (ПК-10);

– способность использовать разнообразные эффективные формы, приемы и методы обучения, в том числе, выходящие за рамки учебных занятий: проектная деятельность, лабораторные эксперименты, полевая практика и т.п., к проведению индивидуальных занятий с обучающимися, организацию и контроль их самостоятельной работы (ПК-11);

– способность разрабатывать (осваивать) и применять современные психолого-педагогические технологии, основанные на знании законов развития личности и поведения в реальной и виртуальной среде (ПК-12).

**В результате изучения учебной дисциплины студент должен:**

**знать:**

– основные законы и понятия химии коллоидных систем;  
– физико-химические закономерности явлений, происходящих на поверхности раздела фаз, их роль в регулировании свойств дисперсных систем;

– условия возникновения, особые свойства, факторы устойчивости к разрушению дисперсных систем;

– коллоидно-химические основы управления гетерогенными процессами и создания новых дисперсных систем с определенными свойствами.

– коллоидно-химические методы для очистки и анализа биологических жидкостей, фармацевтических препаратов, для решения проблем охраны окружающей среды, создания безопасных условий труда;

**уметь:**

- применять положения физико-химического учения о поверхности и поверхностных явлениях для объяснения в природе и осуществления в производстве процессов смачивания, адгезии, капиллярности;

- использовать теорию адсорбции и адсорбционный метод для разделения веществ, их определения в системах, изъятия из растворов, очистки газовых смесей, природных и сточных вод от вредных примесей и загрязнений;

- оценивать возможность и длительность существования дисперсных систем, влиять на процессы разрушения этих систем и повышения их устойчивости, на образование в них структур;

**владеть:**

- навыками определения свойств различных дисперсных систем;

- основами методов управления гетерогенными процессами;

- навыками поиска литературных данных и справочного материала.

#### 4. СОДЕРЖАНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ И ФОРМЫ ОРГАНИЗАЦИИ УЧЕБНОГО ПРОЦЕССА

Порядковый номер и тема	Краткое содержание темы
<b>Содержательный модуль 1</b>	
<b>Термодинамика и строение поверхностного слоя. Адсорбционное равновесие.</b>	
<b>Тема 1.</b> <i>Введение в химию коллоидных и наносистем.</i>	Классификация поверхностных явлений и дисперсных систем. Введение в коллоидную химию. Основные понятия, объекты и цель изучения дисциплины. Коллоидные частицы и коллоидные системы, коллоидное состояние вещества. Признаки объектов коллоидной химии. Количественное определение дисперсности. Специфические свойства дисперсных систем. Классификация поверхностных явлений и дисперсных систем. Лиофильные и лиофобные дисперсные системы. Взаимосвязь коллоидной химии с другими дисциплинами, с физикой, биологией, геологией, медициной. Основные этапы развития коллоидной химии. Применение современной коллоидной химии.
<b>Тема 2.</b> <i>Термодинамика поверхности.</i>	Свободная поверхностная энергия. Поверхностное натяжение. Термодинамические функции поверхностного слоя. Влияние температуры на функции, критическая точка. Межфазное натяжение на поверхности раздела взаимно насыщенных жидкостей, правило Антонова. Свободная поверхностная энергия твердых тел, специфика обнаружения. Методы измерения поверхностного натяжения легкоподвижных поверхностей.
<b>Тема 3.</b> <i>Явления капиллярности и смачивания.</i>	Установление формы жидкостей. Термодинамические условия смачивания и растекания на твердых и жидких поверхностях. Количественные характеристики смачивания. Избирательное смачивание: лиофобных и лиофильных поверхностей. Смачивание реальных твердых тел, гистерезис смачивания. Капиллярное давление, закон Лапласа. Дисперсность и термодинамические свойства тел. Закон Томсона, Гиббса-Кюри-Вульфа. Уравнение Жорена. Роль капиллярных явлений и смачивания в промышленности и агротехнике, коллоидно-химические методы интенсификации нефтедобычи и обогащения полезных ископаемых.
<b>Тема 4.</b> <i>Адсорбция на поверхности</i>	Адсорбция как самопроизвольное концентрирование веществ на поверхности. Поверхностно-активные (ПАВ) и поверхностно-инактивные (ПИВ) вещества. Поверхностная активность.

<i>раздела фаз.</i>	Термодинамика процесса адсорбции. Уравнения адсорбции Гиббса. Классификация ПАВ, применение, проблема биоразложения. Понятие о гидрофильно-липофильном балансе (ГЛБ) молекул ПАВ. Зависимость поверхностного натяжения от концентрации ПАВ. Уравнение Шишковского. Изменение поверхностной активности в гомологических рядах ПАВ. Термодинамическое обоснование правила Дюкло-Траубе. Работа адсорбции. Адсорбционное равновесие на поверхности раздела раствора ПАВ-газ. Уравнение изотермы адсорбции Ленгмюра. Связь уравнений Гиббса, Шишковского, Ленгмюра. Строение монослоев растворимых ПАВ. Двухмерное состояние вещества в поверхностном слое. Двухмерное давление. Уравнение состояния монослоев ПАВ. Расчет размеров молекул ПАВ. Поверхностные пленки нерастворимых ПАВ. Основные типы пленок. Адсорбция газов на твердой поверхности. Понятие о физической адсорбции и хемосорбции. Работа, теплота и энтропия адсорбции. Изотермы адсорбции газов. Теория адсорбционных сил. Теория адсорбции газов. Адсорбционные методы определения удельной поверхности адсорбентов. Особенности адсорбции молекул и ионов на твердой поверхности из растворов. Правило выравнивания полярностей Ребиндера. Модифицирующее действие ПАВ: гидрофобизация и гидрофилизация поверхностей.
<b>Содержательный модуль 2</b> <b>Объемные свойства дисперсных систем.</b>	
<b>Тема 5.</b> <i>Лиофобные дисперсные системы.</i>	Методы получения лиофобных дисперсных систем (диспергационные и конденсационные). Энергетика диспергирования и конденсации. Связь работы диспергирования с поверхностной энергией тела. Применение эффекта Ребиндера и ПАВ для уменьшения работы диспергирования. Формы проявления эффекта Ребиндера. Процессы диспергирования в природе и технике. Конденсационное образование дисперсных систем. Работа образования зародышей новой фазы. Методы образования размеров частиц в дисперсных системах. Физическая и химическая конденсация. Основные методы очистки зольей.
<b>Тема 6.</b> <i>Лиофильные дисперсные системы.</i>	Термодинамика образования лиофильных коллоидов. Критерий Ребиндера-Щукина. Мицеллообразование в растворах ПАВ. Критическая концентрация мицеллообразования (ККМ), методы ее определения. Строение прямых и обратных мицелл. Термодинамика мицеллообразования. Температурная зависимость ККМ, точка Крафта. Коллоидное растворение веществ в растворах ПАВ (солубилизация). Относительная солубилизация. Практическое применение мицеллярных систем.
<b>Тема 7.</b> <i>Электрические свойства дисперсных систем.</i>	Двойной электрический слой (ДЭС), причины и механизмы образования ДЭС. Модели строения ДЭС (Гельмгольца, Гуи-Чепмена, Штерна). Изменение потенциалов ДЭС с расстоянием от поверхности, с концентрацией и зарядом ионов. Электрокинетический потенциал. Электрокинетические явления (электрофорез, электроосмос, потенциалы течения и седиментации). Теория Гельмгольца-Смолуховского. Методы определения электрокинетического потенциала. Строение мицеллы гидрофобных зольей. Ионный обмен. Изоэлектрическое состояние в дисперсных системах. Практические применения электрокинетических явлений.
<b>Тема 8.</b>	Седиментационная и агрегативная устойчивость дисперсных систем.

<i>Устойчивость дисперсных систем.</i>	Нарушение агрегативной устойчивости вследствие коалесценции, изотермической перегонки, коагуляции. Теория устойчивости лиофобных золь (ДЛФО). Термодинамика тонких пленок. Расклинивающее давление по Дерюгину. Составляющие расклинивающего давления. Зависимость энергии взаимодействия частиц дисперсной фазы от расстояния между ними. Факторы устойчивости лиофобных дисперсных систем. Структурно-механический барьер устойчивости. Защитные коллоиды. Коагуляция золь электролитами. Основы теории коагуляции ДЛФО. Механизмы коагуляции (концентрационный и нейтрализационный). Порог коагуляции. Кинетика коагуляции. Пептизация. Особенности структуры и устойчивости микрогетерогенной дисперсной системы. Методы получения, классификация, устойчивость и разрушение суспензий, эмульсий, пен, аэрозолей. Эмульгаторы, пенообразователи. Образование и свойства растворов полимеров - "молекулярных коллоидов".
<b>Тема 9.</b> <i>Оптические свойства дисперсных систем.</i>	Рассеяние и поляризация света коллоидными системами. Закон Рэлея. Поглощение света в дисперсных системах. Применение закона Ламберта-Бера в мутных средах. Окраска золь. Оптические методы исследования коллоидных систем: нефелометрия, турбодиметрия, ультрамикроскопия, электронная микроскопия.
<b>Тема 10.</b> <i>Молекулярно-кинетические свойства дисперсных систем.</i>	Универсальность молекулярно-кинетических свойств растворов и дисперсных систем. Броуновское движение, диффузия, осмос в коллоидных системах. Седиментация в дисперсных системах. Седиментационный анализ суспензий, эмульсий. Седиментационно-диффузное равновесие Перрена. Научно-философское значение исследований молекулярно-кинетических свойств дисперсных систем.
<b>Тема 11.</b> <i>Структурно - механические свойства дисперсных систем.</i>	Основные понятия и законы реологии. Структурообразование в дисперсных системах. Коагуляционные и конденсационно-кристаллизационные структуры. Полная реологическая кривая: твердообразные и жидкообразные системы.
<b>Тема 12.</b> <i>Коллоидно-химические основы охраны природы.</i>	Коллоидно-химические процессы и системы, лежащие в основе методов очистки атмосферы и гидросферы. Методы разрушения аэрозолей, борьба с загрязнением атмосферы. Методы очистки природных и сточных вод, основанные на изменении агрегативной и седиментационной устойчивости дисперсий. Очистка воды от поверхностно-активных и растворимых токсичных загрязнений. Применение пенной сепарации, адсорбции, ионного обмена. Мембранные методы разделения дисперсий.

### Тематический план

### Содержательный модуль 1

Термодинамика и строение поверхностного слоя. Адсорбционное равновесие.												
Названия содержательных модулей и тем	Количество часов											
	Очная форма обучения						Заочная форма обучения					
	всего	в т.ч.					всего	в т.ч.				
		лекции	практические	лабораторные	самостоятельная работа	индивидуальная работа		лекции	практические	лабораторные	самостоятельная работа	индивидуальная работа
Тема 1. Введение в коллоидную химию.	10	4		2	4							
Тема 2. Термодинамика поверхности.	16	5		6	5							
Тема 3. Явления капиллярности и смачивания.	10	4		2	4							
Тема 4. Адсорбция на поверхности раздела фаз.	20	7		6	7							
Итого по содержательному модулю 1	56	20		16	20							

Содержательный модуль 2 Объемные свойства дисперсных систем.												
Названия содержательных модулей и тем	Количество часов											
	Очная форма обучения						Заочная форма обучения					
	всего	в т.ч.					всего	в т.ч.				
		лекции	практические	лабораторные	самостоятель- ная работа	индивидуаль- ная работа		лекции	практические	лабораторные	самостоятель- ная работа	индивидуаль- ная работа
Тема 5. Лиофобные дисперсные системы.	8	4		2	2							
Тема 6. Лиофильные дисперсные системы.	23	6		6	4	7						
Тема 7. Электрические свойства дисперсных систем.	15	5		6	4							
Тема 8. Устойчивость дисперсных систем.	12	4		4	4							
Тема 9. Оптические свойства дисперсных систем.	8	4			4							
Тема 10. Молекулярно-кинетические свойства дисперсных систем.	8	4			4							

<i>Тема 11. Структурно - механические свойства дисперсных систем.</i>	10	4		2	4						
<i>Тема 12. Коллоидно-химические основы охраны природы.</i>	4	3			1						
<b>Итого по содержательному модулю 2</b>	88	34		20	27	7					
<b>Всего часов по всем модулям</b>	144	54		36	47	7					

## 5. МЕТОДИЧЕСКИЕ РЕКОМЕНДАЦИИ ДЛЯ ПРОВЕДЕНИЯ ЛЕКЦИОННЫХ, ПРАКТИЧЕСКИХ И ЛАБОРАТОРНЫХ ЗАНЯТИЙ

### Темы лекционных занятий

<b>№ п/п</b>	<b>Название темы</b>	<b>Количество часов</b>
1	Введение в коллоидную химию.	4
2	Термодинамика поверхности.	5
3	Явления капиллярности и смачивания.	4
4	Адсорбция на поверхности раздела фаз.	7
5	Лиофобные дисперсные системы.	4
6	Лиофильные дисперсные системы.	6
7	Электрические свойства дисперсных систем.	5
8	Устойчивость дисперсных систем.	4
9	Оптические свойства дисперсных систем.	4
10	Молекулярно-кинетические свойства дисперсных систем.	4
11	Структурно - механические свойства дисперсных систем.	4
12	Коллоидно-химические основы охраны природы.	3
	<b>ВСЕГО</b>	<b>54</b>

### Темы лабораторных занятий

<b>№ п/п</b>	<b>Название темы</b>	<b>Количество часов</b>
1	Исследование температурной зависимости поверхностного натяжения жидкости	2
2	Измерение поверхностного натяжения жидкостей методом счета капель	2
3	Изотермы поверхностного натяжения водных растворов поверхностно-активных веществ	2
4	Определение краевого угла смачивания и влияния адсорбционных	2

	слоев на смачивание твердых поверхностей	
5	Адсорбция уксусной кислоты активированным углем	2
6	Солюбилизация неполярных веществ растворами коллоидных ПАВ	2
7	Определение размеров частиц и концентраций золей турбидиметрическим методом	2
8	Исследование коагуляции лиофобных золей, защита от коагуляции	2
9	Исследование процесса набухания твердых полимеров	2
10	Исследование растворов амфотерных полиэлектролитов. Определение изоэлектрической точки полиэлектролитов	2
11	Исследование влияния строения ПАВ на их поверхностную активность	2
12	Адсорбция из растворов ПАВ на угле	2
13	Исследование адсорбции неэлектролитов из бинарных растворов на твердых поверхностях	2
14	Определение ККМ водорастворимого коллоидного ПАВ методом поверхностного натяжения	2
15	Электрофорез в золях	2
16	Определение электрокинетического потенциала и знака заряда коллоидных частиц методом электроосмоса	2
17	Получение и очистка коллоидных систем	2
18	Исследование процесса коагуляции высокодисперсного золя $\text{Fe}(\text{OH})_3$ турбидиметрическим методом	2
	<b>ВСЕГО</b>	<b>36</b>

## 6. МЕТОДИЧЕСКИЕ РЕКОМЕНДАЦИИ ПО ОРГАНИЗАЦИИ САМОСТОЯТЕЛЬНОЙ РАБОТЫ СТУДЕНТОВ

### Организация самостоятельной работы студентов

<i>№ п/п</i>	<i>Название темы</i>	<i>Количество часов</i>
1	Основные этапы развития коллоидной химии	4
2	Методы измерения поверхностного натяжения поверхностей	3
3	Специфика проявления свободной поверхностной энергии твердых тел и ее определение	2
4	Физико-химические основы флотационного обогащения руд	4
5	Влияние адсорбционных слоев ПАВ на процессы в природе и технике. Адсорбционные методы определения удельной поверхности адсорбентов. Классификация адсорбентов по размеру пор (Дубинина) и классификация поверхностно-активных веществ по физико-химическому механизму действия (Ребиндера)	11
6	Практическое применение ионного обмена (очистка воды, известкование грунта, внесение удобрений и др.) и электрокинетических явлений (электрофорез, электроосмос)	4
7	Процессы диспергирования в природе, технике и химической технологии. Применение эффекта Ребиндера	2
8	Индивидуальное задание – исследование свойств растворов	7

	поверхностно-активных веществ	
9	Оптические методы исследования коллоидных систем	4
10	Устойчивость и коагуляция золь и суспензий в технологических процессах и природе. Очищение воды. Коллоидные дисперсии полимеров и их значение в народном хозяйстве	4
11	Осмоз в дисперсных биологических системах	4
12	Способы описания механических свойств дисперсных систем. Реологические свойства дисперсных систем	4
13	Коллоидно-химические системы для решения проблем охраны окружающей среды	1
	<b>ВСЕГО</b>	<b>54</b>

## 7. ИНДИВИДУАЛЬНЫЕ ЗАДАНИЯ

### Индивидуальная работа

#### *ИССЛЕДОВАНИЕ СВОЙСТВ РАСТВОРОВ ПОВЕРХНОСТНО-АКТИВНЫХ ВЕЩЕСТВ*

**Цель:** изучить свойства растворов конкретного поверхностно-активного вещества (ПАВ), применив полученные теоретические знания о лиофильных дисперсных системах.

#### **Задания:**

1. Найдите физико-химические характеристики ПАВ. Предложите возможные пути синтеза ПАВ.
2. Определите 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. Предложите качественную реакцию для определения группы, к которой принадлежит данный ПАВ.
4. Постройте изотерму поверхностного натяжения водного раствора ПАВ (в обычных и полулогарифмических координатах). Переделайте полученную изотерму в изотерму адсорбции ПАВ.
5. Используя изотермы поверхностного натяжения и адсорбции, рассчитайте предельную адсорбцию ПАВ ( $\Gamma_{\infty}$ ), площадь поперечного сечения молекулы ( $S_0$ ), ее длину ( $\bar{b}$ ), также поверхностную активность ( $g$ ) ПАВ по отношению к воде.
6. Для коллоидного ПАВ предложите несколько методов определения в растворе критической концентрации мицеллообразования (ККМ). Приведите термодинамические аспекты мицеллообразования.
7. Оцените способность ПАВ к солюбилизации органических веществ в водных растворах. Определите тип солюбилизации бензола, предложите способ включения солюбилизата в мицеллу ПАВ. Что является при этом движущейся силой солюбилизации?
8. Проанализируйте, как влияет температура на мицеллообразование в растворах коллоидных ПАВ. Что такое точка Крафта? Как влияют электролиты на ККМ исследованного ПАВ? Возможно ли образование мицелл в этанольном растворе?
9. Какими экспериментальными методами можно подтвердить наличие в растворе ПАВ сферических мицелл и их превращение в мицеллы Мак-Бена?
10. Рассчитайте число гидрофильно-липофильного баланса (ГЛБ) ПАВ.

## 8. КОНТРОЛЬНЫЕ ВОПРОСЫ К ПРОМЕЖУТОЧНОЙ АТТЕСТАЦИИ

1. Назовите признаки объектов изучения коллоидной химии.
2. Что такое дисперсные системы и из чего они состоят?
3. По каким признакам можно классифицировать дисперсные системы?
4. Приведите классификацию дисперсных систем по размеру частиц дисперсной фазы.
5. Какова история становления коллоидной химии как науки? Назовите выдающихся ученых, внесших большой вклад в развитие коллоидной химии.
6. Раскройте понятие дисперсности. Какими параметрами характеризуют раздробленность дисперсной фазы?
7. Что такое высокодисперсные и грубодисперсные системы?
8. Приведите примеры трех-, двух- и одномерной дисперсной фазы.
9. Какие системы называют монодисперсными и полидисперсными?
10. Примените правило фаз Гиббса для дисперсных систем.
11. Приведите классификации дисперсных систем по размеру частиц дисперсной фазы, по агрегатному состоянию фазы и среды, по наличию структуры.
12. Приведите примеры коллоидных систем и коллоидных явлений в природе, народном хозяйстве, промышленности.
13. Дайте определение поверхности. Какими параметрами описывают геометрию поверхности?
14. Что такое кривизна поверхности?
15. Каковы особенности жидких и твердых поверхностей?
16. Опишите силовое поле поверхности. В чем причина возникновения избытка поверхностной энергии?
17. Дайте определение поверхностным явлениям. В чем первопричина их возникновения?
18. Каким образом описывают термодинамику поверхности и поверхностных явлений?
19. Какие механизмы снижения избыточной поверхностной энергии вы знаете?
20. Раскройте особые свойства поверхности и объясните, что такое поверхностное натяжение. Дайте термодинамическое определение поверхностному натяжению и сформулируйте его физический смысл. В каких единицах измерения выражается поверхностное натяжение?
21. Приведите уравнение полной внутренней энергии поверхностного слоя. Чем различаются поверхностное натяжение и удельная поверхностная энергия?
22. Какова удельная поверхностная энергия жидкостей и твердых тел? Как зависит поверхностное натяжение от природы вещества? Приведите примеры.
23. Какими методами можно определить поверхностное натяжение жидкостей и твердых тел? Раскройте суть сталагмометрического метода и метода максимального давления в пузырьке.
24. На какие свойства тел влияет дисперсность? Раскройте влияние дисперсности на внутреннее давление.
25. Приведите уравнение Лапласа для частиц разной формы.
26. Расскажите о капиллярных явлениях и их движущей силе.
27. Как влияет дисперсность на форму тела? Сформулируйте принцип Гиббса-Кюри.
28. Сформулируйте закон Вульфа. Охарактеризуйте влияние дисперсности на реакционную способность веществ. Приведите уравнение Кельвина (Томсона).
29. Раскройте влияние дисперсности на температуру фазового перехода.
30. Дайте определение адгезии и когезии. Раскройте понятие работы адгезии и работы когезии укажите их единицы измерения.
31. Приведите формулу Дюпре.
32. Что такое смачивание? Раскройте понятие краевого угла смачивания. В каких пределах изменяется краевой угол смачивания на лиофильных (гидро-, олеофильных) и лиофобных (гидро-, олеофобных) поверхностях?

33. Сформулируйте закон Юнга. Приведите уравнение Юнга-Дюпре и сделайте его анализ.
34. Какие условия характеризуют равновесное положение капли на твердой поверхности?
35. Каково влияние природы поверхности на ее смачиваемость?
36. Каковы особенности смачивания реальных твердых тел? Что такое гистерезис смачивания?
37. Как наличие шероховатости влияет на смачивание поверхности? Приведите уравнение Венцеля – Дерягина.
38. Раскройте понятие теплоты смачивания. Что такое коэффициент гидрофильности поверхности?
39. Объясните явление растекания. Каковы условия растекания?
40. Что такое коэффициент Гаркинса? Сформулируйте эффект Марангони.
41. Объясните суть капиллярных явлений. Что является причиной их проявления?
42. Как можно рассчитать высоту, на которую поднимается (опускается) жидкость в капилляре? Приведите уравнение Жорена.
43. Что такое флотация?
44. Что такое адсорбция? Назовите виды адсорбции.
45. Каково влияние температуры на адсорбцию?
46. Какими количественными величинами оценивают адсорбцию?
47. Дайте термодинамическое описание адсорбции.
48. Приведите адсорбционное уравнение Гиббса.
49. Объясните суть поверхностной активности веществ. Что такое поверхностно-активное вещество?
50. Назовите классификацию веществ по отношению к поверхностному натяжению воды. Дайте характеристику типам веществ, согласно данной классификации.
51. Приведите изотермы поверхностного натяжения и адсорбции.
52. Каким образом молекулы ПАВ ориентируются на поверхности раздела фаз?
53. Приведите уравнения Генри и Шишковского.
54. Расскажите, как строение молекул ПАВ влияет на их поверхностную активность. Сформулируйте правило Дюкло – Траубе.
55. Раскройте классификацию ПАВ.
56. Приведите уравнение изотермы адсорбции Ленгмюра.
57. Как можно определить константы, входящие в уравнение адсорбции Ленгмюра?
58. Предложите способ расчета параметров молекулы ПАВ.
59. Каковы особенности и основные закономерности адсорбции газов и паров на твердых телах?
60. Дайте характеристику физической и химической адсорбции. Как определить вид происходящей адсорбции?
61. Чем обусловлены хемосорбция и физическая адсорбция на твердом теле?
62. Дайте характеристику видам взаимодействия при физической адсорбции. Приведите уравнение для потенциала Леннарда – Джонса.
63. Раскройте теорию мономолекулярной адсорбции Ленгмюра.
64. Приведите уравнение адсорбции Фрейндлиха.
65. В чем заключается суть теории полимолекулярной адсорбции Поляни? Каков недостаток данной теории?
66. Сформулируйте теорию адсорбции БЭТ.
67. Приведите основное уравнение БЭТ.
68. Раскройте понятие капиллярной конденсации. Термодинамические параметры адсорбции на однородной поверхности.
69. Каким образом можно описать кинетику адсорбции на твердой поверхности?
70. Объясните понятия активированной и неактивированной адсорбции.
71. Каковы особенности молекулярной адсорбции из растворов?

72. Какие факторы и каким образом влияют на адсорбцию из растворов?
73. Охарактеризуйте ионную адсорбцию.
74. Каковы правила адсорбции ионов?
75. Объясните явление ионного обмена. Что такое иониты?
76. Приведите уравнение ионного обмена (Никольского).
77. Какие существуют способы получения лиофобных дисперсных систем?
78. Назовите методы диспергирования.
79. Раскройте суть эффекта адсорбционного понижения прочности Ребиндера.
80. Каковы особенности и закономерности конденсационного образования лиофобных дисперсных систем?
81. Чему равна энергия Гиббса зародышеобразования?
82. Охарактеризуйте физическую и химическую конденсацию.
83. Какие методы очистки коллоидных систем вы знаете?
84. Дайте оценку устойчивости лиофобных дисперсных систем. Назовите виды устойчивости таких систем.
85. Что такое коагуляция? Опишите теорию устойчивости лиофобных дисперсных систем ДЛФО.
86. Дайте определение порогу коагуляции.
87. Сформулируйте правило Шульце – Гарди.
88. Каковы особенности лиофильных коллоидных систем и термодинамика их образования?
89. Какие объекты относятся к лиофильным дисперсным системам?
90. Объясните явление мицеллообразования в растворах ПАВ.
91. Дайте понятие критической концентрации мицеллообразования ПАВ.
92. Какими методами можно определить ККМ?
93. Опишите константу равновесия мицеллообразования.
94. Осуществите термодинамическое описание мицеллообразования. Что является движущей силой мицеллообразования?
95. Объясните понятие точки Крафта.
96. Каково строение мицелл ПАВ?
97. Каким образом строение молекул ПАВ влияет на значение критической концентрации мицеллообразования?
98. Раскройте влияние электролитов на ККМ.
99. Объясните явление солюбилизации в коллоидных растворах ПАВ. Что такое солюбилизат?
100. Опишите термодинамику солюбилизации.
101. Назовите основные способы включения молекул солюбилизата в мицеллы ПАВ.
102. Раскройте влияние строения молекул ПАВ и природы солюбилизата на солюбилизацию.
103. Расскажите, где применяется солюбилизация.
104. В каких случаях дисперсным системам присущи электрокинетические свойства?
105. В чем заключается суть электрокинетических явлений, наблюдаемых в дисперсных системах?
106. Дайте характеристику электрофорезу, электроосмосу, потенциалу течения и потенциалу седиментации.
107. Каковы причины и механизмы образования двойного электрического слоя на границе раздела фаз?
108. Приведите термодинамические соотношения между электрическим потенциалом и поверхностным натяжением. Запишите первое и второе уравнения Липпмана.
109. Приведите уравнение электрокапиллярной кривой и ее графическое представление.
110. Оцените влияние поверхностно-активных веществ на электрокапиллярную кривую.
111. Каково строение ДЭС согласно представлениям Гельмгольца?

112. Охарактеризуйте электрический потенциал поверхности частицы дисперсной фазы и плотность поверхностного заряда.
113. Назовите недостатки модели ДЭС Гельмгольца.
114. Опишите строение двойного электрического слоя по Гуи – Чепмену. Какова роль теплового движения противоионов в их распределении в ДЭС?
115. Сформулируйте закон распределения ионов Больцмана.
116. Как представляют плоскость разрыва ДЭС в электрокинетических явлениях? Что такое электрокинетический потенциал?
117. Приведите соотношение между электрокинетическим потенциалом и начальным электрическим потенциалом поверхности.
118. Назовите недостатки теории Гуи.
119. Назовите основные положения теории строения ДЭС Штерна. Что такое адсорбционная и диффузная части ДЭС? Где находится штерновский потенциал?
120. Опишите строение мицелл лиофобных золь. Приведите конкретные примеры.
121. Каково влияние различных факторов на величину электрокинетического потенциала?
122. Что такое перезарядка поверхности?
123. Каково предназначение теории электрокинетических явлений?
124. Приведите уравнения Гельмгольца – Смолуховского для электрофореза и электроосмоса.
125. Где электрокинетические явления применяются на практике?
126. Каковы особенности оптических свойств дисперсных систем?
127. Что такое рассеяние света? Приведите уравнение Рэлея.
128. Как интенсивность рассеянного света зависит от концентрации, размеров частиц, длины волны, показателя преломления дисперсной фазы и дисперсионной среды?
129. В каких условиях нарушается рэлеевское рассеяние света?
130. Расскажите о поглощении света коллоидными растворами. Чем обусловлена окраска золь?
131. Назовите оптические методы исследования дисперсных систем. Кратко изложите суть этих методов.
132. Какие свойства дисперсных систем называют молекулярно-кинетическими?
133. Какова природа молекулярно-кинетических явлений?
134. Какими параметрами характеризуют то или иное молекулярно-кинетическое свойство дисперсной системы?
135. Что такое броуновское движение частиц? Чем определяется среднее смещение частиц?
136. Объясните явление диффузии в дисперсных системах. Чем она обусловлена?
137. Что такое коэффициент диффузии и как он связан с размерами частиц дисперсной фазы?
138. Объясните явление осмоса. Какие значения может принимать осмотическое давление в дисперсных системах?
139. Как осмотическое давление зависит от размеров частиц и молекул растворенного вещества?
140. Дайте определение понятию седиментации. Какие системы обладают кинетической устойчивостью?

## 9. ОБРАЗЕЦ МОДУЛЬНОГО КОНТРОЛЯ

**ГОУ ВПО «ДОНЕЦКИЙ НАЦИОНАЛЬНЫЙ УНИВЕРСИТЕТ»**

## Факультет химический

*Специальность:* 04.05.01 Фундаментальная и прикладная химия  
*Специализация:*  
*Программа подготовки:* **специалитет**  
*Семестр* **6**  
*Учебная дисциплина* **Коллоидная химия**

**МОДУЛЬНАЯ КОНТРОЛЬНАЯ РАБОТА****ВАРИАНТ №1**

1. Приведите классификации дисперсных систем по размеру частиц дисперсной фазы, по агрегатному состоянию фазы и среды, по наличию структуры.
2. Раскройте особенные свойства поверхности и объясните, что такое поверхностное натяжение. Дайте термодинамическое определение поверхностному натяжению и сформулируйте его физический смысл.
3. Сформулируйте закон Вульфа. Охарактеризуйте влияние дисперсности на реакционную способность веществ. Приведите уравнение Кельвина (Томсона).
4. Задача. Радиус капли ртути равен  $1 \cdot 10^{-5}$  м, поверхностное натяжение ртути составляет  $0,475 \text{ Дж/м}^2$ . Рассчитайте дополнительное внутреннее давление в капле ртути.

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

Заведующий кафедрой  
Преподаватель

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

**Критерии оценивания модульного контроля**

<i>Номер задания</i>	<i>Количество баллов</i>
1	2
2	2
3	2
4	2
<b>Всего</b>	<b>8</b>

**10. ОБРАЗЕЦ ЭКЗАМЕНАЦИОННОГО БИЛЕТА*****Теоретические вопросы к экзамену***

1. Предмет коллоидной химии. Признаки объектов коллоидной химии. Дисперсные системы. Классификация дисперсных систем по размеру частиц дисперсной фазы.
2. Предмет коллоидной химии. История становления коллоидной химии как науки. Выдающиеся ученые, внесшие большой вклад в развитие коллоидной химии.
3. Понятие дисперсности. Параметры, характеризующие раздробленность дисперсной фазы. Правило фаз Гиббса для дисперсных систем.
4. Классификации дисперсных систем по размеру частиц дисперсной фазы, по агрегатному состоянию фазы и среды, по структуре.
5. Примеры коллоидных систем и коллоидных явлений в природе, народном хозяйстве, промышленности.
6. Поверхность, ее геометрическое описание, кривизна поверхности. Особенности жидких и твердых поверхностей. Силовое поле поверхности.

7. Поверхностные явления, их термодинамическое описание. Особенности свойства поверхности, поверхностное натяжение (термодинамическое определение, физический смысл). Уравнение полной (внутренней) энергии поверхностного слоя.
8. Удельная поверхностная энергия жидкостей и твердых тел. Зависимость поверхностного натяжения от природы вещества (с примерами).
9. Методы определения поверхностного натяжения жидкостей и твердых тел. Суть сталагмометрического метода и метода максимального давления в пузырьке.
10. Растворы полимеров как объекты изучения коллоидной химией. Их отличия и схожие свойства с коллоидными растворами. Набухание полимеров.
11. Выражение для полной удельной поверхностной энергии, уравнение Гиббса-Гельмгольца. Температурные зависимости поверхностного натяжения, удельной поверхностной энергии и теплоты образования единицы поверхности. Механизмы самопроизвольного уменьшения поверхностной энергии.
12. Влияние дисперсности на свойства тел (перечислить свойства). Влияние дисперсности на внутреннее давление. Уравнение Лапласа для частиц разной формы.
13. Влияние дисперсности на форму тела. Принцип Гиббса-Кюри. Закон Вульфа. Влияние дисперсности на реакционную способность веществ. Уравнение Кельвина (Томсона).
14. Влияние дисперсности на внутреннее давление (уравнение Лапласа для частиц разной формы) и температуру фазового перехода.
15. Адгезия и когезия. Работа адгезии и работа когезии. Формула Дюпре. Смачивание. Краевой угол смачивания.
16. Смачивание. Краевой угол смачивания. Закон Юнга. Уравнение Юнга-Дюпре, его анализ. Влияние природы поверхности на ее смачиваемость.
17. Смачивание реальных твердых тел. Гистерезис смачивания. Теплота смачивания. Коэффициент гидрофильности поверхности.
18. Растекание. Условия растекания. Эффект Марангони. Капиллярные явления. Уравнение Жорена. Флотация.
19. Адсорбция и ее виды. Влияние температуры на адсорбцию. Количественные величины адсорбции.
20. Термодинамика адсорбции. Адсорбционное уравнение Гиббса. Поверхностная активность веществ. ПАВ.
21. Изотермы поверхностного натяжения и адсорбции.
22. Ориентация молекул ПАВ на поверхности раздела фаз. Уравнения Генри и Шишковского. Влияние строения молекул ПАВ на их поверхностную активность.
23. Классификации ПАВ. Гидрофильно-липофильный баланс.
24. Биоразлагаемость ПАВ. Адсорбция ПАВ. Уравнение Генри. Уравнение изотермы адсорбции Ленгмюра.
25. Определение величин в уравнении адсорбции Ленгмюра и расчет параметров молекулы ПАВ. Связь уравнений Гиббса, Ленгмюра и Шишковского.
26. Состояния поверхностных пленок ПАВ. Двухмерное давление. Практическое применение пленок нерастворимых ПАВ.
27. Адсорбция газов и паров на твердых телах, ее основные закономерности и особенности. Физическая и химическая адсорбция.
28. Чем обусловлены хемосорбция и физическая адсорбция на твердом теле? Теория мономолекулярной адсорбции Ленгмюра. Уравнение адсорбции Фрейндлиха.
29. Теория полимолекулярной адсорбции Поляни. Современная теория адсорбции БЭТ. Основное уравнение БЭТ.
30. Капиллярная конденсация. Термодинамические параметры адсорбции на однородной поверхности.
31. Кинетика адсорбции. Активированная и неактивированная адсорбция. Молекулярная адсорбция из растворов. Влияние различных факторов на адсорбцию из растворов.

32. Ионная адсорбция: избирательная и обменная. Правила адсорбции ионов. Ионный обмен, иониты. Уравнение ионного обмена (Никольского).
33. Получение лиофобных дисперсных систем. Методы диспергирования. Эффект адсорбционного понижения прочности Ребиндера.
34. Конденсационное образование лиофобных дисперсных систем. Энергия Гиббса зародышеобразования. Физическая и химическая конденсация. Методы очистки коллоидных систем.
35. Лиофильные коллоидные системы. Термодинамика их образования. Лиофильные дисперсные системы ПАВ. Мицеллообразование. ККМ.
36. ККМ. Методы определения ККМ. Константа равновесия мицеллообразования. Термодинамика мицеллообразования. Движущие силы мицеллообразования.
37. Точка Крафта. Строение мицелл. Влияние строения молекул ПАВ на ККМ. Влияние электролитов на ККМ.
38. Солюбилизация в коллоидных растворах ПАВ. Термодинамика солюбилизации. Способы включения молекул солюбилизата в мицеллы. Влияние строения молекул ПАВ и природы солюбилизата на солюбилизацию. Применение солюбилизации.
39. Устойчивость и разрушение лиофобных дисперсных систем. Седиментационная и агрегативная устойчивость.
40. Теория устойчивости лиофобных дисперсных систем ДЛФО. Коагуляция, флокуляция и пептизация. Коагуляция в природе. Защита от коагуляции.
41. Электрокинетические свойства и явления в дисперсных системах: электрофорез, электроосмос, потенциал течения, потенциал седиментации.
42. Причины и механизмы образования двойного электрического слоя (ДЭС) на границе раздела фаз. Термодинамические соотношения между электрическим потенциалом и поверхностным натяжением. Первое и второе уравнения Липпмана.
43. Уравнение электрокапиллярной кривой. Влияние поверхностно-активных веществ на электрокапиллярную кривую. Строение ДЭС по Гельмгольцу. Потенциал ( $\phi_0$ ) и плотность поверхностного заряда ( $q^s$ ). Возможность практической реализации теории, ее недостатки.
44. Строение ДЭС по Гуи-Чепмену. Роль теплового движения противоионов в их распределении в ДЭС. Закон распределения ионов Больцмана. Плоскость разрыва ДЭС в электрокинетических явлениях, понятие об электрокинетическом потенциале ( $\xi$ ). Соотношение между  $\xi$  и  $\phi_0$ . Толщина двойного электрического слоя. Недостатки теории Гуи.
45. Теория строения ДЭС Штерна. Адсорбционная и диффузная часть ДЭС. Штерновский потенциал. Учет специфической адсорбции противоионов. Строение мицелл лиофобных зольей.
46. Влияние различных факторов на величину электрокинетического потенциала. Перезарядка поверхности.
47. Теория электрокинетических явлений. Уравнения Гельмгольца-Смолуховского для электрофореза и электроосмоса. Понятие о поверхностной проводимости. Явления релаксации и электрофоретического торможения при электрофорезе. Практическое применение электрокинетических явлений.
48. Особенности оптических свойств дисперсных систем. Рассеяние света. Уравнение Рэлея.
49. Поглощение света коллоидными растворами. Окраска зольей. Оптические методы исследования дисперсных систем.
50. Молекулярно-кинетические свойства дисперсных систем. Объясните явление диффузии в дисперсных системах.

*Специальность:* 04.05.01 Фундаментальная и прикладная химия  
*Специализация:*  
*Программа подготовки:* **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

### Критерии оценивания экзамена

<i>Номер задания</i>	<i>Количество баллов</i>
1 вопрос билета	10
2 вопрос билета	10
3 вопрос билета	10
4 (задача)	10
5 (дополнительные вопросы)	10
<b>Всего</b>	<b>50 баллов</b>

## 11. ОБРАЗЕЦ ТЕСТОВОГО ЗАДАНИЯ

Тема «Адсорбция на поверхности раздела фаз»

### Вариант №1

Ответы представить в виде комбинации цифр и букв:

1. Значения величин поверхностной активности ( $g$ ) и адсорбции ( $\Gamma$ ) для водных растворов веществ:

<i>вещества</i>	<i>значения <math>g</math> и <math>\Gamma</math></i>	
1. поверхностно-инактивные	А. $g > 0$	$\Gamma < 0$
2. поверхностно-индифферентные	Б. $g < 0$	$\Gamma > 0$
3. поверхностно-активные	В. $g = 0$	$\Gamma = 0$

2. По отношению к воде принадлежность вещества к определенной группе

<i>вещество</i>	<i>группа</i>
1. сульфатная кислота	А. поверхностно-индифферентные
2. сахароза	Б. поверхностно-инактивные
3. поваренная соль	В. поверхностно-активные
4. лаурат натрия	

*Выберите правильные ответы:*

3. Ион, который лучше адсорбируется полярной твердой поверхностью
  1.  $\text{Li}^+$
  2.  $\text{K}^+$
  3.  $\text{Cs}^+$
  4.  $\text{Na}^+$
  5.  $\text{Fr}^+$
  6.  $\text{Rb}^+$
4. Утверждение, что поверхностная активность ПАВ уменьшается в 3-3,5 раза с увеличением длины углеводородного радикала на  $-\text{CH}_2$ -группу
  1. не верное
  2. верное
5. Самопроизвольное уменьшение поверхностной энергии ( $\sigma_{\text{ds}}$ ) при физической адсорбции происходит вследствие
  1. уменьшения энтропии
  2. уменьшения поверхностного натяжения
  3. уменьшения площади поверхности адсорбента
6. Часть молекулы поверхностно-активного вещества (ПАВ), которая является носителем поверхностной активности
  1. полярная функциональная группа
  2. вся молекула
  3. углеводородный радикал
7. Согласно существующим классификациям ПАВ по отношению к водным растворам додецилсульфат натрия относится к
  1. низкомолекулярным, анионактивным ПАВ
  2. высокомолекулярным, неионогенным ПАВ
  3. высокомолекулярным, анионактивным ПАВ
  4. высокомолекулярным, катионактивным ПАВ
  5. низкомолекулярным, амфотерным ПАВ
8. Фундаментальное адсорбционное уравнение Гиббса устанавливает соотношение между
  1. поверхностным натяжением и химическим потенциалом
  2. концентрацией и температурой
  3. поверхностным натяжением и температурой
  4. химическим потенциалом и концентрацией
9. Адсорбция газов и пара твердыми телами положена в основу процессов
  1. гомогенного катализа
  2. рекуперации
  3. флотации
  4. очистки и высушивания газов

*Ответы представить в виде комбинации цифр и букв:*

10. Зависимость адсорбции от параметров системы
  1.  $A = f(T)$ ,  $P = \text{const}$
  2.  $C = f(T)$ ,  $A = \text{const}$
  3.  $A = f(c)$ ,  $T = \text{const}$
  4.  $A = f(T)$ ,  $C = \text{const}$
  - А. изостера
  - Б. изобара
  - В. изопикна
  - Г. изотерма
11. Изменение величины адсорбции с увеличением температуры
  1. химическая адсорбция
  2. физическая адсорбция
  - А. увеличивается
  - Б. уменьшается

*Дополнить утверждения, вписав одно слово в соответствующем месте:*

12. Вещество, которое концентрируется на границе раздела фаз, называется \_\_\_\_.

13. Процесс концентрирования вещества в объеме называется \_\_\_\_.

14. Поверхностная активность – сила, которая удерживает вещество на \_\_\_\_.

*Выберите правильные ответы:*

15. Процесс, обратный адсорбции

1. десорбция                      2. сорбция                      3. абсорбция
16. Изменение составляющих уравнения Гиббса-Гельмгольца  $\Delta U^s = \sigma + q^s$  при увеличении температуры жидкости
1.  $\sigma$                                               А. не изменяется
  2.  $q^s$                                               Б. уменьшается
  3.  $\Delta U^s$                                               В. увеличивается
17. Переходы поверхностной энергии ( $\sigma ds$ ) в другие виды энергии системы и соответствующие им поверхностные явления
1.  $\sigma ds \rightarrow SdT$                                               А. реакция
  2.  $\sigma ds \rightarrow dG$                                               Б. капиллярные явления
  3.  $\sigma ds \rightarrow \mu dn$                                               В. адсорбция ионов
  4.  $\sigma ds \rightarrow \phi dq$                                               Г. адгезия, смачивание
  5.  $\sigma ds \rightarrow VdP$                                               Д. адсорбция молекул
18. Вещество, на поверхности которой происходит адсорбция
1. адсорбент
  2. адсорбат
19. Изменение термодинамических характеристик (при  $T, P = \text{const}$ ) в процессе адсорбции
1.  $\Delta H > 0$                        $\Delta S < 0$                        $\Delta G > 0$
  2.  $\Delta H > 0$                        $\Delta S > 0$                        $\Delta G > 0$
  3.  $\Delta H < 0$                        $\Delta S < 0$                        $\Delta G < 0$
  4.  $\Delta H < 0$                        $\Delta S > 0$                        $\Delta G < 0$
20. Поверхность в дисперсной системе выступает в роли
1. отдельной фазы и компонента
  2. отдельной фазы
  3. отдельного компонента
21. Адсорбция – процесс выравнивания концентрации компонентов между поверхностным слоем и объемом
1. да
  2. нет
22. Адсорбция газов и пара на твердой поверхности – процесс
1. эндотермический
  2. экзотермический
23. Соотношение между абсолютной (А) и гиббсовской (Г) адсорбциями
1.  $\Gamma = A + C_i h^s$
  2.  $\Gamma = A - C_i h^s$
  3.  $A = \Gamma - C_i h^s$
24. Энергия системы при адсорбции
1. увеличивается
  2. уменьшается
  3. не изменяется
25. Абсолютная (А) и гиббсовская (Г) адсорбция на поверхности воды могут совпадать по величине для
1. любых веществ
  2. поверхностно - активных веществ
  3. поверхностно - инактивных веществ
  4. поверхностно – индифферентных веществ
26. Природа адсорбции водорода на вольфраме, если теплота процесса  $154 \frac{\text{кДж}}{\text{моль}}$
1. физическая                                              2. химическая
27. Поверхностная энергия ( $\sigma ds$ ) при адсорбции переходит в
1. химическую энергию

2. механическую энергию
3. теплоту
28. Адсорбция – процесс
  1. самопроизвольный
  2. не самопроизвольный
29. Ориентирование молекул ПАВ на поверхности воды при низких концентрациях
  1. горизонтальное
  2. вертикальное
30. Амфотерные ПАВ в водных растворах при  $\text{pH} < 4$  диссоциируют с образованием
  1. поверхностно-активного аниона
  2. поверхностно-активного катиона
31. Наиболее удобная энергетическая характеристика адсорбции на твердой поверхности
  1. поверхностное натяжение
  2. теплота адсорбции
  3. поверхностное напряжение
  4. теплота конденсации
32. Физическая адсорбция обусловлена
  1. ковалентными связями
  2. ионными связями
  3. силами Ван-дер-Ваальса
33. Единицы измерения удельной поверхности адсорбента ( $S_{\text{уд}}$ )
  1.  $\text{м}^2$
  2.  $\text{м}^2/\text{кг}$
  3.  $\text{кг}/\text{м}^2$
  4.  $\text{м}^2/\text{м}^3$
34. При физической адсорбции на твердом теле максимальная адсорбция наблюдается
  1. в трещинах и порах;
  2. на выступах поверхности;
  3. на ровной поверхности.
35. Уравнения полимолекулярной адсорбции БЭТ превращается в уравнение мономолекулярной адсорбции при
  1. высоких парциальных давления газа
  2. любых парциальных давлениях газа
  3. низких парциальных давлениях газа
36. Уравнение изотермы адсорбции, которое учитывает экспоненциальное распределение неоднородностей на твердой поверхности
  1. БЭТ
  2. Гиббса
  3. Ленгмюра
  4. Шишковского
  5. Фрейндлиха
37. Значения, которые может принимать величина степени заполнения поверхности адсорбента
  1.  $1 > \Theta > 0$
  2.  $1 < \Theta > 0$
  3.  $0 > \Theta > 1$
38. Крахмал, который имеет большую удельную поверхность
  1. рисовый с размером частиц  $1 \cdot 10^{-5}$  см
  2. картофельный с размером частиц  $2 \cdot 10^{-5}$  см
39. Конкурентной адсорбцией называют
  1. адсорбцию ПАВ на поверхности воды
  2. ионообменную адсорбцию
  3. гиббсовскую адсорбцию из бинарных растворов
40. С увеличением температуры молекулярная адсорбция из растворов
  1. уменьшается
  2. не изменяется
  3. увеличивается
41. 1г активированного угля адсорбирует  $235 \text{ см}^3$  хлора (н.у.). Количество хлора, поглощаемое коробкой противогаса с 40 г угля
  1.  $1500 \text{ см}^3$
  2.  $18800 \text{ см}^3$
  3.  $4700 \text{ см}^3$
  4.  $9400 \text{ см}^3$
42. Активными адсорбционными центрами на поверхности твердого тела являются
  1. места с наименьшим поверхностным натяжением
  2. места с наибольшим поверхностным натяжением

3. вся поверхность
43. Уравнение адсорбции Генри является
1. изотермой адсорбции при небольших концентрациях адсорбата
  2. изопикной адсорбции при небольших концентрациях адсорбата
  3. изотермой адсорбции при больших концентрациях адсорбата
44. Теория адсорбции Ленгмюра основана на природе адсорбционных сил
1. физической
  2. химической
45. Вид изотермы полимолекулярной адсорбции газа на твердой поверхности
1. прямая линия
  2. парабола
  3. S-образная кривая

## 12. КРИТЕРИИ ОЦЕНИВАНИЯ

По курсу предполагается проведение промежуточной аттестации в виде модульного контроля по разным темам и экзамена в обязательном порядке. Кроме того, каждый студент обязан выполнить и защитить лабораторные работы, что также оценивается определенным количеством баллов.

*Распределение баллов, которые могут получить студенты  
в процессе изучения дисциплины*

Организационно-учебная работа студента	СРС					Экзамен	Всего
	Модульный контроль						
Мак 20 баллов	маx 8 баллов	маx 7 баллов	маx 5 баллов	маx 5 баллов	маx 5 баллов	маx 50 баллов	100 баллов
Выполнение и защита лабораторных работ	Коллоквиум 1 (темы 1-3)	Тесты (тема 4)	Индивидуальное задание (темы 5-6)	Коллоквиум 2 (тема 7-8)	Коллоквиум 3 (тема 9-12)	Сдача устного экзамена	

*Шкала соответствия баллов национальной шкале*

Оценка по шкале ECTS	Оценка по 100-балльной шкале	Оценка по государственной шкале (экзамен, дифференцированный зачет)	Оценка по государственной шкале (зачет)
<b>A</b>	90-100	5 (отлично)	зачтено
<b>B</b>	80-89	4 (хорошо)	зачтено
<b>C</b>	75-79	4 (хорошо)	зачтено
<b>D</b>	70-74	3 (удовлетворительно)	зачтено
<b>E</b>	60-69	3 (удовлетворительно)	зачтено
<b>FX</b>	35-59	2 (неудовлетворительно) с возможностью повторной сдачи	не зачтено
<b>F</b>	0-34	2 (неудовлетворительно) с возможностью повторной сдачи при условии обязательного набора дополнительных баллов	не зачтено

## 13. МАТЕРИАЛЬНО-ТЕХНИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ УЧЕБНОГО ПРОЦЕССА

Лекционные занятия проводятся в аудитории, оснащенной мультимедийной техникой и доской.

Лабораторные занятия проводятся в оборудованной учебной лаборатории, где имеются в наличии химическая посуда и химические реактивы.

В корпусе химического факультета обеспечен Wi-Fi доступ в сеть Интернет.

#### 14. РЕКОМЕНДОВАННАЯ ЛИТЕРАТУРА

№ п/п	Наименование	Кол-во экземпляров в библиотеке ДонНУ	Наличие электронной версии в ЭБС
<i>Основная литература</i>			
1.	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	нет
2.	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.	1	нет
3.	Фридрихсберг, Д. А. Курс коллоидной химии [Текст] : учебник для хим. фак. ун-тов / Д. А. Фридрихсберг. – 2-е изд. – Л. : Химия. Ленингр. отд-ние, 1984. – 368 с.	2	нет
4.	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.	3	нет
5.	Зимон, А. Д. Коллоидная химия [Текст] : учебник для вузов по направлениям «Химия», «Хим. технология и биотехнология» и спец. «Химия», «Биотехнология» / Зимон А. Д., Лещенко Н. Ф. – М. : Химия, 1995. – 335 с.	2	нет
6.	Гельфман, М. И. Коллоидная химия [Текст] / М. И. Гельфман, О. В. Ковалевич, В. П. Юстратов. – 3-е изд. – СПб. : Лань, 2005. – 336 с.	3	нет
7.	Захарченко, В. Н. Коллоидная химия [Текст] : учебник для мед.-биол. специальностей вузов / В. Н. Захарченко. – 2-е изд. – М. : Высш. шк., 1989. – 237 с.	2	нет
8.	Гельфман, М. И. Коллоидная химия [Текст] / М. И. Гельфман, О. В. Ковалевич, В. П. Юстратов. – СПб. : Лань, 2008. – 332 с.	3	нет
9.	Евстратова, К. И. Физическая и коллоидная химия [Текст] : учебник для фармац. ин-тов и фармац. фак. мед. ин-тов / К. И. Евстратова, Н. А. Купина, Е. Е. Малахова ; под ред. К. И. Евстратовой. – М. : Высш. шк., 1990. – 486 с.	3	нет
10.	Хижан, О. І. Практикум з колоїдної хімії : навч.-метод. посіб. для організації роботи студ. на лаб.	3	нет

	роботах по дисципліні "Колоїдна хімія", спец. 070300 - "Хімія" / О. І. Хижан, Л. В. Петренко, С. В. Жильцова ; Донецький нац. ун-т. - Донецьк : ДонНУ, 2011. - 214 с.		
<b>Дополнительная литература</b>			
11.	Практикум по физической и коллоидной химии [Текст] : учеб. пособие для фармацевт. ин-тов и фармацевт. фак. мед. ин-тов / Е. В. Бугреева, К. И. Евстратова, Н. А. Купина и др. ; под ред. К. И. Евстратовой. – М. : Высш. шк., 1990. – 256 с.	3	нет
12.	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.	1	нет
13.	Абрамзон, А. А. Поверхностно-активные вещества: Свойства и применение [Текст] / А. А. Абрамзон. – Л. : Химия. Ленингр. отд-ние, 1975. – 246 с.	12	нет
14.	Поверхностно-активные вещества [Текст] : справочник / А. А. Абрамзон, В. В. Бочаров, Г.М. Гаевой и др.; под ред. А. А. Абрамзона, Г.М. Гаевого. – Л. : Химия, 1979. – 376 с.	6	нет
15.	Абрамзон, А. А. Поверхностно-активные вещества. Свойства и применение [Текст] / А. А. Абрамзон. – 2-е изд., перераб. и доп. – Л. : Химия : Ленингр. отд-ние, 1981. – 304 с.	2	нет
16.	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. : Бинوم. Лаборатория знаний, 2007. – 528 с.	1	нет
17.	Саввин, С. Б. Поверхностно-активные вещества [Текст] / С. Б. Саввин, Р. К. Чернова, С. Н. Штыков ; Ин-т геохимии и аналит. химии им. В. И. Вернадского АН УССР. – М. : Наука, 1991. – 251 с.	2	нет

## 15. ИНФОРМАЦИОННЫЕ РЕСУРСЫ

1. Гельфман, М. И. Коллоидная химия [Электронный ресурс] / М. И. Гельфман, О. В. Ковалевич, В. П. Юстратов. – 5-е изд., стер. – СПб. : Лань, 2010. – 336 с. – URL: [http://elibrary.sgu.ru/uch\\_lit](http://elibrary.sgu.ru/uch_lit).

2. Пальтиель, Л. Р. Коллоидная химия [Электронный ресурс] : учебное пособие / Л. Р. Пальтиель, Г. С. Зенин, Н. Ф. Волынец. – СПб.: СЗТУ, 2004. – 68 с. – URL: <http://window.edu.ru/app.php/catalog/resources>.

3. Савицкая, Т. А. Пособие для самостоятельной работы над лекционным курсом Коллоидная химия: вопросы, ответы и упражнения [Электронный ресурс] : пособие для студентов химического факультета / Т. А. Савицкая, Д. А. Котиков. – Минск: БГУ, 2009. – 140 с. – URL: <https://elib.bsu.by/bitstream/123456789/108529/5>.

4. Щукин, Е. Д. Коллоидная химия [Электронный ресурс] : учебник бакалавров / Е. Д. Щукин, Е. А. Амелина, А. В. Перцов. – 6-е изд. – М. : Юрайт-Издат, 2012. – 444 с. – URL: <http://www.labirint.ru/books/306453>.

5. Михеева, Е.В. Физическая и коллоидная химия [Электронный ресурс] : учебное пособие для студентов ИГНД очного и заочного обучения / Е. В. Михеева, Н. П. Пикула. – Томск: Изд-во ТПУ, 2009. – 267 с. – URL: <http://194.226.214.250/resource/843/73843/files>.

## 16. ПРОГРАММНОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ

Не предусмотрено.

Рабочая программа рассмотрена и переутверждена на заседании кафедры физической химии с изменениями (без изменений) на 20\_\_\_\_ год.

Протокол № \_\_\_\_ от « \_\_\_\_\_ » \_\_\_\_\_ 20 \_\_\_\_ г.

Заведующий кафедрой

\_\_\_\_\_ В.М. Михальчук