

МИНИСТЕРСТВО НАУКИ И ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ
ФЕДЕРАЛЬНОЕ ГОСУДАРСТВЕННОЕ БЮДЖЕТНОЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЕ
УЧРЕЖДЕНИЕ ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ

«МУРМАНСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ ТЕХНИЧЕСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ»
(ФГБОУ ВО «МГТУ»)

Кафедра химии

**Методические указания
к самостоятельной работе студентов (СРС)**

по дисциплине **Б1.В.03.01 Устойчивость дисперсных систем**

для направления подготовки (специальности)

04.03.01 Химия

Направленность (профиль)

Неорганическая химия и химия координационных соединений

Квалификация выпускника, уровень подготовки бакалавр

Форма обучения: очная

Мурманск
2019

Составитель –Воронько Н.Г. доцент кафедры химии, к.т.н.

МУ к СР рассмотрены и одобрены на заседании кафедры химии ,

_____ протокол № _____

Зав. кафедрой химии,
доктор химических наук, профессор

Деркач С.Р.

ОГЛАВЛЕНИЕ

1. Общие организационно-методические указания.....	3
2. Тематический план.....	4
3. Список рекомендуемой литературы.....	7
4. Содержание и методические указания к изучению тем дисциплины.....	8

1. ОБЩИЕ ОРГАНИЗАЦИОННО-МЕТОДИЧЕСКИЕ УКАЗАНИЯ

Методические указания к СРС составлены на основе ФГОС ВОпо направлению 04.03.01 «Химия», утвержденного приказом Министерства образования и науки РФ № 671 от 17.07.2017 г.

В соответствии с ФГОС ВОпо направлению 04.03.01 «Химия» обязательный минимум содержания дисциплины **«Устойчивость дисперсных систем»** для самостоятельной работы составляет 43 часа: «Основные понятия физико-химии дисперсных систем и поверхностных явлений; коллоидные свойства поверхностно-активных веществ (ПАВ); электроповерхностные явления в дисперсных системах; коагуляция зольей электролитами; структурообразование в дисперсных системах; реологические и структурно-механические свойства дисперсных систем; седиментационная и агрегативная устойчивость дисперсных систем; устойчивость эмульсий и пен».

В результате освоения программы дисциплины **«Устойчивость дисперсных систем»** бакалавр должен:

знать:

- коллоидно-химические основы химии дисперсных систем и поверхностных явлений в них;
- теоретические и практические основы коллоидно-химических методов исследования дисперсных систем для решения вопросов, связанных с практической деятельностью;

уметь:

- применять в практической профессиональной деятельности знания теоретических закономерностей и современных методов науки о дисперсных системах;

владеть:

- навыками проведения экспериментальных определений коллоидно-химических величин;
- навыками постановки эксперимента и обработки экспериментальных результатов.

Целью дисциплины **«Устойчивость дисперсных систем»** является подготовка бакалавров в соответствии с квалификационной характеристикой бакалавра и рабочим учебным планом направления 04.03.01 «Химия».

Задачи дисциплины: дать необходимые теоретические знания, практические умения и навыки по основам устойчивости дисперсных систем, позволяющие успешно использовать их в профессиональной деятельности.

Процесс изучения дисциплины **«Устойчивость дисперсных систем»** направлен на формирование компетенций в соответствии с ФГОС ВОпо направлению подготовки 04.03.01 «Химия», представленных в таблице 1.

**Таблица 1 – Компетенции, формируемые дисциплиной
«Устойчивость дисперсных систем»**

№ п/п	Код компетенции	Содержание компетенции
1	ПК-2-н	Способен оказывать информационную поддержку специалистам, осуществляющим научно-исследовательские работы

2. ТЕМАТИЧЕСКИЙ ПЛАН

№ п/п	Наименование тем и содержание самостоятельной работы	Кол-во часов
1	2	3
1.	<p>Введение: основные понятия физико-химии дисперсных систем и поверхностных явлений</p> <p>Основные понятия коллоидной химии, изучающей свойства вещества в дисперсном состоянии и поверхностные явления в дисперсных системах. Коллоидные частицы и коллоидные системы; коллоидное (дисперсное) состояние вещества. Количественное определение дисперсности: дисперсность и удельная поверхность, кривизна поверхности частиц дисперсной фазы. Роль поверхностных явлений в процессах, протекающих в дисперсных системах.</p> <p>Различные типы классификации дисперсных систем: по агрегатному состоянию дисперсной фазы и дисперсионной среды, по размерам частиц, по концентрации и т.д. Лиофильные и лиофобные дисперсные системы. Растворы биополимеров – белков – как пример лиофильных коллоидных систем.</p> <p>Свойства поверхностей раздела фаз. Удельная свободная поверхностная или межфазная энергия. Межфазное натяжение, термодинамическая, силовая и энергетическая трактовки. Метод избыточных термодинамических функций поверхностного слоя (Гиббс). Понятие о поверхности разрыва и разделяющей поверхности. Обобщенное уравнение первого и второго законов термодинамики для поверхности раздела фаз.</p>	1
2.	<p>Коллоидные свойства поверхностно-активных веществ(ПАВ)</p> <p>Адсорбция, как самопроизвольное концентрирование на поверхности раздела фаз веществ, снижающих межфазное натяжение. Избыточные массы компонентов в поверхностных слоях по Гиббсу.</p> <p>Органические ПАВ. Классификация ПАВ по молекулярному строению (анионные, катионные, неионные, амфолитные); области применения ПАВ. Высокомолекулярные ПАВ (примеры, отличия от низкомолекулярных ПАВ). Белки, ферменты, липиды, гликолипиды, липополипептиды – природные ПАВ (био-ПАВ). Классификация ПАВ по механизму их действия (смачиватели, диспергаторы, стабилизаторы, моющие вещества). Понятие о гидрофильно-липофильном балансе (ГЛБ) молекул ПАВ.</p> <p>Мицеллообразование в растворах ПАВ. Критическая концентрация мицеллообразования (ККМ), основные методы определения ККМ. Строение прямых и обратных мицелл при различных концентрациях ПАВ. Растворы белков и высокомолекулярных веществ как лиофильные дисперсные системы. Общность физико-химической природы мицеллообразования в мылах и перехода клубок-глобула в белках. Внутримолекулярные мицеллы в дифильных полиэлектролитах. Обращенные мицеллы в неводных растворителях. Числа агрегации.</p>	7

1	2	3
3.	<p>Электроповерхностные явления в дисперсных системах Двойной электрический слой (ДЭС) на границе раздела фаз, его роль в электрокинетических явлениях в дисперсных системах. Причины образования ДЭС. Термодинамическое равновесие поверхности раздела фаз с учетом электрической энергии. Модели строения ДЭС. Изменение потенциала в зависимости от расстояния от поверхности для сильно и слабо заряженных поверхностей; влияние концентрации и заряда ионов электролита. Электрокинетические явления: электрофорез, электроосмос, потенциалы седиментации и протекания; теория Гельмгольца – Смолуховского. Электрокинетический потенциал; плоскость скольжения. Методы определения электрокинетического потенциала. Строение мицеллы гидрофобного золя. Влияние концентрации и природы электролита на величину и знак заряда коллоидных частиц. Основы ионного обмена. Закономерности ионного обмена между двойным слоем и раствором при введении индифферентных электролитов. Роль специфической адсорбции. Лиотропные ряды. Ионный обмен при введении неиндифферентных электролитов. Зависимость термодинамического и электрокинетического потенциала от концентрации ионов. Перезарядка поверхности.</p>	7
4.	<p>Коагуляция зольей электролитами Коагуляция гидрофобных зольей электролитами. Порог коагуляции; зависимость критической концентрации электролита от размера и заряда коагулирующего иона (правила Шульце – Гарди). Антагонизм и синергизм в действии электролитов на процесс коагуляции. Коагуляция сильно и слабо заряженных зольей (концентрационная и нейтрализационная коагуляция). Флокуляция, гетерокоагуляция, адагуляция (определения, примеры). Кинетика коагуляции. Теория быстрой коагуляции (Смолуховский); основные положения теории медленной коагуляции (Фукс). Обратимость процесса коагуляции. Пептизация. Взаимная коагуляция зольей. Высаливание белков при добавлении электролитов. Явление коацервации, его роль в биологических процессах, в процессах фазоразделения. Микрокапсулирование.</p>	7
5.	<p>Структурообразование в дисперсных системах. Реологические и структурно-механические свойства дисперсных систем Развитие пространственных структур в дисперсных системах. Кристаллизационно-конденсационные и коагуляционные структуры. Природа контактов между элементами структуры. Образование кристаллизационно-конденсационных дисперсных структур при выделении и срастании частиц новой фазы. Фазовое разделение био-ПАВ на границах раздела фаз. Формирование прочных двумерных структур. Белок-липидные структуры – модели биомембран. Основы реологии. Реологические свойства дисперсных систем. Уравнение Ньютона; уравнение Эйнштейна; причины аномалии вязкости дисперсных систем. Уравнение Бингама. Прочность дисперсных систем. Предельное напряжение сдвига. Природа упругости дисперсных систем. Понятие о релаксации напряжения и упругом последствии. Реологические кривые течения. Тиксотропия как обратимое восстановление коагуляционных структур после механического разрушения в процессе течения. Реологические методы исследования межфазных адсорбционных слоев био-ПАВ, типы реологических кривых. Физико-химические методы регулирования структурно-механических свойств дисперсных систем на различных стадиях их формирования как основная задача физико-химической механики.</p>	7

1	2	3
6.	<p>Седиментационная и агрегативная устойчивость дисперсных систем</p> <p>Лиофильные коллоидные системы как термодинамически устойчивые самопроизвольно образующиеся микрогетерогенные системы. Седиментационная устойчивость дисперсных систем. Молекулярно-кинетические свойства дисперсных систем. Роль броуновского движения частиц дисперсной фазы в устойчивости дисперсных систем. Диффузия в коллоидных системах. Закон Эйнштейна. Седиментационный анализ полидисперсных систем. Константа седиментации. Дифференциальная кривая распределения частиц по размерам; интегральная кривая; построение их из данных по кинетике накопления осадка. Седиментационно-диффузионное равновесие. Метод Перрена определения числа Авогадро. Применение ультрацентрифуг для измерения массы ультрадисперсных частиц и макромолекул (Думанский, Сведберг). Агрегативная устойчивость дисперсных систем. Факторы агрегативной устойчивости лиофобных дисперсных систем. Эффект Марангони-Гиббса как фактор стабилизации пленок, пен и эмульсий. Молекулярные взаимодействия. Дисперсионные взаимодействия. Константа Гамакера (простая и сложная). Теория устойчивости гидрофобных золь (теория ДЛФО). Термодинамика тонких пленок. Расклинивающее давление по Дерягину. Молекулярная составляющая расклинивающего давления. Учет молекулярной природы контактирующих фаз, для тонких пленок и сферических частиц. Электростатическая составляющая расклинивающего давления. Зависимость энергии взаимодействия частиц дисперсной фазы от расстояния между ними. Структурно-механический барьер по Ребиндеру как фактор устойчивости дисперсных систем. Формирование самоассоциирующихся коагуляционных и конденсационно-кристаллизационных структур высокомолекулярных ПАВ на границах раздела фаз. Реологические свойства межфазных адсорбционных слоев ПАВ. Упругоэластичные области межфазных адсорбционных слоев (до предела текучести) – основа термодинамической устойчивости структурно-механического барьера. Изотерма расклинивающего давления: суммирование молекулярной составляющей и отталкивания упругой природы. Вязко-пластичные области слоев (после предела текучести) – основа кинетической устойчивости структурно-механического барьера. Вязкое сопротивление межфазных адсорбционных слоев утоньшению до разрыва.</p>	7
7.	<p>Устойчивость эмульсий и пен</p> <p>Природа устойчивости тонких пленок, стабилизированных низко- и высокомолекулярными ПАВ. Пленки как элементы пен и эмульсий. Черные пленки белков и липидов – модели мембран. Первичные (обычные) и вторичные (ньютоновские) черные пленки. Изотермы расклинивающего давления различных типов пленок; влияние концентрации ПАВ и электролитов на устойчивость пленок. Роль капиллярного давления в канале Гиббса-Плато. Кинетический фактор стабилизации тонких пленок. Эффект Марангони-Гиббса. Эмульсии. Устойчивость концентрированных эмульсий (к коагуляции и коалесценции). Эмульгаторы, принципы выбора ПАВ для стабилизации прямых и обратных эмульсий. Роль гидрофильно-липофильного баланса молекулы ПАВ в стабилизации эмульсий. Обращение фаз в эмульсиях. Методы разрушения эмульсий. Практическое применение эмульсий. Пены. Строение пен и их классификация. Кратность пен. Пенообразователи, эффективность их влияния и связь с гидрофильно-липофильным балансом используемых ПАВ. Влияние электролитов на пенообразующую способность ПАВ. Методы определения устойчивости. Практическое применение пен.</p>	7
	Всего	43

3. СПИСОК РЕКОМЕНДУЕМОЙ ЛИТЕРАТУРЫ

Основная литература:

1. **Воронько, Н. Г.** Сборник расчётно-графических заданий и задач по коллоидной химии / Н. Г. Воронько. – Мурманск : Изд-во МГТУ, 2009. – 142 с. (66 экз.)
2. **Коновалова, И. Н.** Практикум по коллоидной химии / И. Н. Коновалова, Т. А. Дякина, К. В. Зотова. – Мурманск : Изд-во МГТУ, 2007. – 148 с. (131 экз.)
3. **Фролов, Ю. Г.** Курс коллоидной химии. Поверхностные явления и дисперсные системы / Ю. Г. Фролов. – М. : Химия, 1988. – 464 с. (90 экз.)
4. **Щукин, Е. Д.** Коллоидная химия / Е. Д. Щукин, А. В. Перцов, Е. А. Амелина. – 6-е изд. – М. : Юрайт, 2012. – 433 с. : ил. (30 экз.)

Дополнительная литература:

5. **Воюцкий, С. С.** Курс коллоидной химии / С. С. Воюцкий. – М. : Химия, 1976. – 512 с. (47 экз.)
6. **Зимон, А. Д.** Коллоидная химия : учебник для вузов / А. Д. Зимон, Н. Ф. Лещенко. – М. : Химия, 1995. – 336 с. (12 экз.)
7. **Коновалова, И. Н.** Поверхностные явления и дисперсные системы в пищевой технологии / И. Н. Коновалова. – Мурманск : Изд-во МГТУ, 2006. – 170 с. (49 экз.)
8. **Краткий справочник физико-химических величин** / под ред. А. А. Равделя, А. М. Пономарёвой. – 10-е изд., испр. и доп. – СПб. : «Иван Фёдоров», 2002. – 240 с. (29 экз.)
9. **Расчёты и задачи по коллоидной химии:** учебное пособие для химико-технологических специальностей вузов / под ред. В. И. Барановой. – М. : Высшая школа, 1989. – 288 с. (88 экз.)

4. СОДЕРЖАНИЕ И МЕТОДИЧЕСКИЕ УКАЗАНИЯ К ИЗУЧЕНИЮ ТЕМ ДИСЦИПЛИНЫ

Необходимо обратить внимание на следующие темы:

№	Темы
1.	Свободная межфазная (поверхностная) энергия и межфазное (поверхностное) натяжение. Метод избыточных величин Гиббса и метод слоя конечной толщины.
2.	Основные методы определения межфазного натяжения: статические, полустатические, динамические.
3.	Полная межфазная энергия. Теплота образования межфазной границы. Уравнение Гиббса–Гельмгольца для межфазной границы.
4.	Общее представление о дифильных (амфифильных) свойствах и строении ПАВ. Роль ПАВ в биологических процессах. Применение ПАВ.
5.	Классификация ПАВ по происхождению. Природные и синтетические ПАВ. Классификация ПАВ по растворимости. Классификация ПАВ по механизму воздействия на межфазную границу.
6.	Классификация ПАВ по химической природе. Неионные, анионные, катионные, амфотерные ПАВ. ПАВ на основе кремния, фторсодержащие ПАВ.
7.	Понятие об адсорбции. Физическая и химическая адсорбция. Природа адсорбционных сил. Адсорбенты. Области применения адсорбции.
8.	Адсорбция на поверхности «вода–воздух». Поверхностная активность. Фундаментальное адсорбционное уравнение Гиббса. Работа адсорбции. Правило Дюкло–Траубе.
9.	Теория мономолекулярной адсорбции Ленгмюра. Изотерма адсорбции Ленгмюра. Закон Генри. Уравнение Шишковского. Предельно насыщенный мономолекулярный слой.
10.	Весы Ленгмюра. Метод Ленгмюра–Блоджетт. Строение адсорбционных слоёв ПАВ. Разреженный монослой, плотный монослой, предельно упакованный монослой.
11.	Адсорбция ПАВ на границе раздела жидких фаз. Адсорбция ПАВ из растворов на поверхности твёрдых тел. Химическое модифицирование твёрдых поверхностей.
12.	Гидрофильно-липофильный баланс. Правило Банкрофта. Метод Гриффина. Метод аддитивности (Дэвис). Физический смысл чисел ГЛБ.
13.	Критическая концентрация мицеллообразования (ККМ). Точка Крафта. Фазовая диаграмма «коллоидное ПАВ–вода».
14.	Строение и форма мицелл. Развитие мицеллярной структуры. Геометрические принципы упаковки мицеллярных структур.
15.	Критическое межфазное натяжение. Критерий Ребиндера–Щукина. Понятие о гидрофобных взаимодействиях. Гидрофобные взаимодействия в мицеллах и глобулах белков.
16.	Критическое межфазное натяжение. Критерий Ребиндера–Щукина. Понятие о гидрофобных взаимодействиях. Гидрофобные взаимодействия в мицеллах и глобулах белков.
17.	Солюбилизация. Механизмы солюбилизации. Солюбилизационная ёмкость. Связь мольной солюбилизирующей способности и межфазного натяжения. Закон Лапласа.
18.	Солюбилизация, солюбилизатор, солюбилизат. Термодинамические параметры солюбилизации. Применение солюбилизации. Моющее действие ПАВ.
19.	Понятие о мицеллярном катализе, его примеры. Обратные мицеллы, как среды для ферментативных реакций.