

**МИНИСТЕРСТВО НАУКИ И ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ  
РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ  
ФЕДЕРАЛЬНОЕ ГОСУДАРСТВЕННОЕ АВТОНОМНОЕ  
ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЕ УЧРЕЖДЕНИЕ ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ  
«МУРМАНСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ ТЕХНИЧЕСКИЙ  
УНИВЕРСИТЕТ»**

**Методические указания  
к самостоятельной работе**

**По дисциплине: Б1.Б.24 Физическая и коллоидная химия**

для направления подготовки (специальности): **15.03.02 Технологические  
машины и оборудование**

Профиль (специализация) **Инжиниринг технологического оборудования**

Квалификация выпускника, уровень подготовки: бакалавр

Кафедра-разработчик: кафедра химии

**Мурманск  
2021**

Составитель - Коновалова Ирина Никандровна, профессор, канд.техн.наук., профессор кафедры химии.

Методические указания рассмотрены и одобрены на заседании кафедры химии

## **ОГЛАВЛЕНИЕ**

- I. Общие организационно-методические указания
- II. Темы самостоятельной работы
- III. Список рекомендуемой литературы
- IV. Методические рекомендации по темам самостоятельной работы

## I. ОБЩИЕ ОРГАНИЗАЦИОННО - МЕТОДИЧЕСКИЕ УКАЗАНИЯ

**Целью дисциплины** «Физическая и коллоидная химия» является формирование компетенций в соответствии с квалификационной характеристикой бакалавра и учебным планом для направления подготовки **15.03.02 Технологические машины и оборудование**

**Задачи:** дать необходимые теоретические знания, практические умения и навыки по основам физической и коллоидной химии, позволяющие успешно использовать их в профессиональной деятельности.

**В результате изучения дисциплины бакалавр должен:**

**Знать:** физико- и коллоидно-химические основы протекания процессов в дисперсных системах

**Уметь:** использовать физико-химические и коллоидно-химические свойства дисперсных систем при решении профессиональных задач; использовать основные приемы обработки экспериментальных данных;

**Владеть:** навыками постановки эксперимента и обработки экспериментальных результатов; навыками выполнения химических лабораторных операций.

## II. ПЕРЕЧЕНЬ ТЕМ САМОСТОЯТЕЛЬНОЙ РАБОТЫ

№ п/п	Наименование тем самостоятельной работы	Кол-во часов ДО	Кол-во часов ЗО
1	2	3	
1	<b>Химическая термодинамика.</b> Основные термодинамические понятия и определения. Первый закон термодинамики. Второй закон термодинамики.	6	16
2	<b>Химическая кинетика. Растворы.</b> Скорость химической реакции. Закон действующих масс. Общая характеристика растворов. Коллигативные свойства растворов.	7	16
3	<b>Поверхностные явления.</b> Поверхностная энергия и поверхностное натяжение на границе раздела фаз. Адсорбция газообразных и растворенных веществ на твердой поверхности. Уравнения Ленгмюра, Фрейндлиха. Адсорбция на границе раздела жидкость – газ. Уравнение Гиббса.	12	18
4	<b>Электрические свойства дисперсных систем.</b> Механизмы образования и строение двойного электрического слоя Электрокинетические явления: электрофорез, электроосмос, потенциал течения, потенциал седиментации. Практическое применение электрокинетических явлений.	12	16
5	<b>Устойчивость и коагуляция дисперсных систем.</b> Виды устойчивости дисперсных систем. Коагуляция гидрофобных золей: порог коагуляции, методы его определения. Кинетические закономерности коагуляции.	12	16
6	<b>Виды дисперсных систем.</b> Коллоидные растворы: свойства, получение, очистка. Пены, эмульсии, аэрозоли: получение, свойства, применение в пищевой промышленности.	14	16

### III СПИСОК РЕКОМЕНДУЕМОЙ ЛИТЕРАТУРЫ

#### *Основная литература*

1. Фролов, Ю.Г. Курс коллоидной химии. Поверхностные явления и дисперсные системы : учебник для вузов / Ю. Г. Фролов. - 2-е изд., перераб. и доп. - Москва : Химия, 1989. - 464 с.: ил. - ISBN 5-7245-0244-5(библиотека МГТУ: абонемент-89, читальный зал-1)
2. Хмельницкий, Р.А. Физическая и коллоидная химия : учебник для вузов / Р. А. Хмельницкий. - Москва : Высш. шк., 1988. - 400 с. : ил. - ISBN 5-06-001257-3 : 43-20. (библиотека МГТУ: абонемент-26, читальный зал-1)
3. Коллоидная химия : учебник для бакалавров / Е. Д. Щукин, А. В. Перцов, Е. А. Амелина. - 6-е изд. - Москва : Юрайт, 2012. - 443, [1] с. : ил. - (Бакалавр). - Библиогр.: с. 433. - ISBN 978-5-9916-1619-5 : 315-48.(библиотека МГТУ: абонемент-29, читальный зал-1)
4. Стромберг, А.Г. Физическая химия : учебник для вузов / А. Г. Стромберг, Д. П. Семченко; под ред. А. Г. Стромберга. - 5-е изд., испр. - Москва : Высш. шк., 2003. - 527 с. : ил. - ISBN 5-06-003627-8 :176-40. (библиотека МГТУ: абонемент-30, читальный зал-1)

#### *Дополнительная литература*

1. Сборник расчетно-графических заданий и задач по коллоидной химии [Электронный ресурс] : учеб. пособие по дисциплинам "Коллоидная химия" для специальностей 020101.65 "Химия", 020201.65 "Биология", 020803.65 "Биоэкология" и "Физическая и коллоидная химия" для специальности 270112.65 "Водоснабжение и водоотведение" / Н. Г. Воронько; Федер. агентство по рыболовству, Мурман. гос. техн. ун-т. - Электрон. текстовые дан. (1 файл : 1.3 Мб). - Мурманск : Изд-во МГТУ, 2009. - Доступ из локальной сети Мурман. гос. техн. ун-та. - Загл. с экрана. - Имеется печ. аналог 2009 г.
2. Коновалова, И. Н. Поверхностные явления, дисперсные системы в пищевой технологии : учеб. пособие для вузов / И. Н. Коновалова; М-во сел. хоз-ва Рос. Федерации ; Федер. агентство по рыболовству, Мурман. гос. техн. ун-т. - [2-е изд., перераб.]. - Мурманск : Изд-во МГТУ, 2006. - 97 с. : ил. - Имеется электрон. аналог 2006 г. - Библиогр.: с. 95-97. - ISBN 5-86185-270-7 : 224-92 . (библиотека МГТУ: абонемент-47, читальный зал-2)
3. Коновалова, И. Н. Практикум по физической и коллоидной химии (задачи и расчетно-графические задания по физической и коллоидной химии) : учеб. пособие для студентов вузов, обучающихся по специальности 271200 "Технология продуктов общественного питания" направления подгот. дипломир. специалиста 655700 "Технология продовольственных продуктов специального назначения и общественного питания и по специальностям 170000 "Машины и аппараты пищевых производств", 271300 "Пищевая инженерия малых предприятий" направления подгот. дипломир. специалиста 655800 "Пищевая инженерия" / И. Н. Коновалова, Г. И. Берестова; М-во сел. хоз-ва Рос. Федерации ; Федер. агентство по рыболовству, Мурман. гос. техн. ун-т. - Мурманск : МГТУ, 2005. - 111 с. (библиотека МГТУ: абонемент-109, читальный зал-2)

4. Физическая и коллоидная химия [Электронный ресурс] : метод. указания для самостоят. работы студентов специальностей 271000 "Технология рыбы и рыбных продуктов", 271200 "Технология продуктов общественного питания". Ч. 2. Коллоидная химия / Гос. ком. Рос. Федерации по рыболовству, Мурман. гос. техн. ун-т, Каф. химии ; сост. И. Н. Коновалова. - Электрон. текстовые дан. (1 файл : 385 Кб). - Мурманск : Изд-во МГТУ, 2003. - Доступ из локальной сети Мурман. гос. техн. ун-та. - Загл. с экрана.
5. Практикум и задачник по коллоидной химии : поверхностные явления и дисперсные системы : учеб. пособие для вузов / [В. В. Назаров и др.] ; под ред. В. В. Назарова, А. С. Гродского. - Москва : Академкнига, 2007. - 372 с. : ил. - Авт. указаны на обороте тит. л. - Библиогр.: с. 369. - ISBN 978-5-94628-267-3 : 345-97. (библиотека МГТУ: абонемент-29, читальный зал-1)
6. Путинцев, Н.М. Практикум по физической химии [Электронный ресурс] : учеб. пособие по "Физической химии" для специальностей 020101 "Химия", 020201 "Биология", 020803 "Биоэкология", 280202 "Инженерная защита окружающей среды" и "Физической и коллоидной химии" для специальностей 260302 "Технология рыбы и рыбных продуктов", 260501 "Технология продуктов общественного питания" / Н. М. Путинцев, Н. Г. Воронько; Федер. агентство по рыболовству, Мурман. гос. техн. ун-т. - Электрон. текстовые дан. (1 файл : 1.6 Мб). - Мурманск : Изд-во МГТУ, 2008. - Доступ из локальной сети Мурман. гос. техн. ун-та. - Загл. с экрана. - Имеется печ. аналог 2008 г.
7. Путинцев, Н.М. Сборник расчетно-графических заданий по физической химии : учеб. пособие / Н. М. Путинцев, Н. Г. Воронько; М-во сел. хоз-ва РФ ; Федер. агентство по рыболовству ; Мурман. гос. техн. ун-т. - Мурманск : Изд-во МГТУ, 2006. - 170 с. - Библиогр.: с. 156-158. (библиотека МГТУ: абонемент-192, читальный зал-2)

## IV СОДЕРЖАНИЕ И МЕТОДИЧЕСКИЕ УКАЗАНИЯ К ИЗУЧЕНИЮ ТЕМ ДИСЦИПЛИНЫ

### **Тема: Химическая термодинамика. Химическая кинетика. Растворы.**

Основные термодинамические понятия и определения. Первый закон термодинамики. Второй закон термодинамики. Скорость химической реакции. Закон действующих масс. Общая характеристика растворов. Коллигативные свойства растворов.

#### **Требования к уровню освоения содержания темы**

##### **Изучив данную тему, студент должен:**

**Знать:** основные понятия и определения термодинамики-внутренняя энергия, энтальпия, энтропия, теплота и работа; законы термодинамики; закон действующих масс; выражение для константы равновесия; коллигативные свойства растворов электролитов и неэлектролитов

**иметь представление:** о стандартном состоянии вещества, об условиях самопроизвольного протекания процесса

**уметь:** применять закон Гесса к расчету тепловых эффектов, рассчитывать молекулярную массу веществ на основе криоскопических, эбулиоскопических, осмометрических измерений.

##### *Вопросы для самоконтроля:*

1. Предмет химической термодинамики. Внутренняя энергия, энтальпия, теплота, работа.
2. Закон Гесса, его следствия. Стандартные теплоты образования и сгорания.
3. Второй закон термодинамики. Энтропия.
4. Коллигативные свойства растворов. Закон Рауля. Понижение температуры замерзания и повышение температуры кипения разбавленных растворов.
5. Кинетика химических реакций. Скорость химических реакций. Закон действующих масс.

### **Тема: Поверхностные явления.**

Поверхностная энергия и поверхностное натяжение на границе раздела фаз. Адсорбция газообразных и растворенных веществ на твердой поверхности. Уравнения Ленгмюра, Фрейндлиха. Адсорбция на границе раздела жидкость – газ. Уравнение Гиббса. Понятие о поверхностно-активных веществах (ПАВ).

#### **Требования к уровню освоения содержания темы**

##### **Изучив данную тему, студент должен:**

**Знать:** энергетическое и силовое определения поверхностного натяжения, основные методы определения поверхностного натяжения на границе раздела жидкость-газ, количественную характеристику процесса адсорбции; уравнения, описывающие процесс адсорбции газообразных и растворенных веществ на различных границ раздела фаз; понятия гидрофильные и гидрофобные поверхности

**иметь представление:** о поверхностно-активных веществах, их классификации, особенностях строения, областях применения; о применении адсорбции для очистки жидких сред

**уметь:** экспериментально определять поверхностное натяжение на границе раздела жидкость/газ; экспериментально определять и количественно характеризовать адсорбцию на различных границах раздела; определять константы в уравнениях Ленгмюра, Фрейндлиха

**Порядок и методические указания по изучению темы:**

**При изучении темы необходимо:**

Изучить материалы учебников (учебных пособий)

Ответить на вопросы для самоконтроля по теме.

*Вопросы для самоконтроля:*

1. В чем причина некомпенсированности молекулярного взаимодействия на границе раздела фаз и возникновения избытка поверхностной энергии?
2. Как связаны поверхностное натяжение и удельная свободная поверхностная энергия?
3. Перечислите основные методы определения поверхностного натяжения.
4. Сформулируйте основные положения теории мономолекулярной адсорбции Ленгмюра.
5. Что такое адсорбция? Чем обусловлен этот процесс? В чем отличие физической адсорбции от химической?
6. Дайте определения понятий "адсорбент", "адсорбат". Как количественно выражают величину адсорбции?
7. Приведите уравнение изотермы адсорбции Гиббса и проанализируйте входящие в него величины; укажите условия и область его применения.
8. Какие вещества называют поверхностно-активными? В чем состоит особенность их строения? Как выглядит зависимость поверхностного натяжения и удельной адсорбции от концентрации ПАВ при постоянной температуре?
9. Как графически обрабатывают изотерму  $\sigma - C$  для построения изотермы адсорбция – концентрация?
10. Что представляет собой адсорбционный слой после достижения величины предельной адсорбции  $\Gamma_{\infty}$ ?
11. Как рассчитывают  $S_0$  (площадь поперечного сечения полярной части молекулы ПАВ) и  $\delta$  (толщину поверхностной пленки)?
12. Каковы особенности адсорбции газообразных и растворенных веществ на твердых поверхностях? Приведите основные типы изотерм адсорбции газов и паров на поверхности твердых тел.
13. Напишите уравнение изотермы адсорбции Ленгмюра. Проанализируйте его. Как определяют константы в этом уравнении?
14. Напишите уравнение изотермы адсорбции Фрейндлиха. Область применения уравнения. Как определяют его константы?
15. Что такое адсорбция? Чем обусловлен этот процесс? В чем отличие физической адсорбции от химической?
16. Дайте определения понятий "адсорбент", "адсорбат". Как количественно выражают величину адсорбции?

17. Какие вещества называют поверхностно-активными? В чем состоит особенность их строения? Как выглядит зависимость поверхностного натяжения и удельной адсорбции от концентрации ПАВ при постоянной температуре?
18. Как графически обрабатывают изотерму  $\sigma - C$  для построения изотермы адсорбция – концентрация?
19. Что представляет собой адсорбционный слой после достижения величины предельной адсорбции  $\Gamma_{\infty}$ ?
20. Каковы особенности адсорбции газообразных и растворенных веществ на твердых поверхностях? Приведите основные типы изотерм адсорбции газов и паров на поверхности твердых тел.
21. Какие поверхности называют гидрофильными? гидрофобными? Каким образом можно изменить природу поверхности?

**Тема:** Электрические свойства дисперсных систем.

Механизмы образования и строение двойного электрического слоя Электрокинетические явления: электрофорез, электроосмос, потенциал течения, потенциал седиментации. Практическое применение электрокинетических явлений.

**Требования к уровню освоения содержания темы**

**Изучив данную тему, студент должен:**

**знать** причины образования ДЭС на границе раздела фаз, строение, потенциалы, влияние индифферентных и неиндифферентных электролитов на потенциалы ДЭС; причины возникновения электрокинетических явлений

**иметь представление** о практическом использовании электрокинетических явлений

**уметь** на основе электрофоретических измерений рассчитывать электрокинетический потенциал по формуле Смолуховского

**Порядок и методические указания по изучению темы:**

**При изучении темы необходимо:**

Изучить материалы учебников (учебных пособий)

Ответить на вопросы для самоконтроля по теме.

*Вопросы для самоконтроля:*

1. Как образуется двойной электрический слой на границе раздела фаз? Каково строение ДЭС согласно теории Штерна?
2. Что называют поверхностным? электрокинетическим потенциалом? От каких факторов они зависят?
3. Как влияют электролиты на строение ДЭС? Какие специфические явления при этом наблюдаются?
4. По какой формуле и на основании каких экспериментальных измерений можно рассчитать электрокинетический потенциал?
5. В чем состоит сущность электрофореза? электроосмоса? Что такое потенциал течения? потенциал седиментации?
6. Приведите примеры практического применения электрокинетических явлений

**Тема:** Устойчивость и коагуляция дисперсных систем.

Виды устойчивости дисперсных систем. Коагуляция гидрофобных зелей: порог коагуляции, методы его определения. Кинетические закономерности коагуляции.

**Требования к уровню освоения содержания темы****Изучив данную тему, студент должен:**

**Знать** определения агрегативной, седиментационной, фазовой устойчивости дисперсных систем; причины устойчивости и коагуляции, виды потенциальных кривых взаимодействия частиц; методы определения порога коагуляции электролитов, условия протекания стадий быстрой и медленной коагуляции

**иметь представление** о применении коагуляции для очистки жидких сред от загрязнений

**уметь** определять порог коагуляции электролитов визуальным методом и по зависимости оптической плотности от концентрации электролита.

**Порядок и методические указания по изучению темы:****При изучении темы необходимо:**

Изучить материалы учебников (учебных пособий)

Ответить на вопросы для самоконтроля по теме.

*Вопросы для самоконтроля:*

1. Что понимают под устойчивостью дисперсных систем?
2. Дайте определение понятий "агрегативная" и "седиментационная устойчивость".
3. Какие дисперсные системы называются конденсационно-устойчивыми? конденсационно-неустойчивыми?
4. Сформулируйте основные положения теории устойчивости ДЛФО.
5. Перечислите основные факторы устойчивости дисперсных систем.
6. Какими способами можно вызвать коагуляцию коллоидных растворов?
7. Что называют порогом коагуляции? Сформулируйте правило Шульце-Гарди.
8. Приведите потенциальную кривую взаимодействия частиц. Как получить результирующую потенциальную кривую взаимодействия двух частиц?
9. Проанализируйте результирующую потенциальную кривую взаимодействия частиц. Какого вида она может быть в зависимости от высоты энергетического барьера и глубины потенциальной ямы?
10. Приведите кривую зависимости скорости коагуляции от концентрации электролита. Каковы условия протекания стадий быстрой и медленной коагуляции?
11. Коагуляция, её применение для очистки жидких сред от загрязнений

**Тема:** Виды дисперсных систем.

Коллоидные растворы: свойства, получение, очистка. Пены, эмульсии, аэрозоли: получение, свойства, применение в пищевой промышленности.

**Требования к уровню освоения содержания темы****Изучив данную тему, студент должен:**

**знать** что представляют собой как дисперсные системы коллоидные растворы, пены, эмульсии, аэрозоли – агрегатное состояние фаз, размер частиц дисперсной фазы; конденсационные и диспергационные методы их получения, строение мицелл коллоидных растворов, методы очистки коллоидных растворов, классификацию эмульсий, аэрозолей, основные физико-химические характеристики пен,

**иметь представление** об основных способах получения пен, эмульсий, аэрозолей областях их применения.

**уметь** получать коллоидные растворы различными методами, проводить их очистку, изображать строение мицелл коллоидных растворов.

**Порядок и методические указания по изучению темы:**

**При изучении темы необходимо:**

Изучить материалы учебников (учебных пособий)

Ответить на вопросы для самоконтроля по теме.

*Вопросы для самоконтроля:*

1. Дайте характеристику коллоидных растворов как дисперсных систем
2. Каким образом можно отличить коллоидные растворы от истинных?
3. Перечислите методы получения коллоидных растворов.
4. В чем заключается сущность пептизации?
5. Напишите уравнения реакций, выражающие процессы, происходящие при получении золя гидроксида железа (III) методом гидролиза. Изобразите строение мицеллы данного золя.
6. В чем суть правила Фаянса? Приведите пример.
7. Какие условия необходимы для получения коллоидных растворов методом химической конденсации?
8. Какие дисперсные системы называют эмульсиями? Как классифицируются эмульсии? Их практическое применение.
9. Какие вещества называют эмульгаторами? В чем заключается механизм стабилизации эмульсий?
10. Какие вещества называют поверхностно-активными? Приведите примеры таких веществ.
11. Какие вы знаете методы получения эмульсий?
12. Что такое обращение фаз эмульсий? При каких условиях оно происходит?
13. Какие существуют способы разрушения эмульсий? На чем они основаны?
14. Каким образом определяют тип эмульсий?
15. Какие вещества используют в качестве стабилизаторов прямых и обратных эмульсий?
16. Приведите примеры практического применения эмульсий
17. Какие дисперсные системы называют пенами? Что такое пенообразователи? Каков механизм их действия?
18. Назовите физико-химические параметры пен.
19. Какие вещества являются пеногасителями? Приведите примеры практического применения пен.
20. Классификация аэрозолей по агрегатному состоянию частиц дисперсной фазы. Каковы особенности аэрозолей? Какие процессы приводят к нарушению их устойчивости? Какова роль аэрозолей в природе, быту и промышленности?