

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

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

Кафедра химии

Методические указания

к самостоятельной работе студентов (СРС)

по дисциплине **Б1.Б.26 Физическая и коллоидная химия**
для направления подготовки (специальности)

19.03.03

Продукты питания животного происхождения

Направленность (профиль)

Высокопродуктивные технологии обработки водных биологических ресурсов

Квалификация выпускника, уровень подготовки бакалавр

Формы обучения: заочная

Мурманск
2020

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

МУ к СР рассмотрены и одобрены на заседании кафедры химии,

24.06.2019 г. протокол № 12.

дата

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 выполнению ЛР составлены на основе ФГОС ВО по направлению 19.03.03 «Продукты питания животного происхождения», профиль «Высокопродуктивные технологии обработки водных биологических ресурсов», утвержденного приказом Министерства образования и науки РФ № 199 от 12.03.2015 г.

В соответствии с ФГОС ВО по направлению 19.03.03 «Продукты питания животного происхождения» обязательный минимум содержания дисциплины **«Физическая и коллоидная химия»** для самостоятельной работы составляет 40 часов для очной (о) и 115 часов для заочной (з) форм обучения: «основы химической термодинамики, растворы, фазовые равновесия, кинетика, электрохимия, поверхностные явления, свойства коллоидных систем».

Бакалавр должен:

знать:

физико-химические и коллоидно-химические основы протекания процессов в пищевых дисперсных системах; теоретические и практические основы физико- и коллоидно-химических методов исследования пищевых систем для решения вопросов, связанных с практической деятельностью; современные физико- и коллоидно-химические методы исследования пищевых систем; основные физико- и коллоидно-химические величины, константы, их определение, единицы измерения;

уметь:

использовать физико-химические и коллоидно-химические свойства пищевых систем при решении профессиональных задач; использовать основные приемы обработки экспериментальных данных; определять основные физико-химические характеристики веществ;

владеть:

методами экспериментальных определений физико- и коллоидно-химических величин; навыками постановки эксперимента и обработки экспериментальных результатов; навыками выполнения химических лабораторных операций.

Целью дисциплины **«Физическая и коллоидная химия»** является подготовка бакалавров в соответствии с квалификационной характеристикой бакалавра и рабочим учебным планом направления 19.03.03 «Продукты питания животного происхождения».

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

Процесс изучения дисциплины «**Физическая и коллоидная химия**» направлен на формирование компетенций в соответствии с ФГОС ВО по направлению подготовки 19.03.03 «Продукты питания животного происхождения», представленных в таблице 1.

Таблица 1 – Компетенции, формируемые дисциплиной «Физическая и коллоидная химия»

№ п/п	Код компетенции	Содержание компетенции
1	ОПК-3	ОПК-3. Способность осуществлять технологический контроль качества готовой продукции
2	ПК-26	Способность проводить эксперименты по заданной методике и анализировать результаты

2. ТЕМАТИЧЕСКИЙ ПЛАН

№ п/п	Наименование тем и содержание самостоятельной работы	Кол-во часов (о/з)
1	2	3
1.	<p>1. Введение Предмет и содержание курса физической и коллоидной химии. Философские и общенаучные основы дисциплины. Роль физической и коллоидной химии в технологии продуктов общественного питания. Методы физической и коллоидной химии в производстве и хранении пищевых продуктов. Основные термодинамические понятия и определения (термодинамическая система, типы систем, термодинамические параметры, функции состояния и процессы). Понятие о термодинамическом равновесии. Равновесные (обратимые) и неравновесные процессы. Квазистатический процесс. Проблема уравнивания состояния. Уравнения состояния идеального газа и газа Ван-дер-Ваальса.</p>	-/7
2.	<p>2. Химическая термодинамика Первый закон термодинамики. Внутренняя энергия и её свойства. Теплоемкость. Работа расширения идеального газа при различных процессах. Энтальпия. Зависимость энтальпии от температуры. Термохимия. Закон Гесса и следствия из него. Расчет тепловых эффектов химических процессов. Калориметрия. Определение энергетической ценности пищевых продуктов. Зависимость теплового эффекта химического процесса от температуры. Закон Кирхгофа. Значение первого закона термодинамики для изучения процессов пищевых производств. Второй закон термодинамики. Энтропия. Изменение энтропии в необратимых процессах. Изменение энтропии как критерий самопроизвольности и равновесия процесса в изолированной системе. Термодинамические расчеты изменения энтропии в различных обратимых процессах. Энтропия и термодинамическая вероятность системы. Термодинамические потенциалы. Критерии направления самопроизвольного процесса и равновесия. Характеристические функции. Связь максимальной полезной работы с тепловым эффектом процесса. Уравнение Гиббса-Гельмгольца. Химический потенциал идеального и реального газа, фугитивность и активность. Постулат Планка. Абсолютная энтропия. Многокомпонентные системы и системы с переменной массой. Условия равновесия и самопроизвольного протекания процессов в многокомпонентных системах.</p>	-/9
3.	<p>3. Применение термодинамики к фазовым переходам Основные понятия и определения (гомогенная и гетерогенная системы, компонент, независимый компонент, степень свободы). Правило фаз Гиббса. Фазовые переходы первого рода. Уравнение Клаузиуса – Клапейрона. Его вывод и применение к фазовым равновесиям в однокомпонентных системах. Диаграммы</p>	-/7

	состояния воды и углекислого газа. Вид диаграммы состояния бинарной системы на примере системы «хлорид натрия – вода».	
4.	4.Химические равновесия Уравнение Гиббса и его применение к химическим равновесиям. Химическая переменная. Уравнения изотермы и изобары химической реакции. Связь константы равновесия и энергии Гиббса. Экспериментальное определение и расчет константы равновесия по таблицам стандартных термодинамических величин. Связь между K_p , K_c и K_N . Особенности изучения химических равновесий в пищевых системах.	-/9
5.	5.Химическая кинетика Элементарные и сложные реакции. Формальная кинетика. Средняя и истинная скорость реакции. Закон действующих масс. Принцип независимости протекания реакции. Реакции нулевого, первого, второго и n-го порядков. Теория активных столкновений. Теория активированного комплекса. Цепные и фотохимические реакции.	-/7
6.	6.Растворы Растворы неэлектролитов Общая характеристика растворов. Растворимость газов в жидкостях. Закон Генри. Давление насыщенного пара над растворами. Закон Рауля. Идеальные, реальные и предельно разбавленные растворы. Состав пара над идеальным раствором из двух жидкостей. Коллигативные свойства растворов. Осмос и осмотическое давление. Уравнение Вант-Гоффа. Значение осмотических явлений в технологии производства продуктов питания. Понятия о парциальных мольных величинах и методах их определения. Уравнение Гиббса – Дюгема. Растворы электролитов Изотонический коэффициент. Теория электролитической диссоциации Аррениуса и ее недостатки. Константа диссоциации слабого электролита. Применение метода активностей к растворам электролитов. Основные понятия электростатической теории сильных электролитов Дебая и Гюккеля. Ионная сила раствора. Зависимость растворимости аминокислот и белков от ионной силы раствора. Полиэлектролиты. Удельная и молярная электропроводность растворов электролитов. Закон Кольрауша. Связь электропроводности с абсолютными скоростями движения ионов.	-/7
7.	7.Электродные процессы. Электродвижущие силы Электрохимический потенциал. Скачки потенциала на границах раздела фаз в электрохимической системе. Строение двойного электрического слоя на границе раздела «металл-раствор электролита». Контактный и диффузионный потенциал. Гальванические элементы. Обратимые и необратимые гальванические элементы. Термодинамика гальванического элемента. Общее выражение для ЭДС гальванического элемента и потенциала отдельного электрода. Стандартный потенциал электрода. Водородная шкала стандартных потенциалов. Измерение ЭДС гальванических цепей. Применение метода ЭДС для определения коэффициентов активности и pH растворов.	-/7
8.	8.Предмет и основные понятия коллоидной химии. Коллоидное состояние вещества. Гетерогенность, дисперсность, удельная поверхность Классификация дисперсных систем по размеру частиц дисперсной фазы, по агрегатному состоянию фаз.	-/7
9.	9.Поверхностные явления. Адсорбция. Поверхностная энергия и поверхностное натяжение на границе раздела фаз. Виды адсорбции, природа адсорбционных сил. Адсорбция на границе раздела твердое тело – газ. Уравнение Ленгмюра, Фрейндлиха. Адсорбция на границе раздела жидкость – газ. Уравнение Гиббса, его применение. Поверхностная активность. Понятие о поверхностно-активных веществах (ПАВ). Уравнение Шишковского, правило Траубе. Адсорбция на границе твердое тело – жидкость. Адсорбция на пористых адсорбентах, Капиллярные явления. Правило уравнения полярностей фаз Ребиндера. Гидрофильные и гидрофобные поверхности. Адсорбция электролитов. Ионный обмен. Иониты. Использование ионного обмена в водоподготовке, в технологии обработки водного сырья и	-/9

	очистке сточных вод.	
10	<p>10. 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.</p>	-/9
11.	<p>11. Устойчивость и коагуляция дисперсных систем. Виды устойчивости дисперсных систем: агрегативная, седиментационная, фазовая. Термодинамические и кинетические факторы агрегативной устойчивости. Коагуляция гидрофобных зольей: порог коагуляции кинетические закономерности коагуляции. Первое и второе правила Шульце – Гарди. Коагуляция смесью электролитов. Гетерокоагуляция, её применение для очистки жидких сред.</p>	-/7
12.	<p>12. Молекулярно-кинетические и оптические свойства дисперсных систем. Броуновское движение, диффузия, осмос, мембранное равновесие Доннана. Седиментация в дисперсных системах. Виды седиментационных кривых. Закон Стокса. Рассеяние света. Уравнение Рэлея, его применение. Поглощение света. Оптические методы анализа дисперсности.</p>	-/9
13.	<p>13. Реологические свойства дисперсных систем. Вязкость ньютоновских и неньютоновских систем. Уравнения Ньютона, Эйнштейна, Освальда. Реологические кривые, их анализ. Пластическая вязкость. Уравнение Бингама. Методы определения вязкости. Классификация тел по их реологическим свойствам. Структурообразование в дисперсных системах. Классификация и свойства гелей. Классификация и свойства студней. Явления тиксотропии и синерезиса. Процессы геле- и студнеобразования в технологии пищевых продуктов.</p>	-/7
14.	<p>14. Коллоидные растворы. Получение коллоидных растворов методами диспергирования и конденсации. Строение мицелл коллоидных растворов Методы очистки: диализ, электродиализ, ультрафильтрация. Поверхностно-активные вещества (ПАВ): классификация, строение, мицеллообразование, солюбилизация. ПАВ, применяемые в пищевой промышленности. Микрогетерогенные системы, методы их получения. Суспензии, эмульсии: получение, свойства, применение в пищевой технологии. Пены: получение, свойства, применение в пищевой технологии. Аэрозоли: строение, свойства.</p>	-/7
15.	<p>15. Высокомолекулярные соединения (ВМС). Классификация ВМС. Свойства растворов ВМС: набухание, осмотическое давление, нарушение устойчивости, процесс высаливания. Явление коацервации. Вязкость растворов ВМС. Белки, как полиэлектролиты. Денатурация, изоэлектрическая точка белков, коацервация.</p>	-/7
	Всего	-/115

3. СПИСОК РЕКОМЕНДУЕМОЙ ЛИТЕРАТУРЫ

Основная литература:

1. **Воронько, Н. Г.** Химическая термодинамика / Н. Г. Воронько. – Мурманск : Изд-во МГТУ, 2011. – 180 с. (150 экз.)
2. **Воюцкий, С. С.** Курс коллоидной химии / С. С. Воюцкий. – М. : Химия, 1976. – 512 с. (47 экз.)
3. **Физическая химия** / К. С. Краснов [и др.]; под ред. К. С. Краснова. В 2 кн. Кн. 1. Строение вещества. Термодинамика.– 3-е изд., испр. – М. : Высшая школа, 2001. – 512 с. (29 экз.)
4. **Физическая химия** / К. С. Краснов [и др.] ; под ред. К. С. Краснова. В 2 кн. Кн. 2. Электрохимия. – 3-е изд., испр. – М. : Высшая школа, 2001. – 319 с. (30 экз.)
5. **Фролов, Ю. Г.** Курс коллоидной химии. Поверхностные явления и дисперсные системы / Ю. Г. Фролов. – М. : Химия, 1988. – 464 с. (90 экз.)
6. **Щукин, Е. Д.** Коллоидная химия / Е. Д. Щукин, А. В. Перцов, Е. А. Амелина. – 3-е изд., перераб., доп. – М. : Высшая школа, 2004. – 445 с. : ил. (30 экз.)

Дополнительная литература:

1. **Воюцкий, С. С.** Курс коллоидной химии / С. С. Воюцкий. – М. : Химия, 1976. – 512 с. (47 экз.)
2. **Коновалова, И. Н.** Поверхностные явления и дисперсные системы в пищевой технологии / И. Н. Коновалова. – Мурманск : Изд-во МГТУ, 2006. – 170 с. (49 экз.)

4. СОДЕРЖАНИЕ И МЕТОДИЧЕСКИЕ УКАЗАНИЯ
К ИЗУЧЕНИЮ ТЕМ ДИСЦИПЛИНЫ

Необходимо обратить внимание на следующие темы:

№	Темы
1.	Предмет химической термодинамики. Термодинамические системы. Функции состояния и процесса. Факторы интенсивности и экстенсивности. Первый закон термодинамики, его реализация в различных условиях.
2.	Понятие о теплоёмкости. Связь между C_p и C_v . Зависимость теплового эффекта реакции от температуры. Закон Кирхгофа в дифференциальной и интегральной форме. Вывод развёрнутого уравнения Кирхгофа.
3.	Термохимия. Тепловой эффект химической реакции. Закон Гесса, его следствия. Калориметрия, калориметры. Назначение и классификация калориметров. Постоянная калориметра.
4.	Смысл и значение второго закона термодинамики. Самопроизвольные и несамопроизвольные процессы. Неравновесные и равновесные процессы. Цикл Карно. Теорема Клаузиуса–Карно.
5.	Энтропия по определению Клаузиуса. Второй закон термодинамики как закон возрастания энтропии. Энтропия и термодинамическая вероятность системы. Принцип Больцмана–Планка.
6.	Термодинамические потенциалы. Энергия Гиббса и энергия Гельмгольца. Критерии самопроизвольности процесса и равновесия системы. Характеристические функции. Соотношения Максвелла. Уравнения Гиббса–Гельмгольца.
7.	Химический потенциал. Фундаментальные уравнения Гиббса. Уравнение Гиббса–Дюгема. Химические потенциалы идеального и реального газа, компонентов идеального и реального растворов.
8.	Третий закон термодинамики. Тепловая теорема Нернста. Постулат Планка. Принцип недостижимости абсолютного нуля. Расчёт абсолютной энтропии.
9.	Закон действующих масс. Константа химического равновесия. Связь константы равновесия с максимальной работой реакции. Уравнения изотермы, изобары и изо-

	хоры химической реакции.
10.	Основные понятия фазового равновесия. Правило фаз Гиббса. Равновесие чистого вещества в двух фазах однокомпонентной системы. Уравнение Клаузиуса–Клапейрона.
11.	Проводники первого и второго рода. Электропроводность растворов электролитов. Удельная и молярная электропроводность. Подвижности ионов. Уравнения Кольрауша–Онзагера. Релаксационный и электрофоретический эффекты.
12.	Определение электропроводности растворов. Мост Кольрауша. Принципиальное устройство кондуктометрической ячейки. Кондуктометрия. Кондуктометрическое титрование, его применение.
13.	Кинетика химических реакций. Формальная кинетика. Скорость химических реакций. Закон действующих масс. Порядок и молекулярность реакции. Реакции 1-го, 2-го и n -го порядка.
14.	Основные понятия коллоидной химии. Дисперсные системы: общая характеристика, классификация, роль в природе и технике. Дисперсность и гетерогенность.
15.	Характеристика основных методов получения и очистки дисперсных систем. Строение мицеллы лиофобного золя.
16.	Межфазная (поверхностная) энергия. Межфазное (поверхностное) натяжение: силовая и термодинамическая трактовка. Обобщённое уравнение первого и второго законов термодинамики для поверхности раздела фаз.
17.	Смачивание, закон Юнга. Контакт несмешивающихся жидкостей. Правило Антонова. Зависимость поверхностного натяжения от температуры. Капиллярные явления. Закон Лапласа. Формула Жюрена.
18.	Адсорбция на межфазных границах, адсорбент, адсорбтив, адсорбат, десорбция. Абсолютная и избыточная (гиббсовская) адсорбция. Природа адсорбционных сил. Теория мономолекулярной адсорбции Ленгмюра. Уравнение Фрейндлиха–Бедеккера.
19.	Понятие о поверхностной активности. Адсорбция ПАВ на межфазных границах. Фундаментальное уравнение адсорбции Гиббса. Уравнение Генри, уравнение Шишковского. Работа адсорбции. Правило Дюкло–Траубе.
20.	Органические ПАВ: определение, строение, классификация (по химической природе и по механизму воздействия на дисперсную систему). Мицеллярные растворы ПАВ, как лиофильные дисперсные системы.
21.	Электрокинетические явления в дисперсных системах. Механизмы образования двойного электрического слоя (ДЭС) на границе раздела фаз. Строение ДЭС по Штерну. Электрокинетический потенциал ДЭС (дзета-потенциал).
22.	Оптические свойства дисперсных систем. Закон Рэлея. Уравнение Геллера. Оптическая плотность и мутность дисперсной системы. Закон Бугера–Ламберта–Бера. Турбидиметрия и нефелометрия.
23.	Молекулярно-кинетические свойства дисперсных систем. Средний сдвиг. Диффузия в коллоидных системах. Первый закон Фика. Уравнение Эйнштейна–Смолуховского.
24.	Седиментация частиц дисперсной фазы. Седиментационная устойчивость дисперсных систем. Оседание сферической частицы в гравитационном и центробежном полях. Закон Стокса. Гипсометрический закон.
25.	Седиментационный анализ дисперсных систем. Весовой метод Фигуровского. Интегральная и дифференциальная кривые распределения частиц по размерам.
26.	Агрегативная устойчивость лиофильных и лиофобных дисперсных систем. Факторы агрегативной устойчивости. Стабилизирующая роль ВМС. Коллоидная защита. Золотое число.
27.	Роль тонких пленок в устойчивости дисперсных систем. Расклинивающее давление. Основные положения теории устойчивости гидрофобных золь (теории ДЛФО).
28.	Коагуляция гидрофобных золь. Порог коагуляции. Коагулирующая способность

	электролитов (правила Шульце–Гарди). Лиотропные ряды. Пептизация. Флокуляция.
29.	Коагуляция гидрофобных зольей. Порог коагуляции. Коагулирующая способность электролитов (правила Шульце–Гарди). Лиотропные ряды. Пептизация. Флокуляция.
30.	Свободнодисперсные и связнодисперсные системы. Прочность связнодисперсных систем. Коагуляционные и конденсационно-кристаллизационные структуры. Реопексия. Тиксотропия