

Компонент ОПОП 04.04.01 Химия
наименование ОПОП

Б1.В.03.03
шифр дисциплины

РАБОЧАЯ ПРОГРАММА

Дисциплины
(модуля)

Коллоидная химия поверхностно-активных веществ

Разработчик :

Воронько Н.Г.
ФИО

доцент кафедры химии
должность

доктор хим. наук, доцент
ученая степень,
звание

Утверждено на заседании кафедры

химии

наименование кафедры

протокол № 6 от 16.02.2024

Заведующий кафедрой химии



подпись

Дякина Т.А.
ФИО

Мурманск
2024

Пояснительная записка

Объем дисциплины 8 з.е.

1. **Результаты обучения по дисциплине**, соотнесенные с индикаторами достижения компетенций, установленными образовательной программой

Компетенции	Индикаторы достижения компетенций	Результаты обучения по дисциплине (модулю)
<p>ПК-1-н Способен планировать работу и выбирать адекватные методы решения научно-исследовательских задач в выбранной области химии, химической технологии или смежных с химией науках</p>	<p>ПК-1-н-1. Составляет общий план исследования и детальные планы отдельных стадий ПК-1-н-2. Выбирает экспериментальные и расчетно-теоретические методы решения поставленной задачи исходя из имеющихся материальных и временных ресурсов</p>	<p>Знать: коллоидно-химические основы протекания процессов в многокомпонентных системах, содержащих ПАВ. Уметь: использовать коллоидно-химические свойства многокомпонентных систем, содержащих ПАВ. Владеть: методами экспериментальных определений коллоидно-химических величин.</p>
<p>ПК-2-н Способен проводить патентно-информационные исследования в выбранной области химии и/или смежных наук</p>	<p>ПК-2-н-1. Проводит поиск специализированной информации в патентно-информационных базах данных ПК-2-н-2. Анализирует и обобщает результаты патентного поиска по тематике проекта в выбранной области химии (химической технологии)</p>	<p>Знать: теоретические и практические основы коллоидно-химических методов исследования систем, содержащих ПАВ, для решения вопросов, связанных с практической деятельностью. Уметь применять полученные знания по основам коллоидной химии ПАВ в профессиональной деятельности. Владеть: навыками исследования основных коллоидной химии ПАВ; сбора информации, ее обработки и анализа; навыками планирования исследований и обработки экспериментальных данных.</p>
<p>ПК-3-н Способен на основе критического анализа результатов НИР и НИОКР оценивать перспективы их практического применения и</p>	<p>ПК-3-н-1. Систематизирует информацию, полученную в ходе НИР и НИОКР, анализирует ее и сопоставляет с литературными</p>	<p>Знать: современные методы исследования в коллоидной химии ПАВ. Уметь систематизировать информацию, полученную в ходе НИР и при выполнении лабораторных работ, анализировать ее и</p>

<p>продолжения работ в выбранной области химии, химической технологии или смежных с химией науках</p>	<p>данными ПК-3-н-2. Определяет возможные направления развития работ и перспективы практического применения полученных результатов</p>	<p>сопоставлять с литературными данными; определять возможные направления практического применения полученных результатов. Владеть: навыками постановки эксперимента и обработки экспериментальных результатов; навыками выполнения химических лабораторных операций.</p>
---	---	--

2. Содержание дисциплины

Тема 1. Введение в коллоидную химию ПАВ

Понятие о поверхностной активности и поверхностно-активных веществах (ПАВ). Адсорбция ПАВ на межфазных границах. Правило уравнивания полярностей Ребиндера. Агрегирование ПАВ в растворе. Дифильные (амфифильные) свойства молекул ПАВ. Димерные ПАВ (*gemini*). Роль ПАВ в биологических процессах. Применение ПАВ в различных областях человеческой деятельности.

Тема 2. Классификация ПАВ

Классификация ПАВ по происхождению: природные и синтетические (олеохимические и нефтехимические).

Классификация ПАВ по растворимости: растворимые в воде, в масле, и в воде и в масле.

Классификация ПАВ по химической природе: ионогенные (анионные, катионные, амфотерные, цвиттер-ионные), неионогенные, ПАВ на основе кремния, фторсодержащие ПАВ.

Классификация ПАВ по физико-химическому механизму воздействия на межфазную поверхность: смачиватели и пенообразователи, диспергаторы, стабилизаторы, коллоидные ПАВ.

Тема 3. Межфазная энергия и межфазное натяжение

Межфазная (поверхностная) энергия, причина её возникновения на границе раздела фаз. Внутреннее давление. Обобщённое выражение 1-го и 2-го законов термодинамики для межфазной границы. Межфазное (поверхностное) натяжение: силовая, энергетическая, термодинамическая трактовки. Методы: избыточных величин Гиббса и «слоя конечной толщины». Связь межфазной энергии с теплотой образования межфазной границы – уравнение Гиббса–Гельмгольца. Зависимость межфазного натяжения от температуры. Методы определения межфазного натяжения: статические (капиллярного поднятия, вращающейся капли, уравнивания пластины), полустатические (наибольшего давления, отрыва кольца, сталагмометрический), динамические (колеблющихся струй).

Тема 4. Понятие об адсорбции

Адсорбция, десорбция, адсорбент, адсорбат, адсорбтив. Физическая адсорбция и химическая адсорбция (хемосорбция). Ван-дер-ваальсовы взаимодействия: дисперсионные, диполь-дипольные, индукционные. Уравнение Леннарда–Джонса. Водородные связи. Абсолютная и гиббсовская (избыточная) адсорбция. Твёрдые адсорбенты. Применение адсорбции в различных областях человеческой деятельности.

Тема 5. Адсорбция ПАВ на границе «вода – воздух»

Поверхностно-активные и поверхностно-инактивные вещества на границе «вода – воздух». Термодинамическая трактовка поверхностной активности. Термодинамический вывод уравнения адсорбции Гиббса. Работа адсорбции. Правило Дюкло–Траубе. Построение изотермы адсорбции ПАВ по изотерме поверхностного натяжения.

Тема 6. Теория мономолекулярной адсорбции Ленгмюра

Адсорбционные (активные) центры на поверхности адсорбента. Допущения теории Ленгмюра. Константа адсорбционного равновесия, предельная (максимальная) адсорбция. Вывод уравнения Ленгмюра. Графическое нахождение констант уравнения Ленгмюра. Расчёт удельной поверхности адсорбента. Зависимость поверхностного натяжения от концентрации ПАВ: уравнения Генри и Шишковского. Двухмерное поверхностное давление. Расчёт параметров частотола Ленгмюра – толщины адсорбционного слоя, площади поперечного сечения полярной группы одной молекулы ПАВ.

Тема 7. Строение адсорбционных слоёв ПАВ

Нанесение плёнок ПАВ на твёрдую поверхность по методу Ленгмюра–Блоджетт. Разреженный монослой ПАВ. Двухмерный аналог уравнения Менделеева–Клапейрона. Плотный монослой. Уравнение Фрумкина – двухмерный аналог уравнения Ван-дер-Ваальса. Предельно упакованный монослой – частотола Ленгмюра. Частотола Ленгмюра как самоорганизованная структура – предшественник организованной структуры жизни (по Доннану).

Тема 8. Адсорбция ПАВ на границах «жидкость – жидкость» и «твёрдое тело – жидкость»

Адсорбция на границе раздела жидких фаз ПАВ, растворимых в воде, в масле, и в воде и в масле. Коэффициент распределения ПАВ между полярной и неполярной жидкостями. Адсорбция ПАВ из растворов на поверхности твёрдых тел. Эмпирическое уравнение Фрейндлиха–Бедеккера. Молекулярная и ионная адсорбция. Лиотропные ряды. Состояние адсорбированного ПАВ на гидрофобных и гидрофильных поверхностях. Химическое модифицирование твёрдых поверхностей – самособирающиеся монослои ПАВ.

Тема 9. Гидрофильно-липофильный баланс (ГЛБ) ПАВ

ГЛБ, как характеристика сбалансированности полярной и неполярной частей молекулы ПАВ. Правило Банкрофта. Метод Гриффина для этоксилированных ПАВ и сложных эфиров жирных кислот и многоатомных спиртов. Метод Дэвиса – числа ГЛБ по Дэвису, области применения ПАВ в зависимости от значений числа ГЛБ. Термодинамический подход к оценке числа ГЛБ – связь числа ГЛБ с работой переноса молекулы ПАВ из полярной фазы в неполярную.

Тема 10. Мицеллообразование в растворах коллоидных ПАВ

Лиофильные мицеллы ПАВ: прямые и обратные мицеллы. Критическая концентрация мицеллообразования (ККМ), методы её определения. Точка Крафта. Фазовая диаграмма системы «коллоидное ПАВ – вода». Критерии самопроизвольного мицеллообразования ПАВ: критическое межфазное натяжение, критерий Ребиндера–Щукина. Понятие о гидрофобных взаимодействиях, льдоподобная структура воды. Внутримолекулярные мицеллы белковых макромолекул. Модели мицеллообразования: модель фазового разделения и модель, основанная на законе действующих масс. Константа равновесия мицеллообразования. Термодинамические характеристики мицеллообразования – изменения энергии Гиббса, энтальпии, энтропии.

Тема 11. Самоорганизованные мицеллярные структуры ПАВ

Дискретные структуры: сферические, эллипсоидальные, цилиндрические. Связанные структуры: гексагональные, ламеллярные, биконтинуальные, губчатые. Везикулы, липосомы. Мицеллы Гартли и Мак-Бена. Формирование гелей в мицеллярных растворах ПАВ. Образование кристаллов ПАВ. Геометрические принципы упаковки мицеллярных структур, критический параметр упаковки, критические формы упаковки.

Тема 12. Солюбилизация

Солюбилизация в мицеллах ПАВ и глобулах макромолекул белков. Прямая и обратная солюбилизация, солюбилизат, солюбилизатор. Механизмы солюбилизации. Мольная солюбилизирующая способность, её расчёт. Термодинамические характеристики солюбилизации – изменения энергии Гиббса, энтальпии, энтропии. Применение солюбилизации. Моющее действие ПАВ. Мицеллярный катализ. Ферментативный катализ в обратных мицеллах ПАВ.

Тема 13. Ассоциаты ПАВ с полимерами и белками

Ассоциаты ПАВ с полимерами и белками как самоорганизованные структуры ПАВ. Синергетический эффект взаимодействия ПАВ с полимерами и белками. Влияние полимеров на поверхностную активность ПАВ. Изотерма поверхностного натяжения раствора ПАВ с добавкой полимера. Критическая концентрация ассоциации (ККА). Природа взаимодействий «полимер – ПАВ»: электростатические и гидрофобные взаимодействия. Модель «жемчужного ожерелья». Воздействие добавок ПАВ на нативную иерархическую структуру белка – денатурация белка.

3. Перечень учебно-методического обеспечения дисциплины

- мультимедийные презентационные материалы по дисциплине «Коллоидная химия поверхностно-активных веществ» представлены в электронном курсе в ЭИОС МАУ;
- методические указания к выполнению лабораторных работ, контрольной работы представлены в электронном курсе в ЭИОС МАУ;
- методические материалы для обучающихся по освоению дисциплины представлены на официальном сайте МАУ в разделе «Информация по образовательным программам, в том числе адаптированным».

4. Фонд оценочных средств по дисциплине

Фонд оценочных средств (ФОС) является отдельным компонентом образовательной программы, разработан в форме отдельного документа, представлен на официальном сайте МАУ в разделе «Информация по образовательным программам, в том числе адаптированным». ФОС включает в себя:

- перечень компетенций с указанием этапов их формирования в процессе освоения дисциплины;
- задания текущего контроля;
- задания промежуточной аттестации;
- задания внутренней оценки качества образования.

5. Перечень основной и дополнительной учебной литературы (печатные издания, электронные учебные издания и (или) ресурсы электронно-библиотечных систем)

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. (Библиотека МГТУ – 66 экз.)

2. **Ланге, К. Р.** Поверхностно-активные вещества: синтез, свойства, применение / К. Р. Ланге. – СПб. : Профессия, 2007. – 240 с. : ил. (Библиотека МГТУ – 3 экз.)
3. **Назаров, В. В.** Практикум и задачник по коллоидной химии. Поверхностные явления и дисперсные системы / В. В. Назаров [и др.], под ред. В. В. Назарова, А. С. Гродского. – М. : ИКЦ «Академкнига», 2007. – 374 с. : ил. (Библиотека МГТУ – 30 экз.)
4. **Холмберг, К.** Поверхностно-активные вещества и полимеры в водных растворах / К. Холмберг [и др.]. – М. : БИНОМ. Лаборатория знаний, 2007. – 528 с. (Библиотека МГТУ – 3 экз.)
5. **Щукин, Е. Д.** Коллоидная химия / Е. Д. Щукин, А. В. Перцов, Е. А. Амелина. – 6-е изд. – М. : Юрайт, 2012. – 433 с. : ил. (Библиотека МГТУ – 30 экз.)

Дополнительная литература

6. **Поверхностно-активные вещества:** справочник / под ред. А. А. Абрамзона, Г. М. Гаевого. – 2-е изд., перераб. и доп. – Л. : Химия, 1981. – 304 с. : ил. (Библиотека МГТУ – 4 экз.)
7. **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. (Библиотека МГТУ – 29 экз.)
8. **Расчёты и задачи по коллоидной химии:** учебное пособие для химико-технологических специальностей вузов / под ред. В. И. Барановой. – М. : Высшая школа, 1989. – 288 с. (Библиотека МГТУ – 88 экз.)
9. **Фролов, Ю. Г.** Курс коллоидной химии. Поверхностные явления и дисперсные системы / Ю. Г. Фролов. – М. : Химия, 1988. – 464 с. (Библиотека МГТУ – 90 экз.)

6. Профессиональные базы данных и информационные справочные системы

- 1) *Государственная система правовой информации - официальный интернет-портал правовой информации*- URL: <http://pravo.gov.ru>
- 2) *Информационная система «Единое окно доступа к образовательным ресурсам»* - URL: <http://window.edu.ru>
- 3) *Справочно-правовая система. Консультант Плюс* - URL: <http://www.consultant.ru/>
- 4) Электронно-библиотечная система «Издательства «ЛАНЬ» <http://e.lanbook>
- 5) Электронно-библиотечная система «Университетская библиотека онлайн» <http://bibli>
- 6) Электронно-библиотечная система «Консультант студента» <http://www.studentlibrary.ru/>

Материалы, находящиеся в свободном доступе на следующих сайтах:

- <http://chemexpress.fatal.ru>
- <http://www.xumuk.ru>
- <http://wikipedia.ru>
- <http://www.chemport.ru>
- <http://djvu-inf.narod.ru/nclib.htm>

7. Перечень лицензионного и свободно распространяемого программного обеспечения, в том числе отечественного производства

- 1) *Офисный пакет Microsoft Office 2007*
- 2) *Система оптического распознавания текста ABBYY FineReader*
- 3) . Офисный пакет Microsoft Office 2010 Russian Academic OPEN, лицензия № 47233444 от 30.07.2010 (договор 32/285 от 27.07.2010 г.)

4) Антивирус Dr.Web Desktop Security Suite (комплексная защита), антивирус Dr.Web Server Security Suite (серверный) (договор №7689 от 23.07.2018, договор №7236 от 03.11.2017, договор №810-000046 от 26.06.2017)

8. Обеспечение освоения дисциплины лиц с инвалидностью и ОВЗ

Обучающиеся из числа инвалидов и лиц с ОВЗ обеспечиваются печатными и (или) электронными образовательными ресурсами в формах, адаптированных к ограничениям их здоровья.

9. Материально-техническое обеспечение дисциплины представлено в приложении к ОПОП «Материально-технические условия реализации образовательной программы» и включает:

- учебные аудитории для проведения учебных занятий, предусмотренных программой магистратуры, оснащенные оборудованием и техническими средствами обучения;

- помещения для самостоятельной работы обучающихся, оснащенные компьютерной техникой с возможностью подключения к сети «Интернет» и обеспечением доступа к электронной информационно-образовательной среде МАУ;

- лаборатория физической и коллоидной химии.

Не допускается замена оборудования его виртуальными аналогами.

10. Распределение трудоемкости по видам учебной деятельности

Таблица 1 - Распределение трудоемкости

Вид учебной нагрузки	Распределение трудоемкости дисциплины по формам обучения											
	Очная				Очно-заочная				Заочная			
	Семестр			Всего часов	Семестр			Всего часов	Семестр/Курс			Всего часов
	2	3										
Лекции	10	26		36								
Практические работы	10	26		36								
Лабораторные работы	10	26		36								
Контактная работа для выполнения РГР	54	78		132								
Самостоятельная работа	42	102		144								
Выполнение РГР	–	36		36								
Подготовка к промежуточной аттестации	–	–										
Всего часов по дисциплине	72	216		288								

Формы промежуточной аттестации и текущего контроля

Экзамен	–	+									
Зачет/зачет с оценкой	+/-	–									
Курсовая работа (проект)	–	–									
Количество расчетно-графических работ	1	1									
Количество контрольных работ	–	–									
Количество рефератов	–	–									
Количество эссе	–	–									

Перечень лабораторных работ

№ п/п	Темы лабораторных работ
Очная форма	
2 семестр	
1.	Исследование влияния строения молекул ПАВ на их поверхностную активность
2.	Изучение адсорбции ПАВ из растворов на твёрдом адсорбенте
3 семестр	
3.	Исследование мицеллообразования в растворах ПАВ
4.	Исследование солубилизирующей способности растворов ПАВ
5.	Исследование растворов амфотерных полиэлектролитов
6.	Исследование влияния добавок ПАВ на свойства амфотерных полиэлектролитов в растворе

Перечень практических работ

№ п/п	Темы практических работ
Очная форма	
2 семестр	
1.	Классификация и методы синтеза ПАВ
2.	Межфазная энергия и межфазное натяжение
3.	Общие понятия адсорбции
4.	Уравнение адсорбции Гиббса. Построение изотерм адсорбции
3 семестр	
5.	Адсорбционные равновесия. Уравнения Ленгмюра, Генри и Шишковского
6.	Адсорбция ПАВ на границах конденсированных фаз
7.	Расчёт параметров мицеллообразования коллоидных ПАВ
8.	Самоорганизованные мицеллярные структуры ПАВ
9.	Расчёт параметров солубилизации
10.	Ассоциаты ПАВ с полимерами и белками