

БЕЛОРУССКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ УНИВЕРСИТЕТ

УТВЕРЖДАЮ

Проректор по учебной работе и
образовательным инновациям

О.И.Чуприс



Регистрационный № УД- 5501 /уч.

Поверхностно-активные вещества и самоорганизующиеся системы

на их основе в водных растворах и эмульсиях

Учебная программа для специальности

второй ступени высшего образования (магистратуры)

1-31 80 06 Химия

2018 г.

Учебная программа составлена на основе образовательного стандарта ОСВО 1-31 80 06-2012 и учебных планов G 31-236/уч. и G 31и-283/уч., утвержденных 26.05.2017 г.

СОСТАВИТЕЛЬ:

Т.А.Савицкая, профессор кафедры физической химии, кандидат химических наук, доцент

РЕКОМЕНДОВАНА К УТВЕРЖДЕНИЮ:

Кафедрой физической химии Белорусского государственного университета (протокол № 10 от 29.05.2018 г.);

Учебно-методической комиссией химического факультета Белорусского государственного университета

(протокол № 6 от 26 июня 2018 г.)



ПОЯСНИТЕЛЬНАЯ ЗАПИСКА

Учебная дисциплина «Поверхностно-активные вещества и самоорганизующиеся системы на их основе в водных растворах и эмульсиях» предназначена для студентов II ступени высшего образования (магистратуры) химического факультета, обучающихся по специальности 1-31 80 06 Химия. Она дает четкое представление о фундаментальных и прикладных аспектах физикохимии лиофильных дисперсных систем на основе поверхностно-активных веществ и происходящих в них поверхностных явлений. Изложение теории (фундаментальные свойства ПАВ: адсорбция на различных межфазных границах и способность к мицеллообразованию; закономерности самоорганизации ПАВ в мицеллы, бислои и более сложные фазовые структуры; закономерности взаимодействия ПАВ с полимерами, образования микроэмульсий, эмульсий; химические реакции в микрогетерогенных системах; участие ПАВ в эволюционных процессах в биологических системах) дополнено рассмотрением конкретных примеров использования ПАВ в промышленности для решения задач регулирования процессов смачивания, растекания, адгезии, повышения каталитической активности веществ. В содержательную часть курса включены современные данные научных исследований проводимых в ведущих мировых научных центрах, а также научными сотрудниками химического факультета БГУ, ГНУ «Институт общей и неорганической химии НАН Беларуси».

Учебная дисциплина связана с дисциплинами «Коллоидная химия», «Нанохимия», «Физическая химия». Поскольку постоянно синетзируются новые ПАВ, расширяются области их применения, и уделяется все больше внимания поведению и роли ПАВ в организме человека и окружающей среде, для изучения курса привлекаются отдельные темы органической химии, химии высокомолекулярных соединений, биохимии и физико-химических методов анализа, а также дисциплины «Введение в зеленую химию».

Цель курса – получение студентом знаний об основных классах ПАВ, их строении и свойствах, явлении самоорганизации в растворах мицеллообразующих ПАВ, особенностях взаимодействия ПАВ с полимерами, строении и свойствах микроэмульсий, эмульсий, мицеллярном катализе и других областях использования.

Курс структурно разделен на девять модулей, которые отражают его внутреннюю логику и могут быть использованы для организации текущего контроля знаний студентов.

В результате изучения дисциплины обучаемый должен

знать:

– основные характеристики и особенности коллоидного состояния вещества, условия образования лиофильных и лиофобных дисперсных систем;

– причины проявления поверхностного натяжения и закономерности адсорбции на различных межфазных границах;

– теоретические особенности мицеллообразования в растворах коллоидных ПАВ и фазового состояния их растворов в широком концентрационном интервале;

– особенности взаимодействия ПАВ с полимерами;

– закономерности образования и свойства микроэмульсий;

– особенности проведения химических реакций в мицеллярных растворах ПАВ и микроэмульсиях;

– новейшие достижения в области физикохимии ПАВ и перспективы их использования для получения новых материалов;

уметь:

– обработать и проанализировать результаты физико-химического эксперимента;

– использовать экспериментальные методы коллоидной химии для изучения и количественной характеристики дисперсных систем на основе ПАВ;

– использовать основы учения о дисперсном состоянии вещества, особых свойств поверхностных слоев и поверхностных явлений для объяснения поведения дисперсных систем в научных исследованиях и технологических процессах.

владеть:

– методологией исследования поверхностно-активных свойств веществ;

– принципами и навыками самостоятельного подбора поверхностно-активных веществ для эффективного использования в разнообразных технологических процессах и научных исследованиях;

– концепцией оценки и прогнозирования уменьшения воздействия ПАВ на окружающую среду и человека для достижения целей устойчивого развития.

В результате изучения учебной дисциплины студент должен закрепить и развить следующие компетенции, предусмотренные образовательным стандартом ОСВО 1-31 80 06-2012 с изменением № 163 от 27.12.2017

ПК-1. Квалифицированно проводить научные исследования в области химических и смежных областей естественных наук.

ПК-2. Представлять результаты научных исследований в виде отчетов, статей, презентаций, докладов.

ПК-3. Доводить результаты до внедрения в производство, оформлять сопроводительную отчетную и научно-техническую документацию.

ПК-8. Осуществлять поиск, систематизацию и анализ информации по перспективам развития отрасли, инновационным технологиям, проектам и решениям.

ПК-9. Определять цели инноваций и способы их достижения.

ПК-10. Оценивать конкурентоспособность и экономическую эффективность разрабатываемых продуктов и технологий.

ПК-11. Готовить проекты лицензионных договоров о передаче прав на использование объектов интеллектуальной собственности.

Дисциплина преподается в 3 семестре второго года обучения. Общее количество часов для изучения дисциплины – 90, аудиторных 36 (лекции – 26, практические занятия – 8, УСП – 2). 2,5 зач. ед.

Форма получения высшего образования – очная.

Форма текущей аттестации по учебной дисциплине – зачет.

СОДЕРЖАНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

Модуль 1. Введение в физикохимию поверхностно-активных веществ
Лиофильные и лиофобные дисперсные системы. Критерий образования лиофильных дисперсных систем. Амфифильные свойства молекул ПАВ. Поверхностное натяжение и адсорбция ПАВ на различных межфазных границах. Самоорганизующиеся структуры на основе ПАВ: поверхностные пленки, мицеллы, жидкокристаллические структуры. Мицеллы ПАВ как истинные наноразмерные структуры. Нанотермодинамика. Химический подход. Принципы классификации ПАВ. Природные ПАВ. Олеохимические и нефтехимические ПАВ. Основные функции ПАВ. Воздействие ПАВ на окружающую среду и человека. Скорость биоразложения и структура молекул ПАВ. Защита окружающей среды как стимул поиска новых безопасных ПАВ.

Модуль 2. Мицеллообразование в растворах поверхностно-активных веществ

Общая характеристика явления. Термодинамика мицеллообразования. Критическая концентрация мицеллообразования (ККМ). Зависимость ККМ от строения молекул ПАВ. Влияние температуры и растворенных веществ на ККМ. Зависимость растворимости ПАВ от температуры. Точка и линия Крафта. Движущие силы мицеллообразования и термодинамические модели. Кинетика мицеллообразования. Размер и структура мицелл. Геометрические принципы упаковки мицелл. Полиоксиэтиленовые цепи как гидрофильные части многих ПАВ. Температурная зависимость ККМ и размеров мицелл оксиэтилированных ПАВ. Концентрированные дисперсии мицеллообразующих ПАВ. Смешанные мицеллы. Технологическое использование смесей ПАВ. Солюбилизация гидрофобных веществ в мицеллах. Механизм солюбилизации. Термодинамика солюбилизации. Влияние различных факторов на солюбилизацию. Примеры использования солюбилизации. Агрегирование ПАВ в неводных средах.

Модуль 3. Адсорбционные слои растворимых и нерастворимых ПАВ

Типы поверхностных пленок. Двумерное растворение. Поверхностное давление. Изотермы двумерного давления. Методы исследования поверхностных пленок. Весы Ленгмюра. Классификация поверхностных пленок. Газообразные, жидкорастянутые, жидкие, твердые пленки. Пленки Ленгмюра-Блоджетт. Пленки полимеров и белков. Использование поверхностных пленок.

Модуль 4. Фазовое поведение концентрированных систем поверхностно-активных веществ

Зависимость типа и размера мицелл от концентрации ПАВ. Зависимость процесса роста мицелл от типа ПАВ. Фазы ПАВ, образующиеся из дискретных или бесконечных самоорганизованных структур. Насыщенные мицеллярные растворы. Структуры жидкокристаллических фаз. Фазовые диаграммы двойных и тройных систем как полезный источник информации. Фазовое поведение полярных липидов. Жидкокристаллические фазы в неводных средах.

Модуль 5. Свойства смесей ПАВ и высокомолекулярных соединений

Индукцированное полимерами агрегирование ПАВ. Модели, описывающие взаимодействие ПАВ и полимеров. Корреляция поведения смесей ПАВ- полимер с фазовым поведением смесей двух полимеров или смесей ПАВ. Дифильность белков. Роль взаимодействий белков с ПАВ. Поверхностное натяжение и солюбилизация как подтверждение связывания ПАВ с белками. Фазовое разделение растворов смесей ПАВ и белков. Введение в реологию растворов полимеров и ПАВ.

Модуль 6. Эмульсии и эмульгаторы

Высококонтрированные эмульсии. Механизмы разрушения эмульсий. Теория ДЛФО для эмульсий. Концепция гидрофильно-липофильного баланса (ГЛБ). Подбор эмульгатора методом определения ТИФ. Правило Банкрофта и динамика адсорбции ПАВ. Новые поверхностно-активные вещества. Поверхностно-активные вещества с необычной структурой: димерные ПАВ. Поверхностно-активные вещества с разрушаемыми связями: привлекательность с экологической и других точек зрения. Полимеризующиеся ПАВ и их применение для получения покрытий. Полимерные ПАВ. Специальные ПАВ для экстремального снижения поверхностного натяжения. Поверхностно-активные полимеры.

Модуль 7. Микроэмульсии

Определение и отличие от обычных эмульсий. Фазовое поведение и фазовые диаграммы систем «масло-вода-ПАВ». Методы получения микроэмульсий. Влияние ПАВ на микроструктуру микроэмульсий. Образование микроэмульсий в процессах очистки поверхностей от масляных загрязнений. Использование микроэмульсий для повышения нефтеотдачи.

Использование микроэмульсий в химических синтезах для получения неорганических и органических веществ.

Модуль 8. Коллоидные микрореакторы

Капли микроэмульсии как микрореакторы для химических реакций. Мицеллярный катализ и области его применения. Микроэмульсии как растворители для органического синтеза. Микроэмульсии как среды для ферментативных реакций. Применение микроэмульсий для получения наноразмерных латексов. Получение наночастиц неорганических веществ с помощью микроэмульсий. Использование жидких кристаллов ПАВ для получения мезопористых материалов.

Модуль 9. Пенообразование в растворах ПАВ

Устойчивые и неустойчивые пены. Два условия пенообразования. Использование концепции критического параметра упаковки. Влияние полимеров на устойчивость пен. Стабилизация пен частицами и белками. Пеногасители.

УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКАЯ КАРТА

Номер раздела, темы	Название раздела, темы	Количество аудиторных часов					УСРК Количество часов	Форма контроля знаний
		Лекции	Практические занятия	Семинарские занятия	Лабораторные занятия	Иное		
1	2	3	4	5	6	7	8	9
1	Введение в физикохимию поверхностно-активных веществ	4						
1.1	Критерий образования лиофильных дисперсных систем. Амфифильные свойства молекул ПАВ.	2						
1.2	Мицеллы ПАВ как истинные наноразмерные структуры. Нанотермодинамика. Классификация ПАВ. Воздействие ПАВ на окружающую среду.	2						
2	Мицеллообразование в растворах поверхностно-активных веществ. Критическая концентрация мицеллообразования (ККМ) и факторы ее определяющие. Температурная зависимость ККМ. Солюбилизация гидрофобных веществ в мицеллах.	2	2					Устный опрос Контроль ная работа
3	Адсорбционные слои растворимых и нерастворимых ПАВ.	4						
3.1	Типы поверхностных	2						

	пленок и их классификация.							
3.2	Практическое использование поверхностных пленок. Пленки Ленгмюра-Блоджетт	2						
4	Фазовое поведение концентрированных систем ПАВ	4						
4.1.	Зависимость типа и размера мицелл от строения молекул и концентрации ПАВ.	2	2					Написание эссе Доклад на семинаре-конференции
4.2	Фазы, образующиеся из дискретных или бесконечных самоорганизованных структур. Насыщенные мицеллярные растворы.	2						
5	Свойства смесей ПАВ и высокомолекулярных соединений	4	2					Письменный опрос
5.1.	Модели, описывающие взаимодействие ПАВ и полимеров	2						
5.2	Введение в реологию растворов ПАВ и полимеров. Поверхностно-активные полимеры	2						
6.	Эмульсии и эмульгаторы Строение и свойства эмульсий. Концепция ГЛБ. Подбор эмульгатора. Новые ПАВ	2						
7.	Микроэмульсии. Определение и отличие от обычных эмульсий. Влияние ПАВ на структуру эмульсий.	2						

8	Коллоидные микрореакторы. Основы мицеллярного катализа. Микроэмульсии в органическом и неорганическом синтезах.	4	2					Доклад на семинаре- конферен- ции
9.	Пенообразование в растворах ПАВ.						2	Контроль ная работа
	Итого	26	8				2	

ИНФОРМАЦИОННО-МЕТОДИЧЕСКАЯ ЧАСТЬ

Рекомендуемая учебная литература

Основная:

1. Холмберг К., Йёнсон Б., Кронберг Б., Линдман Б.. Поверхностно-активные вещества и полимеры в водных растворах. М.: Бином. Лаборатория знаний, 2007, -528 с.
2. Щукин Е.Д., Перцов А.В., Амелина Е.А. Коллоидная химия. М.: Высш. шк., 2004.
3. Русанов А.И. Мицеллообразование в растворах поверхностно-активных веществ. Спб.: Химия. 1992.
4. Вережников В.Н. Организованные среды на основе коллоидных поверхностно-активных веществ. Воронеж: Изд.Воронежск.гос.ун-та, 2008, 74 с.
5. Ланге К.Р. Поверхностно-активные вещества: синтез, свойства, анализ и применение. СПб: Профессия, 2007, - 540 с.
6. Фридрихсберг А.Д. Курс коллоидной химии. Л.: Химия, 1984, - 368 с.
7. Фролов Ю.Г. Курс коллоидной химии. Поверхностные явления и дисперсные системы. М.:Химия, 1988,- 464 с.
8. Воюцкий С.С. Курс коллоидной химии К.: Наук. думка, 1975, -512 с.
9. Микроэмульсии: структура и динамика / Пер с англ., под ред. С. Фриберга и П. Ботореля – М.: Мир, 1990 г., 320 с.
10. Миттел К. Мицеллообразование, солюбилизация и микроэмульсии – М.: Мир, 1980 г., 600 с.

Дополнительная:

1. Абрамзон А.А., Бочаров В.В., Гаевой Г.М. Поверхностно-активные вещества: Справочник Л.:Химия, 1979, - 376 с.
2. Абрамзон А.А. Поверхностно-активные вещества: Свойства и применение. Л.: Химия, 1981, - 304 с.
3. Сумм Б.Д., Горюнов Ю.В. Физико-химические основы смачивания и растекания – М.: Химия, 1976 г., 230 с.
4. Когановский А.М. Адсорбция и ионный обмен в процессах водоподготовки и водоочистки. К.: Наук. думка, 1983, - 240 с.
5. Адсорбция из растворов на поверхностях твердых тел. Под ред. Г. Парфита, К. Рочестера М.:Мир,1986, - с.289-363

6. Christian S.D., Scamehorn J.F. Solubilization in Surfactants Aggregates. NY-Basel-Hong Kong: Marcel Dekker Inc., 1995, 30 p.
7. Porter F., Desbene P.L., Treiner C.//J. Colloid Interface Science, 1998, V.208, P.415
8. Leon O., Rogel E., Urbina A. et.al// Langmuir, 1999, V.15, P.7653
9. Клименко Н.А// Коллоидный журнал, 1978, т.40, с. 1105
- 10.Клименко Н.А// Коллоидный журнал, 1979, т.41, с. 781
- 11.De Keizer A., Luklema I.// J. Colloid Interface Science, 1980 V.75, P.171

ПЕРЕЧЕНЬ ЗАДАНИЙ УПРАВЛЯЕМОЙ САМОСТОЯТЕЛЬНОЙ РАБОТЫ СТУДЕНТОВ

Тема: Мицеллообразование в растворах поверхностно-активных веществ

Задание 1. Рассмотреть термодинамику образования мицелл ПАВ и применить основы нанотермодинамики к описанию мицелл.

Задание 2. Проанализировать зависимость растворимости ПАВ от температуры.

Задание 3. Сформулировать геометрические принципы формирования мицелл и влияние на ККМ различных факторов.

Перечень средств диагностики:

1. Устный опрос.
2. Контрольная работа.

Тема: Свойства смесей ПАВ и высокомолекулярных соединений

Задание 1. Охарактеризовать модели, описывающие взаимодействие ПАВ и полимеров.

Задание 2. Подготовить презентацию на тему «Введение в реологию растворов ПАВ и полимеров».

Перечень средств диагностики: письменный опрос и выступление на семинаре-конференции.

Тема: Коллоидные микрореакторы

Задание 1. Перечислить известные разновидности дисперсных систем с участием ПАВ, которые предложены для использования в качестве микрореакторов.

Задание 2. Проанализировать схему синтеза наночастиц сульфата бария в микроэмульсиях с точки зрения несомненных достоинств и возможных проблем в процессе перехода от лабораторной технологии к промышленному внедрению.

Задание 3. Выбрать реакцию органического синтеза для проведения в микроэмульсии и дать ее анализ в соответствии с правилами и метриками «зеленой» химии.

Перечень средств диагностики:

1. Выступление на семинаре-конференции.

Тема: **Пенообразование в растворах ПАВ**

Задание 1. Перечислить условия образования пен и характеристики их свойств.

Задание 2. Охарактеризуйте влияние полимеров и частиц на устойчивость пен. Сформулируйте принципы пеногашения.

Перечень средств диагностики:

1. Контрольная работа

ПЕРЕЧЕНЬ ИСПОЛЬЗУЕМЫХ СРЕДСТВ ДИАГНОСТИКИ

1. Устный опрос в формате вопрос – ответ и контрольная работа по составлению структурно-логической схемы Модуля 2 **«Мицеллообразование в растворах поверхностно-активных веществ»**.

2. Написание эссе и выступление с презентацией на семинаре-конференции по Модулю 4 **«Фазовое поведение концентрированных систем ПАВ»**.

3. Письменный опрос по модулю 5 **«Свойства смесей ПАВ и высокомолекулярных соединений»**.

4. Выступление на семинаре-конференции по Модулю 8 «**Коллоидные микрореакторы**».
5. Контрольная работа по Модулю 9 «**Пенообразование в растворах ПАВ**».
6. Устный зачет по дисциплине.

ТЕМАТИКА презентаций для выступления на семинаре-конференции

1. Мицеллообразование поверхностно-активных веществ. История открытия и современное состояние исследований.
2. Фазовое поведение концентрированных систем поверхностно-активных веществ.
3. Эмульсии: строение и свойства. Области применения.
4. Эмульгаторы. Концепция гидрофильно-липофильного баланса.
5. Солюбилизация в мицеллах ПАВ. Теоретические основы и области применения.
6. Воздействие ПАВ на окружающую среду. Зеленая химия ПАВ.
7. ПАВ – волшебный химический ключик для управления поверхностными явлениями. Современные направления развития исследований.
8. Проведение химических синтезов в коллоидных микрореакторах.

ПРОТОКОЛ СОГЛАСОВАНИЯ УЧЕБНОЙ ПРОГРАММЫ УВО

Название учебной дисциплины, с которой требуется согласование	Название кафедры	Предложения об изменениях в содержании учебной программы по изучаемой дисциплине	Решение, принятое кафедрой, разработавшей учебную программу (с указанием даты и номера протокола)
Коллоидная химия	Кафедра физической химии	Нет изменений	Вносить изменения не требуется. Протокол №10 от 29.05.2018 г.
Нанохимия	Кафедра неорганической химии	Нет изменений	Вносить изменения не требуется. Протокол № 13 от 21.05.2018

ДОПОЛНЕНИЯ И ИЗМЕНЕНИЯ К УЧЕБНОЙ ПРОГРАММЕ УВО

на ____/____ учебный год

№ п/п	Дополнения и изменения	Основание

Учебная программа пересмотрена и одобрена на заседании кафедры физической химии Белорусского государственного университета (протокол № _ от _____ г.)

(название кафедры)

Заведующий кафедрой

д.х.н., профессор _____

(ученая степень, ученое звание) (подпись)

В.В. Паньков

(И.О.Фамилия)

УТВЕРЖДАЮ

Декан факультета

доктор химических наук,

член-корр. НАН Беларуси _____

(ученая степень, ученое звание) (подпись)

Д.В. Свиридов

(И.О.Фамилия)