

МИНИСТЕРСТВО НАУКИ И ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ РОССИЙСКОЙ
ФЕДЕРАЦИИ
Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение
высшего образования
«КУБАНСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ УНИВЕРСИТЕТ»
Факультет химии и высоких технологий

УТВЕРЖДАЮ:

Проректор по учебной работе,
качеству образования – первый
проректор



Т.А. Хагуров

«30» мая 2025 г.

РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ (МОДУЛЯ)

Б1.В.ДВ.01.01 ФИЗИЧЕСКАЯ ХИМИЯ ИОНПОЛИМЕРОВ

Направление

подготовки/специальность

04.03.01 Химия

(код и наименование направления подготовки/специальности)

Направленность (профиль) /
специализация

Физическая химия

(наименование направленности (профиля) специализации)

Форма обучения

очная

(очная, очно-заочная, заочная)

Квалификация

бакалавр

Краснодар 2025

Рабочая программа дисциплины «Физическая химия ионполимеров» составлена в соответствии с федеральным государственным образовательным стандартом высшего образования (ФГОС ВО) по направлению подготовки 04.03.01 Химия.

Программу составила:

Н.А. Кононенко, проф. каф. физ. химии,
д-р хим. наук, проф.



Рабочая программа дисциплины утверждена на заседании кафедры физической химии
протокол № 10 «03» апреля 2025 г.
Заведующий кафедрой физической химии Фалина И.В.



Утверждена на заседании учебно-методической комиссии факультета химии и высоких технологий
протокол № 7 «24» апреля 2025 г.
Председатель УМК факультета Беспалов А.В.



Рецензенты:

Петров Н.Н., канд. хим. наук, генеральный директор ООО «Интеллектуальные композиционные решения»

Рыжкова Н.А., канд. хим. наук, доцент кафедры органической химии и технологий ФГБОУ ВО «КубГУ».

1 Цели и задачи изучения дисциплины (модуля)

1.1 Цель освоения дисциплины

Цель освоения дисциплины «Физическая химия ионполимеров» состоит в формировании у студентов знаний по физической химии синтетических ионоселективных полимеров для эффективного использования в различных технологических процессах и подготовка студентов к самостоятельной работе в избранной области химии.

1.2 Задачи дисциплины

В задачи учебной дисциплины «Физическая химия ионполимеров» входит:

- сформировать у студентов представления о физико-химическом поведении ионполимеров;
- сформировать у студентов знания о методах исследования их структурных и транспортных характеристик;
- сформировать представления о технологических процессах с участием ионполимеров;
- развить умения по использованию ионполимеров в различных технологиях;
- развить у студентов навыки работы с учебной и научной литературой.

1.3 Место дисциплины (модуля) в структуре образовательной программы

Дисциплина «Физическая химия ионполимеров» является дисциплиной по выбору вариативной части Блока 1 "Дисциплины (модули)" учебного плана, формируемой участниками образовательных отношений. Ее изучению должно предшествовать изучение таких дисциплин как «Неорганическая химия», «Физика». Дисциплина «Физическая химия ионполимеров» является теоретической базой для таких дисциплин, как «Процессы и аппараты в мембранной технологии», а также «Мембраны и мембранные явления». В соответствии с рабочим учебным планом дисциплина изучается на 2 и 3 курсе. Вид промежуточной аттестации: зачет, экзамен.

1.4 Перечень планируемых результатов обучения по дисциплине (модулю), соотнесенных с планируемыми результатами освоения образовательной программы

Изучение данной учебной дисциплины направлено на формирование у обучающихся следующих компетенций:

Код и наименование индикатора	Результаты обучения по дисциплине
ПК-1. Способен осуществлять стандартные операции по предлагаемым методикам, направленные на получение и исследование различных соединений и материалов	
ИПК-1.1. Осуществляет стандартные операции по предлагаемым методикам, направленные на получение и исследование химических соединений различной природы и материалов на их основе.	Знает способы получения ионполимеров
	Умеет пользоваться химическим оборудованием.
	Владеет основными понятиями и терминологией в области синтетических ионполимеров.
ИПК-1.2. Выбирает оптимальные лабораторные методы получения и исследования химических соединений различной природы и материалов на их основе	Знает методы исследования структуры и свойств ионполимеров.
	Умеет определить физико-химические характеристики ионполимеров.
	Владеет навыками выполнения базовых операций по исследованию свойств ионполимеров.

Результаты обучения дисциплине достигаются в рамках осуществления всех видов контактной и самостоятельной работы обучающихся в соответствии с утвержденным учебным планом.

Индикаторы достижения компетенций считаются сформированными при достижении соответствующих им результатов обучения.

2. Структура и содержание дисциплины

2.1 Распределение трудоёмкости дисциплины по видам работ

Общая трудоёмкость дисциплины составляет 8 зачетных единиц (288 часов), их распределение по видам работ представлено в таблице

Вид учебной работы		Всего часов	Семестры (часы)	
			4	5
Контактная работа, в том числе:				
Аудиторные занятия (всего):		118	68	50
занятия лекционного типа		50	34	16
лабораторные занятия		68	34	34
практические занятия				
семинарские занятия		-	-	-
Иная контактная работа:				
Контроль самостоятельной работы (КСР)		4	2	2
Промежуточная аттестация (ИКР)		05	0,2	0,3
Самостоятельная работа, в том числе:		129,8	73,8	56
Оформление лабораторных работ		40	20	20
Самостоятельное изучение теоретического материала		40	20	20
Подготовка к текущему контролю		494,8	33,8	16
Контроль:				
Подготовка к экзамену		35,7	-	35,7
Общая трудоемкость	час.	288	144	144
	в том числе контактная работа	118,5	68,2	50,3
	зач. ед	8	4	4

2.2 Содержание дисциплины

Распределение видов учебной работы и их трудоемкости по разделам дисциплины.

Разделы (темы) дисциплины, изучаемые в 4 семестре (очная форма обучения)

№	Наименование разделов (тем)	Количество часов				
		Всего	Аудиторная работа			Внеаудиторная работа
			Л	ПЗ	ЛР	СРС
1.	Синтез и структура ионполимеров	42	10	-	12	20
2.	Равновесие в гетерогенной системе	40	10	-	10	20
3.	Кинетика ионного обмена и электромассоперенос	59,8	14	-	12	33,8
	ИТОГО по разделам дисциплины	141,8	34	-	34	73,8
	Контроль самостоятельной работы (КСР)	2				
	Промежуточная аттестация (ИКР)	0,2				
	Подготовка к текущему контролю	-				
	Общая трудоемкость по дисциплине	144				

Разделы (темы) дисциплины, изучаемые в 5 семестре (очная форма обучения)

№	Наименование разделов (тем)	Количество часов				
		Всего	Аудиторная работа			Внеаудиторная работа
			Л	ПЗ	ЛР	СРС
1.	Электрохимия ионполимеров	42	6	-	16	20
2.	Теоретическое описание явлений переноса в ионполимерах	30	4	-	6	20
3.	Области применения ионполимеров	34	6	-	12	16

	<i>ИТОГО по разделам дисциплины</i>	106	16	-	34	56
	Контроль самостоятельной работы (КСР)	2				
	Промежуточная аттестация (ИКР)	0,3				
	Подготовка к текущему контролю	35,7				
	Общая трудоемкость по дисциплине	144				

Примечание: Л – лекции, ПЗ – практические занятия / семинары, ЛР – лабораторные занятия, СРС – самостоятельная работа студента

2.3 Содержание разделов (тем) дисциплины

2.3.1 Занятия лекционного типа

№	Наименование раздела (темы)	Содержание раздела (темы)	Форма текущего контроля
1.	Синтез и структура ионполимеров	Классификация полимеров.	устный опрос, ЛР1
2.	Синтез и структура ионполимеров	Реакции полимеризации и поликонденсации в синтезе ионполимеров. Получение гомогенных и гетерогенных ионполимеров.	устный опрос, ЛР2
3.	Синтез и структура ионполимеров	Методы исследования структуры ионполимеров.	устный опрос
4.	Равновесие в гетерогенной системе	Набухание ионитов. Модельные представления ионообменного равновесия. Термодинамика набухания.	устный опрос, ЛР3
5.	Равновесие в гетерогенной системе	Равновесие ионполимер - раствор неэлектролита. Изотерма адсорбции и коэффициенты распределения. Ситовый эффект и эффект высаливания.	ЛР4
6.	Равновесие в гетерогенной системе	Равновесие ионит-раствор сильного электролита. Термодинамическое уравнение Доннана и его анализ.	ЛР4
7.	Равновесие в гетерогенной системе	Ионообменное равновесие. Изотерма обмена, коэффициенты разделения, распределения и равновесия. Уравнение Никольского. Явления зарядовой селективности.	ЛР5, ЛР6,
8.	Кинетика ионного обмена и электроперенос	Основные закономерности протекания ионного обмена. Механизм ионного обмена. Лимитирующая стадия.	ЛР7
9.	Кинетика ионного обмена и электроперенос	Экспериментальные методы изучения кинетики ионного обмена. Основные теории кинетики ионного обмена.	ЛР8 КР1
10.	Электрохимия ионполимеров	Классификация мембранных процессов. Перенос в ионных проводниках. Поток вещества. Условие электронейтральности.	ЛР7
11.	Электрохимия ионполимеров	Уравнение материального баланса. Движение ионов в электрическом и концентрационном поле.	ЛР8, Тест № 1
12.	Теоретическое описание явлений переноса в ионполимерах	Термодинамика неравновесных процессов для описания процессов переноса в мембранных системах.	ЛР9
13.	Теоретическое описание явлений переноса в ионполимерах	Фрикционная модель и феноменологический подход. Уравнения Нернста-Планка.	устный опрос ЛР10
14.	Области применения ионполимеров	Ионполимеры для водоподготовки. Ионный обмен в пищевой промышленности и медико-биологической практике.	ЛР11
15.	Области применения ионполимеров	Разделительные диафрагмы в процессах электродиализа и мембранного электролиза.	ЛР12

2.3.2 Занятия семинарского типа (практические / семинарские занятия/ лабораторные работы)

№	Наименование раздела (темы)	Тематика занятий/работ	Форма текущего контроля
---	-----------------------------	------------------------	-------------------------

1.	Синтез и структура ионполимеров	Определение обменной емкости ионполимеров.	ЛР1
2.	Синтез и структура ионполимеров	Определение плотности ионполимеров	ЛР2
3.	Равновесие в гетерогенной системе	Определение массовой доли воды в ионполимерах методом воздушно-тепловой сушки.	ЛР3
4.	Равновесие в гетерогенной системе	Определение изменения размеров при набухании ионполимеров	ЛР4
5.	Кинетика ионного обмена и электроперенос	Определение скорости ионного обмена.	ЛР5
6.	Кинетика ионного обмена и электроперенос	Определение лимитирующей стадии ионного обмена	ЛР6
7.	Электрохимия ионполимеров	Определение удельной электропроводности ионполимеров.	ЛР7
8.	Электрохимия ионполимеров	Определение селективности ионполимеров потенциометрическим методом.	ЛР8
9.	Теоретическое описание явлений переноса в ионполимерах	Расчет коэффициентов диффузии ионов в растворе и ионполимере	ЛР9
10.	Теоретическое описание явлений переноса в ионполимерах	Определение объемных долей проводящих фаз в ионполимерах	ЛР10
11.	Области применения ионполимеров	Ионообменное умягчение воды.	ЛР11
12.	Области применения ионполимеров	Деионизация воды смешанным слоем ионполимеров.	ЛР12

Защита лабораторной работы (ЛР), контрольная работа (КР).

2.3.3 Примерная тематика курсовых работ

Курсовая работа не предусмотрена учебным планом.

2.4 Перечень учебно-методического обеспечения для самостоятельной работы обучающихся по дисциплине

№	Вид СРС	Перечень учебно-методического обеспечения дисциплины по выполнению самостоятельной работы
1	Оформление лабораторных работ	1. Кононенко Н.А., Демина О.А., Лоза Н.В., Фалина И.В., Шкирская С.А. Мембранная электрохимия: учебное пособие. 2-е изд., испр. и доп. Краснодар, КубГУ, 2017. 290 с.
2	Самостоятельное изучение теоретического материала	1. Кононенко Н.А., Демина О.А., Лоза Н.В., Фалина И.В., Шкирская С.А. Мембранная электрохимия: учебное пособие. 2-е изд., испр. и доп. Краснодар, КубГУ, 2017. 290 с. 2. Кононенко, Н.А., Фоменко, М.А., Березина, Н.П., Вольфович, Ю.М. Пористая структура мембранных материалов. Учеб. пособие. Краснодар: Кубанский гос. ун-т, 2013. 121 с. 3. Гнусин Н.П., Кононенко Н.А. Электроперенос в ионных проводниках: Учебное пособие. Краснодар.: Куб.ГУ, 2014. 87с.
3	Подготовка к текущему контролю	1. Методические рекомендации к организации аудиторной и внеаудиторной (самостоятельной) работы студентов: методические указания / сост. Т.П. Стороженко, Т.Б. Починок, А.В. Беспалов, Н.В. Лоза. – Краснодар: Кубанский гос. ун-т, 2018. - 89 с.

Учебно-методические материалы для самостоятельной работы обучающихся из числа инвалидов и лиц с ограниченными возможностями здоровья (ОВЗ) предоставляются в формах, адаптированных к ограничениям их здоровья и восприятия информации:

Для лиц с нарушениями зрения:

- в печатной форме увеличенным шрифтом,
- в форме электронного документа,
- в форме аудиофайла,
- в печатной форме на языке Брайля.

Для лиц с нарушениями слуха:

- в печатной форме,
- в форме электронного документа.

Для лиц с нарушениями опорно-двигательного аппарата:

- в печатной форме,
- в форме электронного документа,
- в форме аудиофайла.

Данный перечень может быть конкретизирован в зависимости от контингента обучающихся.

3. Образовательные технологии, применяемые при освоении дисциплины (модуля)

В ходе изучения дисциплины предусмотрено использование технологий проблемного обучения, выполнение студентами лабораторных работ в малых группах, самостоятельная работа студентов.

Компетентностный подход в рамках преподавания дисциплины реализуется в использовании интерактивных технологий и активных методов (проблемная лекция, работа в малых группах) в сочетании с внеаудиторной работой.

Информационные технологии, применяемые при изучении дисциплины: использование информационных ресурсов, доступных в информационно-телекоммуникационной сети Интернет.

Адаптивные образовательные технологии, применяемые при изучении дисциплины – для лиц с ограниченными возможностями здоровья предусмотрена организация консультаций с использованием электронной почты.

4. Оценочные средства для текущего контроля успеваемости и промежуточной аттестации

Оценочные средства предназначены для контроля и оценки образовательных достижений обучающихся, освоивших программу учебной дисциплины «Физическая химия ионполимеров».

Оценочные средства включает контрольные материалы для проведения **текущего контроля** в форме вопросов для устного опроса, тестовых работ, контрольных работ, контрольных вопросов к лабораторным работам, и **промежуточной аттестации** в форме вопросов к зачету и экзамену.

Структура оценочных средств для текущей и промежуточной аттестации

№ п/п	Код и наименование индикатора (в соответствии с п. 1.4)	Результаты обучения (в соответствии с п. 1.4)	Наименование оценочного средства	
			Текущий контроль	Промежуточная аттестация
1	ИПК-1.1. Осуществляет стандартные операции по предлагаемым методикам, направленные на получение и исследование химических соединений различной природы и материалов на их основе.	Знает способы получения ионполимеров	Лабораторная работа	Вопрос на зачете 1-3
		умеет пользоваться химическим оборудованием для определения свойств ионполимеров	Лабораторная работа	-
		владеет основными понятиями и терминологией в области	Лабораторная работа Тест	Вопрос на зачете 1

		синтетических ионполимеров		
2	ИПК-1.2. Выбирает оптимальные лабораторные методы получения и исследования химических соединений различной природы и материалов на их основе	знает методы исследования структуры и свойств ионполимеров	Лабораторная работа	Вопрос на зачете 4-7
		умеет определить физико-химические характеристики ионполимеров	Лабораторная работа Тест;	Вопрос на зачете 8, 16
		владеет навыками выполнения базовых операций по исследованию свойств ионполимеров	Лабораторная работа Контрольная работа	—

Типовые контрольные задания или иные материалы, необходимые для оценки знаний, умений, навыков и (или) опыта деятельности, характеризующих этапы формирования компетенций в процессе освоения образовательной программы

Вопросы для устного опроса по теме 1 «Синтез и структура ионполимеров»

1. Какова классификация полимеров?
2. Какие реакции используются при синтезе ионполимеров?
3. Какую геометрическую форму имеют ионполимеры?
4. Как получить гетерогенные ионполимеры?
5. Как получить гомогенные мембраны?
6. Каковы уровни неоднородности структуры ионполимеров?
7. Какие методы исследования структуры ионполимеров вы знаете?
8. В чем сущность физических методов исследования структуры ионполимеров?
9. Какие методы определения пористости полимеров вы знаете?
10. Какую информацию о структуре ионполимеров можно получить методом контактной эталонной порометрии?

Контрольная работа по темам 1-3 «Синтез и структура ионполимеров», «Равновесие в гетерогенной системе» и «Кинетика ионного обмена и электроперенос»

Вариант №1

1. Какие материалы относятся к ионполимерам?
2. Запишите химические реакции получения сульфокатионита на полистирольной матрице.
3. Почему ионполимеры не растворяются в воде?
4. Как изменится набухание ионполимера, если степень его сшивки увеличится в 2 раза?
5. Объясните, почему анионит ЭДЭ-10П лучше сорбирует триэтиламин, а АВ-17 – фенол?
6. Как будет выглядеть изотерма обмена $\text{Na}^+ - \text{Ca}^{2+}$ для смолы КУ-2?
7. Дайте определение зарядовой селективности ионполимеров.
8. Рассчитайте, во сколько раз изменится концентрация доннановски сорбированного электролита, если концентрация внешнего раствора увеличится в 3 раза.
9. Какая стадия будет лимитировать ионный обмен, если концентрация и скорость перемешивания раствора очень малы?
10. Чем изотопный обмен отличается от ионного обмена?

Вариант №2

1. Из каких элементов состоят ионполимеры?

2. Запишите химические реакции получения карбоксильного катионообменника.
3. Почему ионполимеры набухают в воде?
4. Как изменится набухание катионита, если его перевести из Na^+ - в Li^+ -форму?
5. Объясните, почему смола КБ-2 лучше сорбирует триэтиламин, а КУ-2 – фенол?
6. Как будет выглядеть изотерма обмена $\text{Cl}^- - \text{SO}_4^{2+}$ для смолы АВ-17?
7. Что такое ситовый эффект?
8. Рассчитайте, во сколько раз изменится концентрация доннановски сорбированного электролита, если концентрация внешнего раствора увеличится в 4 раза.
9. Какая стадия будет лимитировать ионный обмен в случае крупных зерен ионполимера и высокой скорости перемешивания раствора?
10. Что такое стационарное состояние?

Вариант №3

1. К проводникам какого рода относятся ионполимеры?
2. Запишите химическую реакцию получения катионообменника КУ-1.
3. Как обменная емкость влияет на набухание ионполимеров в воде?
4. Как изменится набухание катионита, если его перевести из Na^+ - в Ca^{2+} -форму?
5. Объясните, почему анионит ЭДЭ-10П лучше сорбирует бутанол, а АВ-17 – фенол?
6. Нарисуйте изотерму обмена $\text{Na}^+ - \text{Ca}^{2+}$ для смолы КБ-4?
7. Почему смола КУ-2 в Li^+ -форме сорбирует меньше фенола, чем в Na^+ -форме?
8. Рассчитайте, во сколько раз изменится концентрация доннановски сорбированного электролита, если концентрация внешнего раствора увеличится в 5 раз.
9. Какая стадия будет лимитировать ионный обмен в случае ионполимера с высокой степенью сшивки и интенсивным перемешиванием раствора?
10. Какую информацию позволяет получить метод прерывания ионного обмена?

Тест по теме 4 «Электрохимия ионполимеров»

1. У каких ионполимеров выше плотность?
на полистирольной матрице
на перфторированной матрице
2. Как изменяется обменная емкость ионполимера с ростом степени сшивки полимерной матрицы?
увеличивается
уменьшается
не изменяется
3. Ионполимеры являются:
изоляторами
проводниками первого рода
проводниками второго рода
4. Ионполимеры:
растворяются в воде
не растворяются в воде
5. Удельная электропроводность ионполимера по сравнению с раствором электролита:
выше
ниже
выше или ниже в зависимости от концентрации раствора

Контрольные вопросы к лабораторным работам

Лабораторная работа №1-2

1. Что такое обменная емкость ионполимеров?
2. Какие методы определения обменной емкости вы знаете?
3. От каких факторов зависит обменная емкость ионполимеров?
4. Какие методы используются для определения плотности ионполимеров?
5. Как влияет природа полимерной матрицы на плотность ионитов?

Лабораторная работа №3-6

1. Какие гидратные характеристики ионполимеров вы знаете?
2. Какие факторы влияют на влагосодержание ионполимеров?
3. Какая стадия может лимитировать процесс ионного обмена?
4. Какие экспериментальные методы выявления лимитирующей стадии вам известны?
5. Какую информацию позволяет получить метод прерывания ионного обмена?

Лабораторная работа №7-10

1. Какие процессы переноса в ионполимерах вы знаете? Приведите примеры.
2. В каких единицах измеряется плотность потока вещества?
3. Какая взаимосвязь между диффузией и электропроводностью в ионполимерах?
4. Какие представления о структуре ионполимеров лежат в основе двухфазной модели проводимости?
5. Какие явления переноса в ионполимерах можно описать с помощью фрикционной модели?

Лабораторная работа №11-12

1. Перечислите области применения ионполимеров.
2. В каких процессах используются ионполимеры на перфторированной матрице?
3. Чем электродиализ отличается от мембранного электролиза?
4. Какие ионполимеры используются в процессах водоподготовки?
5. Как регенерировать ионполимеры?

Зачетно-экзаменационные материалы для промежуточной аттестации (экзамен/зачет)

1. Список вопросов для подготовки к зачету

1. Реакции полимеризации и поликонденсации в синтезе ионполимеров.
2. Получение гомогенных и гетерогенных ионполимеров.
3. Ситовый эффект и эффект высаливания. Силы взаимодействия.
4. Учет неоднородности ионитов при сорбции сильных электролитов.
5. Ионообменное равновесие. Изотерма обмена, коэффициенты разделения, распределения и равновесия.
6. Механизм ионного обмена. Лимитирующая стадия.
7. Экспериментальные методы изучения кинетики ионного обмена.
8. Электрохимия ионполимеров. Классификация мембранных процессов.
9. Поток вещества.
10. Области применения ионполимеров.

2. Список вопросов для подготовки к экзамену

1. Классификация полимеров.
2. Методы исследования структуры.
3. Равновесие в гетерогенной системе. Набухание ионитов.
4. Модельные представления ионообменного равновесия.
5. Термодинамика набухания.
6. Равновесие ионполимер - раствор неэлектролита. Изотерма адсорбции.
7. Ситовый эффект и эффект высаливания. Силы взаимодействия.
8. Равновесие ионит-раствор сильного электролита. Уравнение Доннана.
9. Уравнение Никольского. Явления зарядовой селективности.
10. Основные закономерности протекания ионного обмена.
11. Механизм ионного обмена. Лимитирующая стадия.
12. Основные теории кинетики ионного обмена. Изотопный обмен.

13. Классификация мембранных процессов.
14. Перенос в ионных проводниках.
15. Условие электронейтральности. Уравнение материального баланса.
16. Движение ионов в электрическом и концентрационном поле.

3. Пример билета к экзамену

ФГБОУ ВО «Кубанский государственный университет»
Кафедра физической химии
Направление подготовки 04.03.01 - Химия
20__ - 20__ уч. год
Дисциплина «Физическая химия ионполимеров»

ЭКЗАМЕНАЦИОННЫЙ БИЛЕТ № 1.

1. Механизм и лимитирующая стадия ионного обмена.
2. Ситовый эффект и эффект высаливания.
3. Термическая стойкость ионполимеров.

Зав. кафедрой физической химии _____

И.В. Фалина

Критерии оценивания результатов обучения

Критерии оценивания по зачету:

- **оценка «зачтено»:** студент владеет теоретическими знаниями по данному разделу, знает классификацию ионполимеров, методы исследования их физико-химических свойств, основные области их применения, допускает незначительные ошибки; студент умеет правильно объяснять экспериментальные данные с применением теоретических представлений.

- **оценка «не зачтено»:** материал не усвоен или усвоен частично, студент не знает способы получения и области применения ионполимеров, затрудняется в описании их физико-химических свойств, затрудняется перечислить методы исследования структуры ионполимеров.

Оценка	Критерии оценивания по экзамену
Высокий уровень «5» (отлично)	оценку «отлично» заслуживает студент, освоивший знания, умения, компетенции и теоретический материал без пробелов; выполнивший все задания, предусмотренные учебным планом на высоком качественном уровне; практические навыки профессионального применения освоенных знаний сформированы. Студент свободно владеет теоретическим материалом, знает физико-химические свойства ионполимеров и методы их определения.
Средний уровень «4» (хорошо)	оценку «хорошо» заслуживает студент, практически полностью освоивший знания, умения, компетенции и теоретический материал, учебные задания не оценены максимальным числом баллов, в основном сформировал практические навыки. Студент хорошо владеет теоретическим материалом, знает физико-химические свойства ионполимеров и имеет представление о методах их определения, способен справиться с ответом при незначительной помощи со стороны преподавателя.
Пороговый уровень «3» (удовлетворительно)	оценку «удовлетворительно» заслуживает студент, частично с пробелами освоивший знания, умения, компетенции и теоретический материал, многие учебные задания либо не выполнил, либо они оценены числом баллов близким к

	минимальному, некоторые практические навыки не сформированы. Студент знает классификацию ионполимеров, однако плохо разбирается в специфических методах их изучения, с трудом справляется с ответами на вопросы при существенной помощи со стороны преподавателя.
Минимальный уровень «2» (неудовлетворительно)	оценку «неудовлетворительно» заслуживает студент, не освоивший знания, умения, компетенции и теоретический материал, учебные задания не выполнил, практические навыки не сформированы. Студент не способен дать правильный ответ даже с помощью преподавателя и плохо владеет теоретическим материалом (наблюдаются существенные ошибки при обсуждении базовых понятий).

Оценочные средства для инвалидов и лиц с ограниченными возможностями здоровья выбираются с учетом их индивидуальных психофизических особенностей.

– при необходимости инвалидам и лицам с ограниченными возможностями здоровья предоставляется дополнительное время для подготовки ответа на экзамене;

– при проведении процедуры оценивания результатов обучения инвалидов и лиц с ограниченными возможностями здоровья предусматривается использование технических средств, необходимых им в связи с их индивидуальными особенностями;

– при необходимости для обучающихся с ограниченными возможностями здоровья и инвалидов процедура оценивания результатов обучения по дисциплине может проводиться в несколько этапов.

Процедура оценивания результатов обучения инвалидов и лиц с ограниченными возможностями здоровья по дисциплине (модулю) предусматривает предоставление информации в формах, адаптированных к ограничениям их здоровья и восприятия информации:

Для лиц с нарушениями зрения:

- в печатной форме увеличенным шрифтом,
- в форме электронного документа.

Для лиц с нарушениями слуха:

- в печатной форме,
- в форме электронного документа.

Для лиц с нарушениями опорно-двигательного аппарата:

- в печатной форме,
- в форме электронного документа.

Данный перечень может быть конкретизирован в зависимости от контингента обучающихся.

5. Перечень учебной литературы, информационных ресурсов и технологий

5.1. Учебная литература

1. Мембранная электрохимия: учебное пособие для обучающихся по основным образовательным программам высшего образования уровня бакалавриат и магистратура по направлениям подготовки 04.03.01 и 04.04.01 / [Н. А. Кононенко, О. А. Демина, Н. В. Лоза и др.] М-во образования и науки Рос. Федерации, Кубанский гос. ун-т. - [2-е изд., испр. и доп.]. - Краснодар: [Кубанский государственный университет], 2017. - 290 с.
2. Кононенко, Н.А., Фоменко, М.А., Березина, Н.П., Вольфович, Ю.М. Пористая структура мембранных материалов. Учеб. пособие. Краснодар: КубГУ, 2013. 121 с.
3. Гнусин Н.П., Кононенко Н.А. Электромассоперенос в ионных проводниках: Учебное пособие. Краснодар: Куб.ГУ, 2014. 87с

4. Мембраны и мембранные технологии / Отв. ред. А.Б. Ярославцев. М.: Научный мир, 2013. – 611 с.

5.2. Периодическая литература

1. Успехи химии - российский научный журнал, публикующий обзорные статьи по актуальным проблемам химии и смежных наук.

2. Мембраны и мембранные технологии - российский научный журнал, публикующий статьи по основным проблемам получения и исследования мембран и развития важнейших направлений мембранных технологий, в том числе и водоподготовки.

3. Журнал физической химии – один из крупнейших российских научных журналов, отражающих основные направления развития химии, публикующий работы, посвящённые актуальным общим вопросам химии и проблемам, возникающим на стыке различных разделов химии.

5.3. Интернет-ресурсы, в том числе современные профессиональные базы данных и информационные справочные системы

Электронно-библиотечные системы (ЭБС):

1. ЭБС «ЮРАЙТ» <https://urait.ru/>
2. ЭБС «УНИВЕРСИТЕТСКАЯ БИБЛИОТЕКА ОНЛАЙН» www.biblioclub.ru
3. ЭБС «BOOK.ru» <https://www.book.ru>
4. ЭБС «ZNANIUM.COM» www.znanium.com
5. ЭБС «ЛАНЬ» <https://e.lanbook.com>

Профессиональные базы данных:

1. Научная электронная библиотека (НЭБ) <http://www.elibrary.ru/>
2. Полнотекстовые архивы ведущих западных научных журналов на Российской платформе научных журналов НЭИКОН <http://archive.neicon.ru>
3. Национальная электронная библиотека (доступ к Электронной библиотеке диссертаций Российской государственной библиотеки (РГБ) <https://rusneb.ru/>

Ресурсы свободного доступа:

1. Полные тексты канадских диссертаций <http://www.nlc-bnc.ca/thesescanada/>
2. КиберЛенинка (<http://cyberleninka.ru/>);
3. Информационная система "Единое окно доступа к образовательным ресурсам" <http://window.edu.ru/>

Собственные электронные образовательные и информационные ресурсы

КубГУ:

1. Среда модульного динамического обучения <http://moodle.kubsu.ru>
2. База учебных планов, учебно-методических комплексов, публикаций и конференций <http://mschool.kubsu.ru/>
3. Библиотека информационных ресурсов кафедры информационных образовательных технологий <http://mschool.kubsu.ru;>
4. Электронный архив документов КубГУ <http://docspace.kubsu.ru/>

6. Методические указания для обучающихся по освоению дисциплины (модуля)

Успешное изучение дисциплины «Физическая химия ионполимеров». требует от студентов регулярного посещения лекций, выполнения тестовых проверочных работ, выполнения и защиты лабораторных работ, ознакомления с основной и дополнительной рекомендуемой литературой.

При подготовке к лекционному занятию студентам рекомендуется:

- 1) просмотреть записи предыдущей лекции и восстановить в памяти ранее изученный материал;
- 2) бегло просмотреть материал предстоящей лекции, с целью лучшего усвоения нового материала;

3) самостоятельно проработать отдельные фрагменты темы прошлой лекции, если это необходимо.

При конспектировании лекционного материала студентам нужно стремиться кратко, схематично, последовательно и логично фиксировать основные положения, выводы, обобщения и формулировки, не пытаясь записать весь преподаваемый материал дословно.

При подготовке к лабораторному занятию рекомендуется:

1) внимательно изучить материал предстоящей работы и составить план ее выполнения;

2) уделить повышенное внимание экспериментальным особенностям предстоящей работы (используемым реактивам и оборудованию, а также технике работы с ними);

Выполнять лабораторную работу необходимо аккуратно и последовательно, отражая все ее основные этапы в лабораторном журнале. Для успешной защиты лабораторной работы необходимо тщательно изучить лекционный и, если это необходимо, дополнительный теоретический материал по теме работы, а также правильно заполнить лабораторный журнал, сделав все необходимые расчеты и сформулировав выводы по проделанной работе.

Выполнение лабораторных работ

Лабораторные работы выполняются обучающимися в малых группах (обычно 2-3 человека). В начале курса проводится инструктаж по технике безопасности работы в химической лаборатории и составляется график выполнения лабораторных работ. Выполнение лабораторной работы включает в себя следующие этапы:

1) подготовительный этап (самостоятельная работа студентов);

2) получение допуска к выполнению экспериментальной части лабораторной работы (контактная работа с преподавателем каждой малой группы);

3) выполнение экспериментальной части лабораторной работы под контролем преподавателя;

4) анализ полученных результатов, формулировка вывода и подготовка к защите лабораторной работы (может выполняться как самостоятельная работа студента дома, или под контролем преподавателя в течение времени, выделенного на лабораторные работы или в ходе иной контактной работы с преподавателем);

5) защита лабораторной работы (контактная работа с преподавателем).

После выполнения всех этих этапов лабораторная работа считается выполненной.

Подготовительный этап

Перед занятием обучающимся необходимо подготовиться к выполнению лабораторной работы. Теоретическая подготовка необходима для проведения эксперимента и должна проводиться обучающимися в порядке самостоятельной работы. Ее следует начинать внимательным разбором руководства к лабораторной работе. Теоретическая подготовка завершается предварительным составлением отчета в лабораторном журнале со следующим порядком записей:

Название работы.

Цель работы.

Оборудование.

Ход работы, который в том числе включает рисунки, схемы, таблицы, основные формулы для определения величин, а также расчетные формулы для определения погрешностей измеряемых величин.

Получение допуска к выполнению экспериментальной части лабораторной работы

Приступая к лабораторным работам, необходимо получить у лаборанта приборы, требуемые для выполнения работы. Разобраться в назначении материалов, химической посуды, приборов и принадлежностей в соответствии с их техническими данными. Получить допуск к выполнению лабораторной работы у преподавателя. Допуск студенты

получают в результате устного опроса преподавателем о порядке выполнения эксперимента, предусмотренного данной лабораторной работой.

Выполнение экспериментальной части лабораторной работы под контролем преподавателя

Затем обучающиеся выполняют экспериментальный этап лабораторной работы, в ходе которого записываются все измеренные величины с обязательным указанием их размерности в лабораторный журнал. **Не допускается использование черновиков для записи экспериментальных данных, запись карандашом и иные способы, дающие возможность корректировки полученных результатов.** В случае, если в методических указаниях к лабораторной работе предложены таблицы или шаблон для записи экспериментальных данных, то заполняются эти таблицы или шаблон. В ином случае запись экспериментальных данных делается студентом в произвольной форме.

По окончании выполнения эксперимента студенты должны привести свое рабочее место в порядок и вымыть используемую химическую посуду. После этого рабочее место сдается преподавателю или лаборанту и в лабораторный журнал студента ставится отметка о выполнении экспериментальной части лабораторной работы с обязательным указанием даты ее выполнения.

Анализ полученных результатов и формулировка выводов

Может выполняться как самостоятельная работа студента дома, или под контролем преподавателя в течение времени, выделенного на лабораторные работы или в ходе иной контактной работы с преподавателем. Студенты должны выполнить все необходимые расчеты согласно методическим указаниям к выполнению лабораторных работ. В лабораторном журнале приводятся все необходимые расчеты с указанием размерностей полученных величин, а также все графики и рисунки в соответствии с требованиями лабораторного практикума.

В случае, если в ходе лабораторной работы имеет место протекание химических реакций, все они должны быть записаны в лабораторном журнале в молекулярном, полном ионном и сокращенном ионном виде.

Далее на основании полученных результатов студенты должны сформулировать и записать вывод, который должен быть согласован с заявленными целями и/или задачами лабораторной работы. Вывод должен содержать необходимую количественную информацию.

При подготовке к защите лабораторной работы необходимо ответить на предложенные контрольные вопросы, которые имеются после каждой лабораторной работы. Особое внимание в ходе теоретической подготовки должно быть обращено на понимание физической сущности изучаемых процессов. Для самоконтроля в каждой работе приведены контрольные вопросы, на которые обучающийся обязан дать четкие, правильные ответы.

Защита лабораторной работы

Защита лабораторных работ происходит в виде собеседования с преподавателем по лабораторной работе с обязательной проверкой преподавателем лабораторного журнала студента. Для успешной защиты лабораторной работы студент должен предоставить лабораторный журнал, оформленный в соответствии с установленными требованиями, включая наличие отметки о выполнении экспериментальной части работы. В ходе устной беседы с преподавателем студент должен продемонстрировать знание целей и задач выполненной работы, законов, которые лежат в основе наблюдаемых в ходе работы явлений, продемонстрировать умение анализировать полученную информацию и делать на ее основе выводы. В этом случае в лабораторном журнале на соответствующей работе ставится пометка «зачтено», роспись преподавателя, принявшего работу, и дата защиты работы. После этого лабораторная работа считается выполненной. Допускается защита лабораторных работ индивидуально или в составе малых групп обучающихся, совместно выполнявших данную работу.

Самостоятельная работа наряду с аудиторной представляет одну из важнейших форм учебного процесса. Самостоятельная работа — это планируемая работа студентов, выполняемая по заданию и при методическом руководстве преподавателя, но без его непосредственного участия. Самостоятельная работа предназначена не только для овладения представленной дисциплиной, но и для формирования навыков работы вообще, в учебной, научной, профессиональной деятельности, способности принимать на себя ответственность, самостоятельно решать возникающие проблемы, находить правильные решения и т.д.

В освоении дисциплины инвалидами и лицами с ограниченными возможностями здоровья большое значение имеет индивидуальная учебная работа (консультации) – дополнительное разъяснение учебного материала. Индивидуальные консультации по предмету являются важным фактором, способствующим индивидуализации обучения и установлению воспитательного контакта между преподавателем и обучающимся инвалидом или лицом с ограниченными возможностями здоровья.

7. Материально-техническое обеспечение по дисциплине (модулю)

Наименование специальных помещений	Оснащенность специальных помещений	Перечень лицензионного программного обеспечения
Учебные аудитории для проведения занятий лекционного типа	Мебель: учебная мебель Технические средства обучения: экран, проектор, компьютер	Microsoft Windows; Microsoft Office
Учебные аудитории для проведения групповых и индивидуальных консультаций, текущего контроля и промежуточной аттестации	Мебель: учебная мебель Технические средства обучения: экран, проектор, компьютер	Microsoft Windows; Microsoft Office
Учебные аудитории для проведения лабораторных работ (ауд. 345С и 139С)	Мебель: учебная мебель Технические средства обучения: переносное мультимедийное оборудование (ноутбук, проектор) Оборудование: специализированная лабораторная мебель (столы, стулья, шкафы для реактивов и оборудования, вытяжные шкафы), средства пожарной безопасности и оказания первой медицинской помощи, химическая посуда и оборудование, сушильный шкаф, электроплитки – 2 шт., весы лабораторные – 1 шт, весы аналитические – 2 шт, термостат воздушный – 1 шт, иономер-рН-метр – 3 шт, мешалки магнитные – 3 шт., измеритель иммитанса Е7-21 – 4 шт, источник тока импульсный Б5-50 – 3 шт, кондуктометр – 1 шт, мультиметры универсальные настольные – 5 шт, шейкер лабораторный – 2 шт; ПК-3 шт., химические реактивы.	Microsoft Windows; Microsoft Office

Для самостоятельной работы обучающихся предусмотрены помещения, укомплектованные специализированной мебелью, оснащенные компьютерной техникой с возможностью подключения к сети «Интернет» и обеспечением доступа в электронную информационно-образовательную среду университета.

Наименование помещений для самостоятельной работы обучающихся	Оснащенность помещений для самостоятельной работы обучающихся	Перечень лицензионного программного обеспечения
Помещение для самостоятельной работы обучающихся (читальный зал Научной библиотеки)	Мебель: учебная мебель Комплект специализированной мебели: компьютерные столы Оборудование: компьютерная техника с подключением к информационно-коммуникационной сети «Интернет» и доступом в электронную информационно-образовательную среду образовательной организации, веб-камеры, коммуникационное оборудование, обеспечивающее доступ к сети интернет (проводное соединение и беспроводное соединение по технологии Wi-Fi)	Microsoft Windows; Microsoft Office
Помещение для самостоятельной работы обучающихся (400с, 401с, 431с, 329с)	Мебель: учебная мебель Комплект специализированной мебели: компьютерные столы Оборудование: компьютерная техника с подключением к информационно-коммуникационной сети «Интернет» и доступом в электронную информационно-образовательную среду образовательной организации, веб-камеры, коммуникационное оборудование, обеспечивающее доступ к сети интернет (проводное соединение и беспроводное соединение по технологии Wi-Fi)	Microsoft Windows; Microsoft Office