

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

Хагуров Т.А.

подпись

"29" мая 2020 г.

**РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ (МОДУЛЯ)**

**Б1.В.03 МЕМБРАНЫ И МЕМБРАННЫЕ ЯВЛЕНИЯ**

Направление подготовки	<u>04.03.01 Химия</u>
Направленность (профиль)	<u>физическая химия</u>
Форма обучения	<u>очная</u>
Квалификация выпускника	<u>бакалавр</u>

Краснодар 2020

Рабочая программа дисциплины «Мембраны и мембранные явления» разработана в соответствии с Федеральным государственным образовательным стандартом высшего образования по направлению подготовки 04.03.01 Химия (уровень бакалавриата) и учебным планом основной образовательной программы по направлению подготовки 04.03.01 Химия, профиль Физическая химия.

**Рабочую программу составили:**

С.А. Шкирская, доцент кафедры  
физической химии, канд. хим. наук



Рабочая программа дисциплины утверждена на заседании кафедры физической химии протокол № 10 от «15» мая 2020 г.

Заведующий кафедрой физической химии  
д-р хим. наук, профессор Заболоцкий В.И.



Утверждена на заседании учебно-методической комиссии факультета химии и высоких технологий протокол № 5 от «25» мая 2020 г.

Председатель УМК факультета Беспалов А.В.



**Эксперты:**

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

Цюпко Т.Г. д-р хим. наук, проф., профессор кафедры аналитической химии ФГБОУ ВО «Кубанский государственный университет»

## 1 Цели и задачи изучения дисциплины

### 1.1 Цель дисциплины

Формирование знаний о синтетических мембранах и протекающих в них явлениях, а также умений и навыков их эффективного использования в различных технологических процессах.

#### Задачи дисциплины:

- сформировать знания о способах получения и физико-химических свойствах синтетических мембран;
- сформировать знания о мембранных и протекающих в них явлениях, лежащих в основе различных методов химической технологии;
- сформировать у студентов навыки самостоятельной аналитической и научно-исследовательской работы.

### 1.3 Место дисциплины в структуре образовательной программы

Дисциплина «Мембраны и мембранные явления» относится к части, формируемой участниками образовательных отношений Блока 1 "Дисциплины (модули)" рабочего учебного плана программы бакалавриата профиль «Физическая химия» по направлению подготовки 04.03.01 Химия. В рамках данной дисциплины у студентов формируют знания, умения и навыки, которые будут закреплены в ходе прохождения производственной практики, что обеспечит формирование компетенций, необходимых для успешной научно-исследовательской деятельности выпускников.

### 1.4 Требования к результатам освоения содержания дисциплины

Изучение данной учебной дисциплины направлено на формирование у обучающихся профессиональной компетенции: способен прогнозировать свойства веществ и материалов в зависимости от химического строения и определять области их возможного применения (ПК-4).

№ п.п.	Индекс компетенции	Содержание компетенции (или её части)	В результате изучения учебной дисциплины обучающиеся должны		
			знает	умеет	владеет
1.	ПК-4	способен прогнозировать свойства веществ и материалов в зависимости от химического строения и определять области их возможного применения	структуру и свойства ионообменных мембран, области их возможного применения	прогнозировать свойства мембранных материалов в зависимости от химического строения и определять области их возможного применения	критериями оценки пригодности применения мембранного материала в конкретном процессе

## 2. Структура и содержание дисциплины

### 2.1 Распределение трудоёмкости дисциплины по видам работ

Общая трудоёмкость дисциплины составляет 4 зач. ед. (144 часа), их распределение по видам работ представлено в таблице.

Вид учебной работы		Всего часов	Семестры (часы)
			3
<b>Контактная работа, в том числе:</b>		<b>72,3</b>	<b>72,3</b>
<b>Аудиторные занятия (всего):</b>		<b>68</b>	<b>68</b>
Занятия лекционного типа		34	34
Лабораторные занятия		34	34
Занятия семинарского типа (семинары, практические занятия)		-	-
<b>Иная контактная работа:</b>			
Контроль самостоятельной работы (КСР)		4	4
Промежуточная аттестация (ИКР)		0,3	0,3
<b>Самостоятельная работа, в том числе:</b>		<b>44,7</b>	<b>44,7</b>
Подготовка к текущему контролю		24,7	24,7
Подготовка к практическим занятиям		20	20
<b>Контроль:</b>		<b>27</b>	<b>27</b>
<b>Общая трудоемкость</b>			
	<b>час.</b>	<b>144</b>	<b>144</b>
	<b>в том числе контактная работа</b>	<b>72,3</b>	<b>72,3</b>
	<b>зач. ед</b>	<b>4</b>	<b>4</b>

## 2.2 Структура дисциплины

№	Наименование разделов	Количество часов				
		Всего	Аудиторная работа			Внеаудиторная работа
			Л	ПЗ	ЛР	
1	2	3	4	5	6	7
1.	Мембранное материаловедение	26	8		8	10
2.	Поток вещества. Многообразие явлений переноса в мембранных материалах.	26	8		8	10
3.	Движение ионов и воды в электрическом поле	22	6		8	8
4.	Диффузия в ионных проводниках	20	6		6	8
5.	Основные направления использования мембранных технологий.	18,7	6		4	8,7
<i>Итого по разделам дисциплины:</i>						
	Контроль самостоятельной работы (КСР)	4				
	Промежуточная аттестация (ИКР)	0,3				
	Контроль	27				
	Общая трудоемкость по дисциплине	144	34		34	44,7

## 2.3 Содержание разделов (тем) дисциплины:

### 2.3.1 Занятия лекционного типа

№	Наименование раздела (темы)	Содержание раздела	Форма текущего контроля
1	2	3	4
1.	Мембранное материаловедение	Классификация полимеров. Синтез полимеров. Классификация мембран. Получение гомогенных, гетерогенных и трековых мембран. Физико-химические свойства синтетических мембран. Методы исследования структурных характеристик.	Тест
2.	Поток вещества. Многообразие явлений переноса в мембранных материалах.	Классификация материалов по типу проводимости. Основные понятия. Поток вещества. Условие электронейтральности. Уравнение материального баланса. Внешние силы в ионных проводниках. Фрикционная модель взаимодействия потоков. Развитие сил трения и их количественная оценка. Законы Ома и Фарадея применительно к ионным проводникам. Термодинамика неравновесных процессов для описания явлений переноса в ионных проводниках.	Тест
3.	Движение ионов и воды в электрическом поле	Удельная и эквивалентная электропроводность, числа переноса ионов. Электроосмотический перенос воды.	Тест
4.	Диффузия в ионных проводниках	Законы Фика. Самодиффузия ионов. Уравнение Нернста-Эйнштейна. Электрическая сила диффузии. Диффузионный потенциал.	Устный опрос
5	Основные направления использования мембранных технологий.	Электродиализное концентрирование, обессоливание и разделение. Обратный электродиализ. Электролиз. Топливные элементы. Сенсорные устройства. Мембраны для баромембранных методов очистки и разделения веществ	Тест

### 2.3.2 Занятия семинарского типа

Занятия семинарского типа не предусмотрены учебным планом.

### 2.3.3 Лабораторные занятия

№	Наименование лабораторных работ	Форма текущего контроля
1	2	3
1.	Определение удельной электропроводности ионообменных мембран контактным и разностным методом	Защита лабораторной работы

2.	Определение величины диффузионного потока электролита через ионообменную мембрану	Защита лабораторной работы
3.	Измерение электроосмотической проницаемости ионообменных мембран	Защита лабораторной работы
4.	Определение электромиграционных чисел переноса ионов в мембране	Защита лабораторной работы
5.	Измерение вольтамперных характеристик электромембранной системы	Защита лабораторной работы
6.	Определение радиуса пор в трековой мембране	Защита лабораторной работы

### 2.3.4 Примерная тематика курсовых работ (проектов)

Курсовые работы (проекты) учебным планом не предусмотрены

### 2.4 Перечень учебно-методического обеспечения для самостоятельной работы обучающихся по дисциплине (модулю)

№	Вид СРС	Перечень учебно-методического обеспечения дисциплины по выполнению самостоятельной работы
1	2	3
1.	Подготовка отчета по лабораторной работе	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.
2.	Подготовка к устному опросу	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. 2. Мембранная электрохимия / Н. А. Кононенко, О. А. Демина, Н. В. Лоза, И.В. Фалина, С.А. Шкирская. Краснодар: Кубанский гос. ун-т, 2017. - 290 с. 3. Дамаскин Б.Б., Петрий О.А., Цирлина Г.А. Электрохимия: учебное пособие для студентов, обучающихся по направлению подготовки «Химия». Спб.: Лань. 2015. 2 шт. (0.04). <a href="https://e.lanbook.com/book/58166#authors">https://e.lanbook.com/book/58166#authors</a>
3.	Подготовка к самостоятельной работе	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. 2. Мембранная электрохимия / Н. А. Кононенко, О. А. Демина, Н. В. Лоза, И.В. Фалина, С.А. Шкирская. Краснодар: Кубанский гос. ун-т, 2017. - 290 с.
4.	Подготовка к зачету	1. Методические рекомендации к организации аудиторной и внеаудиторной (самостоятельной) работы студентов: методические указания / сост. Т.П. Стороженко, Т.Б. Починок,

	<p>А.В. Беспалов, Н.В. Лоза. – Краснодар: Кубанский гос. ун-т, 2018. 89 с.</p> <p>2. Мембранная электрохимия / Н. А. Кононенко, О. А. Демина, Н. В. Лоза, И.В. Фалина, С.А. Шкирская. Краснодар: Кубанский гос. ун-т, 2017. - 290 с.</p> <p>3. Мембраны и мембранные технологии / отв. ред. А. Б. Ярославцев. - Москва : Научный мир, 2013. - 611 с. : ил. <a href="http://biblioclub.ru/index.php?page=book_red&amp;id=468334&amp;sr=1">http://biblioclub.ru/index.php?page=book_red&amp;id=468334&amp;sr=1</a></p>
--	--

Учебно-методические материалы для самостоятельной работы обучающихся из числа инвалидов и лиц с ограниченными возможностями здоровья 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,

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.

### **3. Образовательные технологии**

Для формирования компетенций в процессе освоения курса используется технология профессионально-развивающего обучения, предусматривающая не только передачу теоретического материала, но и стимулирование познавательных действий студентов.

Создание в учебной деятельности проблемных ситуаций и организация активной самостоятельной деятельности обучающихся по их разрешению приводит к творческому овладению знаниями, умениями, навыками, развитию мыслительных способностей. Работа с электронными базами данных, подготовка рефератов и защита в форме доклада на семинаре, включающая ответы на вопросы и/или дискуссию, индивидуальных заданий, дискуссии по обсуждаемым вопросам.

Мультимедийные презентации по теме занятия. Доклады студентов с мультимедийной презентацией по рефератам. Дискуссии по теме занятия. Устный опрос.

Для лиц с ограниченными возможностями здоровья предусмотрена организация консультаций с использованием электронной почты.

### **4. Оценочные и методические материалы**

#### **4.1 Оценочные средства для текущего контроля успеваемости и промежуточной аттестации**

*Текущий контроль знаний* осуществляется на лекционных занятиях в виде устного опроса, обсуждения дискуссионных вопросов, в том числе по докладам, рефератам и индивидуальным заданиям студентов. Письменный контроль осуществляется в виде проверки самостоятельных работ студентов. Одной из форм контроля формирования необходимых компетенций является устная защита лабораторных работ.

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.

#### Структура оценочных средств для текущей и промежуточной аттестации

№ п/п	Контролируемые разделы (темы) дисциплины*	Код контролируемой компетенции (или ее части)	Наименование оценочного средства	
			Текущий контроль	Промежуточная аттестация
1	Мембранное материаловедение	ПК-4	Тест. Защита лабораторной работы	<i>Вопросы для подготовки к зачету № 1-4</i>
2	Поток вещества. Многообразие явлений переноса в мембранных материалах.	ПК-4	Тест. Защита лабораторной работы	<i>Вопросы для подготовки к зачету № 5-12</i>
3	Движение ионов и воды в электрическом поле	ПК-4	Тест. Защита лабораторной работы	<i>Вопросы для подготовки к зачету № 13-18</i>
4	Диффузия в ионных проводниках	ПК-4	Устный опрос. Защита лабораторной работы	<i>Вопросы для подготовки к зачету № 19-24</i>
5	Основные направления использования мембранных технологий.	ПК-4	Тест. Защита лабораторной работы	<i>Вопросы для подготовки к зачету № 25-28</i>

#### Показатели, критерии и шкала оценки сформированных компетенций

Код и наименование компетенций	Соответствие уровней освоения компетенции планируемым результатам обучения и критериям их оценивания		
	пороговый	базовый	продвинутый
	Оценка		
	Удовлетворительно	Хорошо / зачтено	Отлично / зачтено



	/ зачтено		
ПК-4	<i>Знает</i> свойства мембранных материалов и области их возможного применения, но допускает некоторые неточности;	<i>Знает</i> свойства мембранных материалов и области их возможного применения;	<i>Знает</i> свойства мембранных материалов и области их возможного применения;
	<i>Умеет</i> прогнозировать свойства мембранных материалов в зависимости от химического строения и определять области их возможного применения по указанным методикам;	<i>Умеет</i> прогнозировать свойства мембранных материалов в зависимости от химического строения и определять области их возможного применения;	<i>Умеет</i> прогнозировать свойства мембранных материалов в зависимости от химического строения и определять области их возможного применения;
	<i>Владеет</i> основными навыками определения свойств мембранных материалов и определять области их возможного применения, но только с указаниями преподавателя	<i>Владеет</i> основными навыками определения свойств мембранных материалов и определять области их возможного применения	<i>Владеет</i> навыками определения свойств мембранных материалов и определять области их возможного применения

**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 к тесту по теме «Мембранное материаловедение»**

***Перечень компетенций, проверяемых оценочным средством:***

ПК-4 - способен прогнозировать свойства веществ и материалов в зависимости от химического строения и определять области их возможного применения

1. У каких мембран плотность выше?

на полистирольной матрице

на перфторированной матрице

2. Физико-химические свойства обратноосмотических и ультрафильтрационных мембран являются:

симметричными

асимметричными

3. При увеличении влагосодержания ионообменной мембраны ее электропроводность в 0,5 М растворе NaCl:

увеличивается

уменьшается  
не изменяется

4. Как изменяется обменная емкость с ростом степени сшивки полимерной матрицы?

увеличивается  
уменьшается  
не изменяется

5. Как определить степень набухания мембраны?

6. Дайте определение обменной емкости ионообменных мембран и назовите единицы ее измерения.

**Вопросы к тесту по теме «Поток вещества. Многообразие явлений переноса в мембранных материалах»**

**Перечень компетенций, проверяемых оценочным средством:**

ПК-4 - способен прогнозировать свойства веществ и материалов в зависимости от химического строения и определять области их возможного применения

**1. Процесс переноса вещества из области с высокой концентрацией в область с низкой концентрацией**

1. Диффузия
2. Осмос
3. Диализ

**2. Удаление из коллоидных систем и растворов высокомолекулярных соединений примесей низкомолекулярных веществ с помощью полупроницаемых мембран**

1. Диффузия
2. Осмос
3. Диализ

**3. Как изменяется удельная электропроводность раствора с увеличением его концентрации?**

1. увеличивается
2. уменьшается
3. не изменяется

**4. Единицы измерения эквивалентной электропроводности:**

1. См/м
2. См·м<sup>2</sup>/моль
3. Ом/м

**5. К каким методам относится ионообменное умягчение воды:**

1. термическим
2. химическим
3. электрохимическим

**6. Как будет изменяться рН природной воды при пропускании через колонку с катионитом в Н<sup>+</sup>-форме?**

1. увеличивается
2. уменьшается
3. не изменяется

**7. Ионполимеры являются:**

- изоляторами
- проводниками первого рода

- проводниками второго рода

### 8. Ионполимеры:

- растворяются в воде
- не растворяются в воде

### 9. Какие функциональные группы содержатся в мембране МК-40:

- сульфогруппы
- аминокгруппы
- карбоксильные группы
- фосфорнокислотные группы

### 10. Набухание мембраны МФ-4СК при переходе от $Li^+$ -формы к $Cs^+$ -форме:

- увеличивается
- уменьшается
- не изменяется

### Тест по теме «Движение ионов и воды в электрическом поле»

#### Перечень компетенций, проверяемых оценочным средством:

ПК-4 - способен прогнозировать свойства веществ и материалов в зависимости от химического строения и определять области их возможного применения

1. Как изменяется удельная электропроводность раствора с увеличением его концентрации?  
увеличивается            уменьшается            не изменяется

2. Единицы измерения чисел переноса воды:  
моль  $H_2O$ /мл            Ом/моль  $H_2O$             моль  $H_2O$ /F

3. Какое уравнение связывает коэффициент диффузии и электрическую подвижность ионов?  
Фика            Нернста-Планка            Нернста-Энштейна

4. В каких случаях можно применять первый закон Фика?

5. Как будет изменяться плотность тока в системе при уменьшении градиента электрического потенциала?  
увеличивается            уменьшается            не изменяется

6. Размерность коэффициента диффузии:  
моль/ $m^2$             моль/ $m^3$              $m^2/c$             ?

7. Чему равно число переноса катионов в сульфокатионите КУ-2?  
0            0,5            1,0

### Вопросы к устному опросу по теме «Диффузия в ионных проводниках»

#### Перечень компетенций, проверяемых оценочным средством:

ПК-4 - способен прогнозировать свойства веществ и материалов в зависимости от химического строения и определять области их возможного применения

1. Что такое диффузия, самодиффузия, взаимодиффузия?
2. Почему коэффициент диффузии противоиона в растворе выше, чем в мембране?
3. Почему коэффициент диффузии ионов в концентрированных растворах, определенный экспериментально, отличается от теоретически рассчитанного?

4. Какая взаимосвязь между диффузионными и проводящими свойствами ионообменных мембран?
5. Для каких ионообменных мембран соотношение Нернста–Эйнштейна не выполняется?
6. В какой мембране коэффициент диффузии противоиона выше: гомогенной или гетерогенной? Почему?

**Тест по теме «Основные направления использования мембранных технологий»**

**Перечень компетенций, проверяемых оценочным средством:**

ПК-4 - способен прогнозировать свойства веществ и материалов в зависимости от химического строения и определять области их возможного применения

**Какие мембраны используют для удаления из воды солей жесткости**

1. микрофльтрационные
2. ультрафльтрационные
3. нанофльтрационные
4. обратноосмотические

**Какие мембраны используют для получения сверхчистой обессоленной воды для применения в медицинских целях**

1. микрофльтрационные
2. ультрафльтрационные
3. нанофльтрационные
4. обратноосмотические

**Какие мембраны используют для задержания бактерий**

1. микрофльтрационные
2. ультрафльтрационные
3. нанофльтрационные
4. обратноосмотические

**Использование каких мембран требует самого высокого рабочего давления**

1. микрофльтрационные
2. ультрафльтрационные
3. нанофльтрационные
4. обратноосмотические

**Какие мембраны применяются в электродиализном аппарате?**

1. только катионообменные
2. только анионообменные
3. катионо- и анионообменные мембраны
4. или анионообменные или катионообменные мембраны

**Какие мембраны применяются при мембранном электролизе**

1. только катионообменные
2. только анионообменные
3. катионо- и анионообменные мембраны
4. или анионообменные или катионообменные мембраны

**Тематика лабораторных работ**

**Перечень компетенций, проверяемых оценочным средством:**

ПК-4 - способен прогнозировать свойства веществ и материалов в зависимости от химического строения и определять области их возможного применения

1. Определение удельной электропроводности ионообменных мембран контактным и разностным методом
2. Определение величины диффузионного потока электролита через ионообменную мембрану
3. Измерение электроосмотической проницаемости ионообменных мембран
4. Определение электромиграционных чисел переноса ионов в мембране
5. Измерение вольтамперных характеристик электромембранной системы
6. Определение радиуса пор в трековой мембране

### **Вопросы для подготовки к зачету**

1. Классификация мембран.
2. Получение гомогенных, гетерогенных и трековых мембран.
3. Физико-химические свойства синтетических мембран.
4. Методы исследования структурных характеристик.
5. Классификация материалов по типу проводимости.
6. Основные понятия. Поток вещества. Условие электронейтральности.
7. Уравнение материального баланса.
8. Внешние силы в ионных проводниках.
9. Фрикционная модель взаимодействия потоков.
10. Развитие сил трения и их количественная оценка.
11. Законы Ома и Фарадея применительно к ионным проводникам.
12. Термодинамика неравновесных процессов для описания явлений переноса в ионных проводниках.
13. Как изменяются значения чисел переноса воды с увеличением концентрации раствора электролита?
14. Как изменяются значения чисел переноса воды через мембрану в ряду хлоридов щелочных металлов?
15. Почему при измерении электроосмотической проницаемости объемным методом используются растворы только хлоридов металлов или соляной кислоты?
16. В каких единицах измеряются электроосмотическая проницаемость мембраны и числа переноса воды через мембрану?
17. Почему числа переноса ионов, определенные потенциометрическим и электроаналитическим методом, не являются истинными?
18. Как числа переноса ионов в мембране зависят от концентрации раствора?
19. Что такое диффузия, самодиффузия, взаимодиффузия?
20. Почему коэффициент диффузии противоиона в растворе выше, чем в мембране?
21. Почему коэффициент диффузии ионов в концентрированных растворах, определенный экспериментально, отличается от теоретически рассчитанного?
22. Какая взаимосвязь между диффузионными и проводящими свойствами ионообменных мембран?
23. Для каких ионообменных мембран соотношение Нернста–Эйнштейна не выполняется?

24. В какой мембране коэффициент диффузии противоиона выше: гомогенной или гетерогенной? Почему?
25. Баромембранные методы очистки и разделения веществ.
26. Назовите основные электромембранные процессы и мембраны, которые в них используются.
27. Принцип действия электродиализного концентрирования
28. Особенности мембранного электролиза

#### **4.2 Методические материалы, определяющие процедуры оценивания знаний, умений, навыков и (или) опыта деятельности, характеризующих этапы формирования компетенций.**

##### **Критерии оценивания устного ответа:**

1. Знание фактического материала, усвоение общих представлений, понятий по изучаемой теме, а также по изучаемой дисциплине;
2. Умение грамотно, чётко и логично ответить на вопрос;
3. Логичность и последовательность изложения материала, достоверность примеров, способность к обобщению.

Каждый пункт оценивается в баллах от 0 до 3, таким образом, максимальная сумма баллов, которую может набрать студент, составляет 9 баллов. Затем баллы конвертируются в оценку по пятибалльной шкале:

Оценка	2	3	4	5
Кол-во баллов	4 и менее	5-6	7-8	9

##### **Защита лабораторной работы**

Защита лабораторных работ происходит в виде собеседования с преподавателем с обязательной проверкой преподавателем лабораторного журнала студента. Для успешной защиты лабораторной работы студент должен предоставить лабораторный журнал, оформленный в соответствии с установленными требованиями: отметка о выполнении экспериментальной части работы; необходимые расчеты согласно методическим указаниям к выполнению лабораторных работ с указанием размерностей полученных величин; графики и рисунки в соответствии с требованиями лабораторного практикума; вывод, который должен быть согласован с заявленными целями и/или задачами лабораторной работы. 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. 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. Беседа включает опрос по контрольным вопросам к лабораторной работе. 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.

##### **Методические рекомендации к сдаче зачета**

Студенты обязаны сдать зачет в соответствии с расписанием и учебным планом. Зачет является формой контроля усвоения студентом учебной программы по дисциплине или

ее части, выполнения практических, контрольных, реферативных работ.

Результат сдачи зачета по прослушанному курсу должны оцениваться как итог деятельности студента в семестре, а именно - по посещаемости лекций, результатам работы на практических занятиях, выполнения самостоятельной работы. При этом допускается на очной форме обучения пропуск не более 20% занятий, с обязательной отработкой пропущенных семинаров. Студенты у которых количество пропусков превышает установленную норму, не выполнившие все виды работ и неудовлетворительно работавшие в течение семестра, проходят собеседование с преподавателем, который опрашивает студента на предмет выявления знания основных положений дисциплины.

#### **Критерии оценки:**

- **оценка «зачтено»:** студент владеет теоретическими знаниями по данному разделу, знает основные понятия и определения по предмету, правильно отвечает на вопросы, допускает незначительные ошибки; студент умеет правильно объяснять материал, иллюстрируя его примерами.

- **оценка «не зачтено»:** материал не усвоен или усвоен частично, студент затрудняется привести примеры, довольно ограниченный объем знаний программного материала.

### **5. Перечень основной и дополнительной учебной литературы, необходимой для освоения дисциплины (модуля)**

#### **5.1 Основная литература:**

1. Мембранная электрохимия / Н. А. Кононенко, О. А. Демина, Н. В. Лоза, И.В. Фалина, С.А. Шкирская. Краснодар: Кубанский гос. ун-т, 2017. - 290 с.
2. Современные химические источники тока [Электронный ресурс] : учеб. пособие / О. А. Козадеров, А. В. Введенский. - 2-е изд., стер. - Санкт-Петербург : Лань, 2017. - 132 с. - <https://e.lanbook.com/book/90858>.
3. Дамаскин Б.Б., Петрий О.А., Цирлина Г.А. Электрохимия: учебное пособие для студентов, обучающихся по направлению подготовки «Химия». Спб.: Лань. 2015. 2 шт. (0.04). <https://e.lanbook.com/book/58166#authors>

#### **5.2 Дополнительная литература:**

1. Мембраны и мембранные технологии / отв. ред. А. Б. Ярославцев. - Москва : Научный мир, 2013. - 611 с. : ил. [http://biblioclub.ru/index.php?page=book\\_red&id=468334&sr=1](http://biblioclub.ru/index.php?page=book_red&id=468334&sr=1)

#### **5.3. Периодические издания:**

Журнал «Электрохимия»

Журнал «Мембраны и мембранные технологии»

Для освоения дисциплины инвалидами и лицами с ограниченными возможностями здоровья имеются издания в электронном виде в электронно-библиотечных системах «Лань» и «Юрайт».

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

Успешное освоение дисциплины предполагает активное, творческое участие студента путем планомерной, повседневной работы.

#### **Общие рекомендации**

Изучение дисциплины следует начинать с проработки рабочей программы, особое внимание, уделяя целям и задачам, структуре и содержанию курса.

#### **Работа с конспектом лекций**

Просмотрите конспект сразу после занятий, отметьте материал конспекта лекций, который вызывает затруднения для понимания. Попробуйте найти ответы на затруднительные вопросы, используя рекомендуемую литературу. Если самостоятельно не удалось разобраться в материале, сформулируйте вопросы и обратитесь за помощью к преподавателю на консультации или ближайшей лекции.

Регулярно отводите время для повторения пройденного материала, проверяя свои знания, умения и навыки по контрольным вопросам.

### **Выполнение лабораторных работ**

На занятии получите у преподавателя график выполнения лабораторных работ. Получите все необходимое методическое обеспечение. Перед посещением лаборатории изучите теорию вопроса, предполагаемого к исследованию, ознакомьтесь с руководством по соответствующей работе и подготовьте протокол проведения работы, в который занесите:

- название работы;
- заготовки таблиц для заполнения экспериментальными данными наблюдений;
- уравнения химических реакций превращений, которые будут осуществлены при выполнении эксперимента;
- расчетные формулы.

Оформление отчетов должно проводиться после окончания работы в лаборатории. Для подготовки к защите отчета следует проанализировать экспериментальные результаты, сопоставить их с известными теоретическими положениями, справочными или литературными данными, обобщить результаты исследований в виде выводов по работе, подготовить ответы на вопросы, приводимые в методических указаниях к выполнению лабораторных работ.

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. Перечень информационных технологий, используемых при осуществлении образовательного процесса по дисциплине**

### **7.1 Перечень информационно-телекоммуникационных технологий**

Проверка домашних заданий и консультирование посредством электронной почты;

### **7.2 Перечень лицензионного и свободно распространяемого программного обеспечения**

Microsoft Windows 8, 10.

Пакет Microsoft Office Professional Plus (программа для демонстрации и создания презентаций «Microsoft Power Point»; электронные таблицы «Microsoft Excel».).

Программное обеспечение для слабовидящих.

### **7.3 Перечень современных профессиональных баз данных и информационных справочных систем**

1. Электронная библиотечная система издательства "Лань"
2. Научная электронная библиотека (НЭБ)
3. Электронная библиотечная система ВООК.ru
4. <http://elibrary.ru/> Научная электронная библиотека



5. [www.scopus.com](http://www.scopus.com) - Scopus (SciVerse Scopus) мультидисциплинарная библиографическая и реферативная база данных, созданная издательской корпорацией Elsevier.
6. <http://cyberleninka.ru/about> – Научная библиотека открытого доступа «КиберЛенинка»
7. <http://www.sciencedirect.com> – полнотекстовая научная база данных международного издательства Elsevier.
8. <http://apps.webofknowledge.com/> - мультидисциплинарная реферативно-библиографическая база данных Института научной информации США (Institute for Scientific Information, ISI), представленная на платформе Web of Knowledge компании Thompson Reuters.
9. <http://минобрнауки.рф> – Министерство образования и науки Российской Федерации

### 8. Материально-техническое обеспечение по дисциплине (модулю)

Для проведения лекционных занятий используется мультимедийный проектор и ноутбук. Лабораторные занятия проводятся в химической лаборатории, снабженной как общелабораторным (химическая посуда, реактивы), так и специализированным оборудованием, необходимым для проведения отдельной лабораторной работы.

№	Вид работ	Материально-техническое обеспечение дисциплины (модуля) и оснащенность
1.	Лекционные занятия	Учебная аудитория для проведения занятий лекционного типа – ауд. 332, 328 корп. С (улица Ставропольская, 149). Лекционная аудитория, оснащенная презентационной техникой (проектор, экран, компьютер/ноутбук) и соответствующим программным обеспечением (ПО)
2.	Лабораторные занятия	Лаборатория, укомплектованная специализированной мебелью, лабораторной посудой и оборудованием ауд. 345, корп. С (улица Ставропольская, 149): потенциостат AUTOLAB PGSTAT302 – 1 шт, генератор водорода лабораторный – 1 шт, весы лабораторные – 1 шт, весы аналитические – 2 шт, термостат воздушный – 1 шт, иономер-рН-метр – 3 шт, измеритель иммитанса E7-21 – 4 шт, источник тока импульсный Б5-50 – 2 шт, кондуктометр – 1 шт, измеритель импеданса Tesla BM 507 – 1 шт, мультиметры универсальные настольные – 3 шт, шейкер лабораторный – 2шт; ПК-3 шт.
3.	Самостоятельная работа	Кабинет для самостоятельной работы, оснащенный компьютерной техникой с возможностью подключения к сети «Интернет», программой экранного увеличения и обеспеченный доступом в электронную информационно-образовательную среду университета - ауд. 329, корп. С (улица Ставропольская, 149)