

МИНОБРНАУКИ РОССИИ
федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение
высшего образования
«Нижегородский государственный технический университет
им. Р.Е. Алексеева» (НГТУ)

**Передовая инженерная школа атомного машиностроения
и систем высокой плотности энергии (ПИШ)**

УТВЕРЖДАЮ:

Директор ПИШ:

_____ А.В. Тумасов

“20” марта 2025 г.

РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ

Б1.В.ОД.5 «Научные основы процессов массопереноса и разделения»
для подготовки магистров

Направление подготовки: 18.04.01 Химическая технология

Направленность: Техника и технологии водородной энергетики

Форма обучения: очная

Год начала подготовки: 2025

Выпускающая кафедра: ТЭПиХОВ

Кафедра-разработчик: ТЭПиХОВ

Объем дисциплины: 216/6 часов/з.е

Промежуточная аттестация: экзамен (3 семестр)

Разработчик: Козырин В.А., к.т.н., доцент, Субботин А.Ю., к.х.н.

Нижний Новгород 2025 год

Рабочая программа дисциплины разработана в соответствии с Федеральным государственным образовательным стандартом высшего образования (ФГОС ВО 3++) по направлению подготовки 18.04.01 Химическая технология, утвержденного приказом МИНОБРНАУКИ РОССИИ от 07 августа 2020 г. № 910 на основании учебного плана принятого УМС НГТУ, протокол от 19.12.2024 № 7

Рабочая программа одобрена на заседании кафедры «Технология электрохимических производств и химии органических веществ»

Протокол заседания от «03» марта 2025 г. №6

Зав. кафедрой к.т.н., доцент, Ивашкин Е.Г. _____

Рабочая программа рекомендована к утверждению ученым советом института физико-химических технологий и материаловедения

Протокол заседания от «20» марта 2025 г. №6

Рабочая программа зарегистрирована в УМУ, регистрационный № 18.04.01-в-16

Начальник МО _____ Е.Г.Севрюкова

Заведующая отделом комплектования НТБ

Н.И. Кабанина

(подпись)

Оглавление

ОГЛАВЛЕНИЕ.....	3
1. ЦЕЛИ И ЗАДАЧИ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ.....	4
1.1. ЦЕЛЬ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ.....	4
1.2. ЗАДАЧИ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ (МОДУЛЯ)	4
2. МЕСТО ДИСЦИПЛИНЫ В СТРУКТУРЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЙ ПРОГРАММЫ	4
3. КОМПЕТЕНЦИИ ОБУЧАЮЩЕГОСЯ, ФОРМИРУЕМЫЕ В РЕЗУЛЬТАТЕ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ	5
4. СТРУКТУРА И СОДЕРЖАНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ	9
4.1. РАСПРЕДЕЛЕНИЕ ТРУДОЁМКОСТИ ДИСЦИПЛИНЫ ПО ВИДАМ РАБОТ ПО СЕМЕСТРАМ	9
4.2. СОДЕРЖАНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ, СТРУКТУРИРОВАННОЕ ПО ТЕМАМ	10
5. ТЕКУЩИЙ КОНТРОЛЬ УСПЕВАЕМОСТИ И ПРОМЕЖУТОЧНАЯ АТТЕСТАЦИЯ ПО ИТОГАМ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ	17
6. УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ	21
6.1. УЧЕБНАЯ ЛИТЕРАТУРА, ПЕЧАТНЫЕ ИЗДАНИЯ БИБЛИОТЕЧНОГО ФОНДА	21
6.2. СПРАВОЧНО-БИБЛИОГРАФИЧЕСКАЯ ЛИТЕРАТУРА	22
6.3. МЕТОДИЧЕСКИЕ УКАЗАНИЯ, РЕКОМЕНДАЦИИ И ДРУГИЕ МАТЕРИАЛЫ К ЗАНЯТИЯМ	22
7. ИНФОРМАЦИОННОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ	24
7.1. ПЕРЕЧЕНЬ РЕСУРСОВ ИНФОРМАЦИОННО-ТЕЛЕКОММУНИКАЦИОННОЙ СЕТИ «ИНТЕРНЕТ», НЕОБХОДИМЫХ ДЛЯ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ (МОДУЛЯ)	24
7.2. ПЕРЕЧЕНЬ ПРОГРАММНОГО ОБЕСПЕЧЕНИЯ ИНФОРМАЦИОННЫХ СПРАВОЧНЫХ СИСТЕМ	25
8. ОБРАЗОВАТЕЛЬНЫЕ РЕСУРСЫ ДЛЯ ИНВАЛИДОВ И ЛИЦ С ОВЗ	25
9. МАТЕРИАЛЬНО-ТЕХНИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ, НЕОБХОДИМОЕ ДЛЯ ОСУЩЕСТВЛЕНИЯ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОГО ПРОЦЕССА ПО ДИСЦИПЛИНЕ	26
10. МЕТОДИЧЕСКИЕ РЕКОМЕНДАЦИИ ОБУЧАЮЩИМСЯ ПО ОСВОЕНИЮ ДИСЦИПЛИНЫ ..	26
10.1. ОБЩИЕ МЕТОДИЧЕСКИЕ РЕКОМЕНДАЦИИ ДЛЯ ОБУЧАЮЩИХСЯ ПО ОСВОЕНИЮ ДИСЦИПЛИНЫ, ОБРАЗОВАТЕЛЬНЫЕ ТЕХНОЛОГИИ.....	26
10.2. МЕТОДИЧЕСКИЕ УКАЗАНИЯ ДЛЯ ЗАНЯТИЙ ЛЕКЦИОННОГО ТИПА	26
10.3. МЕТОДИЧЕСКИЕ УКАЗАНИЯ ПО ОСВОЕНИЮ ДИСЦИПЛИНЫ НА ЛАБОРАТОРНЫХ РАБОТАХ	27
10.4. МЕТОДИЧЕСКИЕ УКАЗАНИЯ ПО ОСВОЕНИЮ ДИСЦИПЛИНЫ НА ПРАКТИЧЕСКИХ ЗАНЯТИЯХ	27
10.5. МЕТОДИЧЕСКИЕ УКАЗАНИЯ ПО САМОСТОЯТЕЛЬНОЙ РАБОТЕ ОБУЧАЮЩИХСЯ	27
11. ОЦЕНОЧНЫЕ СРЕДСТВА ДЛЯ КОНТРОЛЯ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ	28
11.1. ТИПОВЫЕ ВОПРОСЫ ДЛЯ ЛАБОРАТОРНЫХ РАБОТ	29
11.2. ТИПОВЫЕ ВОПРОСЫ ДЛЯ ПРОМЕЖУТОЧНОЙ АТТЕСТАЦИИ В ФОРМЕ ЭКЗАМЕНА	29
11.3. ТИПОВЫЕ ЗАДАНИЯ ДЛЯ ТЕКУЩЕГО КОНТРОЛЯ	30

1. ЦЕЛИ И ЗАДАЧИ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ

Целью освоения дисциплины являются: подготовка к решению профессиональной задачи по формированию знаний о современных основах и закономерностях массопереноса и выявления компонентов, находящихся в растворах в различной степени дисперсности, что необходимо для эффективного освоения магистерской программы по направлению 18.04.01 «Химическая технология», направленность: «Техника и технологии водородной энергетики».

1.2. Задачи освоения дисциплины (модуля):

- получить знания об экологических и технико-экономических проблемах развития энергетической базы общества;
- ознакомление с формами существования примесей воды;
- ознакомление с сущность химических, электрохимических, физических методов разделения и принципы их выбора;
- ознакомление с теоретическими основами кинетики процессов разделения;
- ознакомление с процессами массопереноса примесей воды, находящихся в различной степени дисперсности;
- ознакомление с возможностями приложения специальных знаний дисциплины в областях общей химической технологии, электрохимической технологии, экологии;
- ознакомление с основными принципами конструирования аппаратов для разделения и концентрирования веществ;
- приобретение знания основ, необходимых для выполнения курсовых работ и ВКР магистра, а также в практической деятельности магистров по созданию энергоэффективных технологий использования различных видов энергии.

2. МЕСТО ДИСЦИПЛИНЫ В СТРУКТУРЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЙ ПРОГРАММЫ

Дисциплина «Научные основы процессов массопереноса и разделения» Б1.В.ОД.5, относится к дисциплинам базовой части обязательная вариативной части, формируемой участниками образовательных отношений Блока 1 «Дисциплины (модули)» рабочего учебного плана ООП по направлению 18.04.01 «Химическая технология», направленность «Техника и технологии водородной энергетики» и осваивается в 3 семестре.

Для успешного освоения дисциплины студенту необходимы знания курсов физики, математики; общей, физической, аналитической и органической химии, теоретической электрохимии, коррозии и защите металлов.

Дисциплина «Научные основы процессов массопереноса и разделения» является основой для последующего изучения дисциплин «Основы промышленной экологии и безопасность водородных установок», «Основы водородных технологий», «Технологические основы и технологии очистки газов для водородной энергетики». Приобретенные в рамках дисциплины «Научные основы процессов массопереноса и разделения» умения применяются для изучения предметов по направлению подготовки: «Преддипломная практика», «Производственная практика», «Научно-исследовательская работа», подготовка к процедуре защиты и защита выпускной квалификационной работы в 4 учебном семестре.

3. КОМПЕТЕНЦИИ ОБУЧАЮЩЕГОСЯ, ФОРМИРУЕМЫЕ В РЕЗУЛЬТАТЕ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ

3.1. Процесс изучения дисциплины (модуля) направлен на формирование элементов следующих профессиональных компетенций в соответствии с ОПОП ВО по специальности 18.04.01 «Химическая технология»:

ПК-1. Способен к поиску самостоятельных тем исследования, обработке и анализу, и систематизации научно-технической информации в области водородной энергетики

ПК-2. Готов к внедрению научно-исследовательских и опытно-конструкторских работ, новой техники и передовой технологии в области водородной энергетики

Формирование указанных компетенций размещено в таблице 3.1.

Таблица 3.1 – Формирование компетенций дисциплинам

Наименование дисциплин, формирующих компетенцию совместно	Семестры формирования дисциплины			
	1	2	3	4
ПК-1				
Научно-исследовательская работа (Б2.П.1) ИПК-1.1, ИПК-1.2				
Научно-исследовательская работа (Б2.П.3) ИПК-1.1, ИПК-1.2				
Ознакомительная практика (Б2.У.1) ИПК-1.1				
«Научные основы процессов массопереноса и разделения» (Б1.В.ОД.5) ИПК-1.1, ИПК-1.2, ИПК-1.1				
ПК-2				
«Получение водорода методом электролиза» (Б1.В.ОД.1.1) ИПК-2.1, ИПК-2.2				
Научно-исследовательская работа (Б2.П.1) ИПК-2.1				
«Термодинамика и кинетика химических процессов» (Б1.В.ДВ.1) ИПК-2.2				
Научные основы процессов массопереноса и разделения» (Б1.В.ОД.5) ИПК-2.1,				
«Биологические методы получения водорода» (Б1.В.ОД.1.3) ИПК-2.1, ИПК-2.2				
«Использование водорода в химической технологии» (Б1.В.ОД.2.2) ИПК-2.1				
«Технологические основы и технология очистки газов для водородной энергетики» (Б1.В.ОД.4) ИПК-2.1				
«Основы промышленной экологии и безопасность водородных установок» (Б1.В.ДВ.2.1) ИПК-4.3				
Технологическая практика (Б2.П.2) ИПК-2.1				
Преддипломная практика (Б2.П.4) ИПК-2.2				
Подготовка к процедуре защиты и защита выпускной квалификационной работы				

3.2. Дисциплины, участвующие в формировании компетенций ПК

Код и формулировка компетенций	Наименование дисциплин и практик. Коды индикаторов			
	1 курс		2 курс	
	1 семестр	2 семестр	3 семестр	4 семестр
ПК-1. Способен к поиску самостоятельных тем исследования, обработке и анализу, и систематизации научно-технической информации в области водородной энергетики	Научно-исследовательская работа (Б2.П.1) ИПК-1.1, ИПК-1.2	Научно-исследовательская работа (Б2.П.1) ИПК-1.1, ИПК-1.2	Научно-исследовательская работа (Б2.П.1) ИПК-1.1, ИПК-1.2	
		Ознакомительная практика (Б2.У.1) ИПК-1.1	«Научные основы процессов массо-переноса и разделения» (Б1.В.ОД.5) ИПК-1.1, ИПК-1.2, ИПК-1.1	
			«Биологические методы получения водорода» (Б1.В.ОД.1.3) ИПК-4.1, ИПК-4.2	
ПК-2. Готов к внедрению научно-исследовательских и опытно-конструкторских работ, новой техники и передовой технологии в области водородной энергетики	«Получение водорода методом электролиза» (Б1.В.ОД.1.1) ИПК-2.1, ИПК-2.2		«Использование водорода в химической технологии» (Б1.В.ОД.2.2) ИПК-4.1	
	Научно-исследовательская работа (Б2.П.1) ИПК-2.1	Научно-исследовательская работа (Б2.П.1) ИПК-2.1	Научно-исследовательская работа (Б2.П.1) ИПК-2.1	
		«Термодинамика и кинетика химических процессов» (Б1.В.ДВ.1) ИПК-2.2		
			Научные основы процессов массо-переноса и разделения» (Б1.В.ОД.5) ИПК-2.1	
			«Биологические методы получения водорода» (Б1.В.ОД.1.3) ИПК-2.1, ИПК-2.2	
			«Использование водорода в химической технологии» (Б1.В.ОД.2.2) ИПК-2.1	
			«Технологические основы и технология очистки газов для водородной энергетики» (Б1.В.ОД.4) ИПК-2.1	Технологическая практика (Б2.П.2) ИПК-2.1
		Технологическая практика (Б2.П.2) ИПК-2.1		Научно-исследовательская работа Б2.П.3 ИПК-2.1
				Преддипломная практика (Б2.П.4) ИПК-2.2

Таблица 3.2 Перечень планируемых результатов обучения по дисциплине, соотнесенных с планируемыми результатами освоения

Код и наименование компетенции	Код и наименование индикатора достижения компетенции	Планируемые результаты обучения по дисциплине	Оценочные средства			
			Текущего контроля	Промежуточной аттестации		
Тип профессиональной деятельности – научно-исследовательский						
Трудовая функция: (ПС 40.11) С/01.6 Осуществление научного руководства проведением исследований по отдельным задачам						
ПК-1. Способен к поиску самостоятельных тем исследования, обработке и анализу, и систематизации научно-технической информации в области водородной энергетики	ИПК-1.1. Формирует цели и планирует этапы проведения самостоятельных исследований и разработок в области водородной энергетики	<p>Знать: методику систематизации и обработки информации; методы и средства планирования и организации исследований и разработок.</p>	<p>Уметь: правильно формулировать задачу при постановке исследования и находить оптимальные пути решения; проводить технико-экономическое обоснование выбора технологии фракционирования углеводородов и их производных; оформлять результаты научно-исследовательских работ.</p>	<p>Владеть: навыками постановки и исполнения задачи исследования с целью достижения оптимальных показателей производства и обеспечения экономической безопасности технологического процесса.</p>	Защита рефератов	Вопросы для устного собеседования: билеты экзамена
	<p>ИПК-1.2. Анализирует, систематизирует и обобщает научные данные, результаты экспериментов и наблюдений области водородной энергетики</p> <p>ИПК-1.3. Обоснованно выбирает из многообразия актуальных способов решения оптимальные и планирует этапы внедрения результатов</p>	<p>Знать: методы анализа научных данных; методы и средства планирования и организации исследований и разработок.</p>	<p>Уметь: применять актуальную нормативную документацию в соответствующей области знаний; решать задачи аналитического характера, предполагающие многообразие актуальных способов решения; анализировать справочные и научные данные,</p>	<p>Владеть: навыками самостоятельного решения конкретных задач на основе фундаментальных решений.</p>	Отчеты по лабораторным работам	Вопросы для устного собеседования: билеты

	исследования области водородной энергетики		результаты экспериментов и наблюдений; оформлять результаты научно-исследовательских работ.			
--	--	--	---	--	--	--

Трудовая функция: (ПС 19.002) D/03.7 Организация работ по повышению эффективности производства ВСГ

ПК-2. Готов к внедрению научно-исследовательских и опытно-конструкторских работ, новой техники и передовой технологии в области водородной энергетики	ИПК-2.1. Разрабатывает проекты внедрения результатов научно-исследовательских и опытно-конструкторских работ, новой техники и передовых технологий области водородной энергетики	Знать: основные научные и практические достижения в области теории процессов массо-переноса и разделения с целью прогнозирования тенденций их развития и внедрения в практику.	Уметь: анализировать технические данные, связанные с процессами массо-переноса в нефтепереработке и нефтехимии; применять методы исследования многокомпонентных углеводородных систем для разработки способов их фракционирования и модификации.	Владеть: методами определения оптимальных технологических режимов нефтехимических процессов.	Защита рефератов	Вопросы для устного собеседования: билеты
---	--	---	---	---	------------------	---

4. СТРУКТУРА И СОДЕРЖАНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

4.1. Распределение трудоёмкости дисциплины по видам работ по семестрам

Общая трудоёмкость дисциплины составляет 6 зач. ед. 216 часов, распределение часов по видам работ и семестрам представлено в таблице 3.

Таблица 3 – Распределение трудоёмкости дисциплины по видам работ по семестрам

Вид учебной работы	Трудоёмкость в час	
	Всего час.	В т.ч. по семестрам
		3 сем
Формат изучения дисциплины		
Общая трудоёмкость дисциплины по учебному плану	216	216
1. Контактная работа:	91	91
1.1. Аудиторная работа, в том числе:	85	85
занятия лекционного типа (Л)	34	34
занятия семинарского типа (ПЗ-семинары, практ. занятия и др.)	17	17
лабораторные работы (ЛР)	34	34
1.2. Внеаудиторная, в том числе	6	6
курсовая работа (проект) (КР/КП) (консультация, защита)		
текущий контроль, консультации по дисциплине	-	-
контактная работа на промежуточном контроле (КСР)	6	6
2. Самостоятельная работа (СРС)	71	71
реферат/эссе (подготовка)	17	17
расчётно-графическая работа (РГР) (подготовка)		
контрольная работа		
курсовая работа/проект (КР/КП) (подготовка)		
самостоятельное изучение разделов, самоподготовка (проработка и повторение лекционного материала и материала учебников и учебных пособий, подготовка к лабораторным и практическим занятиям, коллоквиум и т.д.)	51	51
Подготовка к экзамену с оценкой (контроль)	54	54

4.2. Содержание дисциплины, структурированное по темам

Таблица 4.1 – Содержание дисциплины, структурированное по темам

Планируемые (контролируемые) результаты освоения: код УК; ОПК; ПК и индикаторы достижения компетенций	Наименование разделов, тем	Виды учебной работы (час)				Вид СРС	Наименование используемых активных и интерактивных образовательных технологий	Наименование разработанного Электронного курса (трудоемкость в часах)			
		Контактная работа			Самостоятельная работа студентов (час)						
		Лекции	Лабораторные работы	Практические занятия							
3 семестр											
ПК-1. ИПК-1.1, ИПК-1.2, ИПК-1.3, ПК-2, ИПК-2,1	Раздел 1. Введение. Предмет и содержание курса.										
	Тема 1.1. Чистые вещества, примеси.	0,5			0,5	Подготовка к лекциям [6.1.1], [6.1.2], [6.1.4]					
	Тема 1.2. Растворы, смеси. Виды растворов, растворимость. Растворимость жидкостей, газов, твердых веществ друг в друге. Методы очистки газообразных веществ. Методы очистки твердых веществ.	1,5			1,5	Подготовка к лекциям [6.1.1], [6.1.2], [6.1.4]					
	Самостоятельная работа по освоению 1 раздела:				2,0						
	реферат, эссе (тема)										
	расчёто-графическая работа (РГР)										
	контрольная работа										
	Итого по 1 разделу	2,0			2,0						
Раздел 2 Жидкие растворы.											
	Тема 2.1. Несмешивающиеся жидкости. Экстракция. Коэффициент распределения, степень	2,0			2,0	Подготовка к лекциям [6.1.1], [6.1.2], [6.1.4]					

Планируемые (контролируемые) результаты освоения: код УК; ОПК; ПК и индикаторы достижения компетенций	Наименование разделов, тем	Виды учебной работы (час)				Вид СРС	Наименование используемых активных и интерактивных образовательных технологий	Наименование разработанного Электронного курса (трудоемкость в часах)
		Лекции	Лабораторные работы	Практические занятия	Самостоятельная работа студентов (час)			
ПК-1. ИПК-1.1, ИПК-1.2, ИПК-1.3, ПК-2 , ИПК-2.1	извлечения, коэффициент разделения. Экстракт, рафинат. Требования к экстрагентам.							
	Тема 2.2. Давление насыщенного пара жидкого раствора. Первый закон Рауля. Идеальные растворы. Отклонения от идеальности растворов. Второй закон Рауля.	2,0			2,0	Подготовка к лекциям [6.1.1], [6.1.2], [6.1.4]		Конспект лекций
	Лабораторная работа №1 Разработка метода анализа бинарной смеси жидких органических веществ.		5,0		3,5	Подготовка к лабораторным работам [6.3.4], [6.1.2], [6.1.4]		
	Тема 2.3. Перегонка жидкых растворов первого типа. Диаграммы состояния систем первого типа давление-состав и температура-состав. Области жидкости, пара и гетерогенности на диаграммах. Использование диаграмм для определения параметров перегонки. Перегонка с однократным испарением, перегонка с непрерывным испарением, перегонка с многократным испарением.	3,0			1,0	Подготовка к лекциям [6.3.4], [6.1.2], [6.1.4]		Конспект лекций
	Лабораторная работа №2 Теоретическое построение диаграммы жидкой бинарной системы первого типа температура-состав.		5,0		3,5	Подготовка к лабораторным работам [6.3.4], [6.1.2], [6.1.4]		
	Тема 2.4. Перегонка жидких растворов второго типа. Законы Коновалова. Азеотропные системы. Диаграммы давление-состав и температура-состав систем втор-	2,0		2,0	2,0	Подготовка к лекциям [6.1.9], [6.1.10], [6.1.11], [6.1.12]	В ходе объяснения и закрепления нового материала кадры должны быть разнообразными, чтобы охватить все моменты познания: ал-	

Планируемые (контролируемые) результаты освоения: код УК; ОПК; ПК и индикаторы достижения компетенций	Наименование разделов, тем	Виды учебной работы (час)					Вид СРС	Наименование используемых активных и интерактивных образовательных технологий	Наименование разработанного Электронного курса (трудоемкость в часах)			
		Контактная работа			Самостоятельная работа студентов (час)							
		Лекции	Лабораторные работы	Практические занятия								
ПК-1. ИПК-1.1, ИПК-1.2, ИПК-1.3, ПК-2, ИПК-2,1	рого типа. Правила Бревского.						горитм поиска решения поставленной проблемы, оценивание альтернатив, обнаружение следствий и их значимости в теории.	Диагностический безоценочный контроль, взаимоконтроль;	Конспект лекций			
	Лабораторная работа №3 Экспериментальное определение диаграммы жидкой бинарной системы первого типа температура-состав		6,0		3,5	Подготовка к лабораторным работам [6.3.4], [6.1.2], [6.1.4]						
	Самостоятельная работа по освоению 2 раздела: реферат, эссе (тема)				17,5							
	расчёто-графическая работа (РГР)											
	контрольная работа											
	Итого по 2 разделу	9,0	16,0		17,5							
	Раздел 3 Основы массопереноса.						При изучении нового материала-слайд показ. Совместно с натурным экспериментом создают единую активную познавательную среду, в которой учитель серией умело подобранных вопросов и заданий возбуждает и направляет мысль обучающихся к новым теоретическим выводам.	Презентация	Конспект лекций			
	Тема 3.1 Общая характеристика, классификация. Массообменные устройства.	2,0		2,0	2,0	Подготовка к лекциям [6.1.9], [6.1.10], [6.1.11], [6.1.12]						
	Лабораторная работа №4 Очистка твердого органического соединения перекристаллизацией.		6,0		4,0	Подготовка к лабораторным работам [6.3.4], [6.1.2], [6.1.4]						
	Лабораторная работа №5 Экстракция компонентов из раствора.		6,0		4,0	Подготовка к лабораторным работам [6.3.4], [6.1.2], [6.1.4]						
	Тема 3.2. Процессы массопереноса при дистилляции и ректификации.	4,0		2,0	2,0	Подготовка к лекциям [6.1.9], [6.1.10], [6.1.11], [6.1.12]			Конспект лекций			

Планируемые (контролируемые) результаты освоения: код УК; ОПК; ПК и индикаторы достижения компетенций	Наименование разделов, тем	Виды учебной работы (час)				Вид СРС	Наименование используемых активных и интерактивных образовательных технологий	Наименование разработанного Электронного курса (трудоемкость в часах)		
		Лекции	Лабораторные работы	Практические занятия	Самостоятельная работа студентов (час)					
ПК-1. ИПК-1.1, ИПК-1.2, ИПК-1.3, ПК-2, ИПК-2.1	Лабораторная работа №6 Экстракция компонентов из раствора.		6,0	2,0	4,0	Подготовка к лабораторным работам [6.3.4], [6.1.2], [6.1.4]	Далее в ходе закрепления уточняет, корректирует понимание учащимися нового знания, формирует первоначальные умения. В ходе объяснения и закрепления нового материала кадры должны быть разнообразными, чтобы охватить все моменты познания: алгоритм поиска решения поставленной проблемы, оценивание альтернатив, обнаружение следствий и их значимости в теории.	Конспект лекций Презентация Конспект лекций		
	Практические занятие				16,0					
	Самостоятельная работа по освоению 4 раздела: реферат, эссе (тема)									
	расчёто-графическая работа (РГР)									
	контрольная работа									
	Итого по 4 разделу	6,0	18,0		16,0					
	Раздел 4 Электрохимические свойства воды и водных растворов									
	Тема 1. Классификация примесей воды. Поведение примесей под действием внешнего электрического поля.	0,5	-	-	1,0	Подготовка к лекциям [6.1.1], [6.1.2], [6.1.4]				
	Тема 2. Процессы на границе электрод – раствор. Массоперенос в электролитах.	0,5	-	1,0	2,5	Решение задач				
	Тема 3. Процессы в диафрагмах и мембрanaх. Механизм переноса ионов в ионообмененных мембрanaх.	0,5		1,0	2,5	Решение задач				
	Тема 4. Распределение ионов в диафрагме электролизера. Массовые потоки компонентов электролита между катодным и анодным пространствами хлорного электролизера.	0,5			1,0	Подготовка к лекциям [6.1.1], [6.1.2], [6.1.4]				
	Практические занятие			2,0		Решение задач				

Планируемые (контролируемые) результаты освоения: код УК; ОПК; ПК и индикаторы достижения компетенций	Наименование разделов, тем	Виды учебной работы (час)				Вид СРС	Наименование используемых активных и интерактивных образовательных технологий	Наименование разработанного Электронного курса (трудоемкость в часах)
		Лекции	Лабораторные работы	Практические занятия	Самостоятельная работа студентов (час)			
ПК-1. ИПК-1.1, ИПК-1.2, ИПК-1.3, ПК-2, ИПК-2.1,	Самостоятельная работа по освоению 4 раздела: реферат, эссе (тема)							
	расчёто-графическая работа (РГР)							
	контрольная работа							
	Итого по 4 разделу	2,0		2,0	7,0			
	Раздел 5. Коллоидные системы							
	Тема 1. Свойства и строение коллоидных систем.	1,5	-	-	1,0	Подготовка к лекциям [6.1.9], [6.1.10], [6.1.11], [6.1.12]		Презентация
	Тема 2. Кинетика коагуляции.	1,0	-	-	1,0			Конспект лекций
	Практические занятие					Подготовка и защита рефератов		Конспект лекций
	Самостоятельная работа по освоению 5 раздела: реферат, эссе (тема)							
	расчёто-графическая работа (РГР)							
	контрольная работа							
	Итого по 5 разделу	2,5		-	2,0			
	Раздел 6. Методы превращения веществ							
	Тема 1. Основные пути осуществления электрокоагуляции. Классификация методов коагуляции.	0,5	-	-	1,0	Подготовка к лекциям [6.1.9], [6.1.10], [6.1.11], [6.1.12]		Конспект лекций
	Тема2.Электрокоагуляция. Поляризационная коагуляция. Электрохимическая коагуляция. Электролитическая коагуляция. Гидродинамическая коагуляция.	1,0	-	2,0	4,5	Подготовка к лекциям [6.1.9], [6.1.10], [6.1.11], [6.1.12] Подготовка и защита рефератов		Конспект лекций

Планируемые (контролируемые) результаты освоения: код УК; ОПК; ПК и индикаторы достижения компетенций	Наименование разделов, тем	Виды учебной работы (час)				Вид СРС	Наименование используемых активных и интерактивных образовательных технологий	Наименование разработанного Электронного курса (трудоемкость в часах)
		Контактная работа			Самостоятельная работа студентов (час)			
ПК-1. ИПК-1.1, ИПК-1.2, ИПК-1.3, ПК-2, ИПК-2.1,	Концентрационная коагуляция. Аппаратурное оформление процессов электроагуляции.				Подготовка к лекциям [6.1.9], [6.1.10], [6.1.11], [6.1.12] Подготовка и защита рефератов	Презентация	Конспект лекций	
	Тема 3. Электрокорректирование pH и Eh. Схемы электрокорректоров pH и Eh.	1,0		1,0				4,0
	Тема 4. Электрохимическая деструкция. Выбор типа электродов. Влияние условий электролиза на окисление органических примесей.	1,0		2,0				2,0
	Тема 5. Электрокристаллизация. Подбор оптимальных параметров процесса, выбор конструкции электролизеров	1,5		2,0				4,0
	Практические занятия							
	Самостоятельная работа по освоению 6 раздела: реферат, эссе (тема)							15,5
	расчёто-графическая работа (РГР)							
	контрольная работа							
	Итого по 6 разделу	5,0	-	7,0				15,5
	Раздел 7. Методы разделения веществ							
	Тема 1. Электрофлотация, Особенности электрохимического выделения пузырьков газа и их влияние на процесс электрофло-	1,5	-	2,0	2,0	Подготовка к лекциям Подготовка и защита рефератов [6.3.4], [6.1.2], [6.1.4]	Презентация	Конспект лекций

Планируемые (контролируемые) результаты освоения: код УК; ОПК; ПК и индикаторы достижения компетенций	Наименование разделов, тем	Виды учебной работы (час)					Вид СРС	Наименование используемых активных и интерактивных образовательных технологий	Наименование разработанного Электронного курса (трудоемкость в часах)
		Контактная работа			Самостоятельная работа студентов (час)				
ПК-1. ИПК-1.1, ИПК-1.2, ИПК-1.3, ПК-2, ИПК-2.1,	тации примесей.					Презентация	Конспект лекций		
	Тема 2. Электродиализ. Особенности конструирования электродиализаторов.	2,0	-	2,0	2,0				
	Тема 3. Электрофорез. Общая схема электрофоретического аппарата.	1,0		1,0	2,0				
	Тема 4. Электрофильтрование. Влияние различных факторов на электрофоретическое концентрирование примесей и процесс электрофильтрования.	1,0		1,0	2,0			Подготовка к лекциям Подготовка и защита рефератов [6.3.4], [6.1.2], [6.1.4]	
	Тема 5. Электрофлотация, Особенности электрохимического выделения пузырьков газа и их влияние на процесс электрофлотации примесей.	1,0	-	1,0	1,5			Подготовка к лекциям Подготовка и защита рефератов [6.3.4], [6.1.2], [6.1.4]	
	Тема 6. Комбинированные методы. Электроагуляция. Электрофлотокоагуляция	1,0		1,0	1,5			Подготовка к лекциям Подготовка и защита рефератов [6.3.4], [6.1.2], [6.1.4]	
	Практические занятия							Подготовка и защита рефератов	
	Самостоятельная работа по освоению 7 раздела:				11,0				
	расчёто-графическая работа (РГР)								
	контрольная работа								
	Итого по 7 разделу	7,5		8,0	11,0				
	ИТОГО по дисциплине	34,0	34,0	17,0	71,0				

5. ТЕКУЩИЙ КОНТРОЛЬ УСПЕВАЕМОСТИ И ПРОМЕЖУТОЧНАЯ АТТЕСТАЦИЯ ПО ИТОГАМ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ.

Для осуществления текущего контроля знаний обучающихся сформулированы теоретические вопросы по темам практических работ.

Также сформирован перечень вопросов, выносимых на промежуточную аттестацию в форме экзамена в 3 семестре.

Указанный комплект оценочных средств является неотъемлемой частью фонда оценочных средств и хранится на кафедре «Технология электрохимических производств и химии органических веществ».

Описание показателей и критериев контроля успеваемости, описание шкал оценивания при текущем контроле, оценка выполнения практических работ приведено в таблице 5.

Таблица 5 – Описание показателей и критериев контроля успеваемости, описание шкал оценивания при текущем контроле оценка выполнения лабораторных работ

Шкала оценивания	Экзамен	Практические работы
40<R≤50	Отлично	
30<R≤40	Хорошо	зачет
20<R≤30	Удовлетворительно	
0<R≤20	Неудовлетворительно	незачет

При промежуточном контроле успеваемость студентов оценивается по четырехбалльной системе «отлично», «хорошо», «удовлетворительно», «неудовлетворительно».

Таблица 6 – Критерии оценивания результата обучения по дисциплине и шкала оценивания

Код и наименование компетенции	Код и наименование индикатора достижения компетенции	Критерии оценивания результатов обучения			
		Оценка «неудовлетворительно» / «не зачтено» 0-59% от max рейтинговой оценки контроля	Оценка «удовлетворительно» / «зачтено» 60-74% от max рейтинговой оценки контроля	Оценка «хорошо» / «зачтено» 75-89% от max рейтинговой оценки контроля	Оценка «отлично» / «зачтено» 90-100% от max рейтинговой оценки контроля
ПК-1. Способен к поиску самостоятельных тем исследования, обработке и анализу, и систематизации научно-технической информации в области водородной энергетики	ИПК-1.1. Формирует цели и планирует этапы проведения самостоятельных исследований и разработок в области водородной энергетики	Не знает методику систематизации и обработки информации; методы и средства планирования и организации исследований и разработок в области водородной энергетики. Не умеет правильно формулировать задачу при постановке исследования и находить оптимальные пути решения; проводить технико-экономическое обоснование выбора технологии фракционирования углеводородов и их производных; оформлять результаты научно-исследовательских работ. Не имеет понятия о современном состоянии исследований в указанных областях знаний.	Слабо знает методику систематизации и обработки информации; методы и средства планирования и организации исследований и разработок в области водородной энергетики. Имеет слабые понятия о современном состоянии исследований в указанных областях знаний. Слабо владеет навыками постановки и исполнения задачи исследования с целью достижения оптимальных показателей производства и обеспечения экономической безопасности технологического процесса.	Знает методику систематизации и обработки информации; методы и средства планирования и организации исследований и разработок в области водородной энергетики. Умеет правильно формулировать задачу при постановке исследования и находить оптимальные пути решения; проводить технико-экономическое обоснование выбора технологии фракционирования углеводородов и их производных; оформлять результаты научно-исследовательских работ. Владеет навыками постановки и исполнения задачи исследования с целью достижения оптимальных показателей производства и обеспечения экономической безопасности технологического процесса.	Уверенно знает методику систематизации и обработки информации; методы и средства планирования и организации исследований и разработок в области водородной энергетики. Отлично знаком с современным состоянием исследований в указанных областях знаний. Уверенно без помощи умеет правильно формулировать задачу при постановке исследования и находить оптимальные пути решения; проводить технико-экономическое обоснование выбора технологии фракционирования углеводородов и их производных; оформлять результаты научно-исследовательских работ. Уверенно владеет навыками постановки и исполнения задачи исследования с целью достижения оптимальных показателей производства и обеспечения экономической безопасности технологического процесса.

		<p>собов их фракционирования и модификации.</p> <p>Не владеет методами определения оптимальных технологических режимов нефтехимических процессов</p>	<p>углеводородных систем для разработки способов их фракционирования и модификации.</p> <p>Слабо владеет методами определения оптимальных технологических режимов нефтехимических процессов.</p>	<p>нять методы исследования многокомпонентных углеводородных систем для разработки способов их фракционирования и модификации.</p> <p>Владеет методами определения оптимальных технологических режимов нефтехимических процессов.</p>	<p>многокомпонентных углеводородных систем для разработки способов их фракционирования и модификации.</p> <p>Уверенно владеет методами определения оптимальных технологических режимов нефтехимических процессов.</p>
--	--	--	--	---	---

Таблица 7 – Критерии оценивания

Оценка	Критерии оценивания
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.
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.
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.
Минимальный уровень «2» (неудовлетворительно)	оценку « неудовлетворительно » заслуживает студент, не освоивший знания, умения, компетенции и теоретический материал, учебные задания не выполнил, практические навыки не сформированы.

6.УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

6.1. Учебная литература, печатные издания библиотечного фонда, электронные издания.

Библиотечный фонд укомплектован печатными изданиями из расчета не менее 0,25 экземпляра каждого из изданий, указанных ниже на каждого обучающегося из числа лиц, одновременно осваивающих соответствующую дисциплину (модуль). Издания, находящиеся в электронном доступе (электронный ресурс), удовлетворяют этому требованию автоматически. Электронный доступ приведен в виде ссылок после обычного описания издания.

№ п/п	Автор(ы)	Заглавие	Издательство, год издания	Назначение, вид издания, гриф	Кол-во экз. в библиотеке
6.1.1	Кафаров В.В.	Основы массо-передачи.	М., Высшая школа. 1979, 439 с.	Учебник	2
6.1.2	Аношин И. М.	Теоретические основы массо-обменных процессов пищевых производств.	М., Пищевая промышленность. 1970, 344 с.	Учебное пособие	1
6.1.3.	Касаткин А. Г.	Основные про-	М., Альянс	Учебник	49

		цессы и аппараты химической технологии,	2008, 752 с.		
6.1.4.	Комиссаров, Ю. А. Л. С. Гордеев, Д. П. Вент.	Химическая технология: научные основы процессов ректификации. В 2 ч. Часть 1 :	Москва: Издательство Юрайт, 2024. — 270 с.	учебное пособие для среднего профессионального образования	Образовательная платформа Юрайт [сайт].
6.1.5.	Комиссаров, Ю. А. К. Ш. Дам.	Химическая технология: многокомпонентная ректификация 2-е изд., перераб. и доп.	Москва : Издательство Юрайт, 2025. — 255 с. —	учебник для вузов	Образовательная платформа Юрайт [сайт].
6.1.6.	Дамаскин Б.Б., Петрий О.А., Цирлина Г.А.	Электрохимия	СПб.: Издательство «Лань», 2015. — 672 с	Учебное пособие (Учебник для вузов. Специальная литература).	1
6.1.7.	Лукомский Ю.Я.	Физико-химические основы электрохимии	Долгопрудный: из-д дом «Интеллект», 2008. — 424 с	Учебник, рек-но ин-т физ. химии и электрохимии им. А.Е.Фрумкина, РАН	28
6.1.8.	Коровин Н.В.	Электрохимическая энергетика	М.: «Энергоатомиздат», 1991. — 264 с		1
6.1.9.	Козлов С.И., Фатеев В.Н., Под ред. Велихова Е.П.	Водородная энергетика: Современное состояние, проблемы, перспективы	М.: Газпром ВНИИГАЗ, 2022. — 504 с. — (Золотой фонд нефтегазовой науки)		(Золотой фонд нефтегазовой науки)
6.1.10.	Коровин Н.В.	Топливные элементы и электрохимические энергоустановки	М.: Изд-во МЭИ, 2005. — 278 с		[Электронный ресурс]
6.1.11.	Ротинян А.Л.	Теоретическая электрохимия	М.: Студент, 2013	Учебник	15
6.1.12.	Галлямов М.О., Хохлов А.Р.	Топливные элементы с полимерной мембранный: Материалы к курсу по основам топливных элементов.	М.: Физический факультет МГУ, 2014. 72 с.		[Электронный ресурс]
6.1.13.	Зайков Ю.П., Ковров В.А., Катаев А.А.	Электрохимия расплавленных солей:	Урал. федер. ун-т .— Екатеринбург: Издательство Уральского университета, 2014 .— 90 с	практикум	[Электронный ресурс]
6.1.14.	Миомандр Ф.,	Электрохимия	М.:Высшее	учебник	10

	Садаки С., Одебер П.		образование, 2008		
--	-------------------------	--	----------------------	--	--

6.2. Справочно-библиографическая литература.

№ п/п	Автор(ы)	Заглавие	Издательство, год издания	Назначение, вид издания, гриф	Кол-во экз. в библиотеке
6.2.1.	Виссарионо-ва В.И.	Энергетическое оборудование для использования нетрадиционных и возобновляемых источников энергии	М.: [Б.и.], 2004. - 448 с	Справочник	10
6.2.2.	Салем Р.Р.	Физическая химия. Начала теоретической электрохимии	М.: Ком.книга, 2005	-	30
6.2.3.	Варламов В.Р.	Современные источники питания	М.: ДМК Пресс, 2001. - 224	Справочник	20
6.2.4.	Л.Н.Ясницкий	Современные проблемы науки	М.: бином, 2011	Учебное пособие5	5
6.2.5.	В.Д. Борман	Физика, технология и применение наносистем и наноматериалов	М.: НИЯУ МИФИ, 2012	Учебное пособие2	2

6.3. Методические указания, рекомендации и другие материалы к занятиям

Методические указания и рекомендации по проведению конкретных видов учебных занятий по дисциплине «Научные основы процессов массопереноса и разделения» находятся на кафедре «Технология электрохимических производств и химии органических веществ».

7. ИНФОРМАЦИОННОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

Учебный процесс по дисциплине обеспечен необходимым комплектом лицензионного и свободно распространяемого программного обеспечения, в том числе отечественного производства (состав по дисциплине определен в настоящей РПД и подлежит обновлению при необходимости).

7.1. Перечень ресурсов информационно-телекоммуникационной сети «Интернет», необходимых для освоения дисциплины (модуля)

- Научная электронная библиотека E-LIBRARY.ru. – Режим доступа: <http://elibrary.ru/defaultx.asp>
- Электронная библиотечная система Поволжского государственного университета сервиса [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <http://elib.tolgas.ru/> - Загл. с экрана.
- Электронно-библиотечная система Znanium.com [Электронный ресурс]. - Режим доступа: <http://znanium.com/>. – Загл. с экрана.
- Открытое образование [Электронный ресурс]. - Режим доступа: <https://openedu.ru/>. - Загл с экрана.
- Polpred.com. Обзор СМИ. Полнотекстовая, многоотраслевая база данных (БД) [Электронный ресурс]. - Режим доступа: <http://polpred.com/>. – Загл. с экрана.

6. Базы данных Всероссийского института научной и технической информации (ВИНИТИ РАН) по естественным, точным и техническим наукам [Электронный ресурс]. - Режим доступа: <http://www.viniti.ru>. – Загл. с экрана.

7. Университетская информационная система Россия [Электронный ресурс]. - Режим доступа: <http://uisrussia.msu.ru/>. – Загл. с экрана.

7.2. Перечень программного обеспечения и информационных справочных систем

Таблица 8 – Перечень электронных библиотечных систем

№	Наименование ЭБС	Ссылка, по которой осуществляется доступ к ЭБС
1	Консультант студента	http://www.studentlibrary.ru/
2	Лань	https://e.lanbook.com/
3	Юрайт	https://biblio-online.ru/
4	TNT-ebook	https://www.tnt-ebook.ru/

В таблице 9 указан перечень профессиональных баз данных и информационных справочных систем, к которым обеспечен доступ (удаленный доступ). Данный перечень подлежит обновлению в соответствии с требованиями ФГОС ВО.

Таблица 9 – Перечень современных профессиональных баз данных и информационных справочных систем

№	Наименование профессиональной базы данных, информационно-справочной системы	Доступ к ресурсу (удаленный доступ с указанием ссылки/доступ из локальной сети университета)
1	База данных стандартов и регламентов РОССТАНДАРТ	https://www.gost.ru/portal/gost//home/standarts
2	Перечень профессиональных баз данных и информационных справочных систем	https://cyberpedia.su/21x47c0.html

8. ОБРАЗОВАТЕЛЬНЫЕ РЕСУРСЫ ДЛЯ ИНВАЛИДОВ И ЛИЦ С ОВЗ

В таблице 10 указан перечень образовательных ресурсов, имеющих формы, адаптированные к ограничениям их здоровья, а также сведения о наличии специальных технических средств обучения коллективного и индивидуального пользования. При заполнении таблицы может быть использована информация, размещенная в подразделе «Доступная среда» специализированного раздела сайта НГТУ «Сведения об образовательной организации» <https://www.nntu.ru/sveden/accenv/>

Таблица 10 – Образовательные ресурсы для инвалидов и лиц с ОВЗ

№	Перечень образовательных ресурсов, приспособленных для использования инвалидами и лицами с ОВЗ	Сведения о наличии специальных технических средств обучения коллективного и индивидуального пользования
1	ЭБС «Консультант студента»	озвучка книг и увеличение шрифта
2	ЭБС «Лань»	специальное мобильное приложение - синтезатор речи, который воспроизводит тексты книг и меню навигации
3	ЭБС «Юрайт»	версия для слабовидящих

9. МАТЕРИАЛЬНО-ТЕХНИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ, НЕОБХОДИМОЕ ДЛЯ ОСУЩЕСТВЛЕНИЯ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОГО ПРОЦЕССА ПО ДИСЦИПЛИНЕ

№	Наименование аудиторий и помещений кафедры	Оснащенность аудиторий и помещений	Перечень лицензионного программного обеспечения
1	1160 лаборатория СОП Экспериментальная лаборатория «Лаборатория плазмохимические технологии», Компьютерный класс (для проведения занятий лабораторного и практического типа, групповых и индивидуальных консультаций, текущего контроля и промежуточной аттестации, для самостоятельной работы студентов, курсового проектирования, выполнения курсовых работ); 603155, Нижегородская область, г. Нижний Новгород, ул. Минина, дом 24, корп. 1	1. Доска магнитно-маркерная; 2. Рабочее место преподавателя; 3. Рабочее место студента - 12 чел. 4 Персональные компьютеры, Intel(R) Core(TM) i3-3220 CPU @ 3.30 GHz 4,00 ГБ ОЗУ /HDD 500, в составе локальной вычислительной сети, с подключением к интернету. (10 шт.) 5. Персональные компьютеры, Intel(R) Pentium(R) CPU G2030 @ 3.00 GHz 4,00 ГБ ОЗУ /HDD 1000, в составе локальной вычислительной сети, с подключением к интернету. (3 шт.) 6. Персональные компьютеры, Intel(R) Core(TM)2 CPU 6320 @ 1.86 GHz 1,00 ГБ ОЗУ /HDD 159,9, в составе локальной вычислительной сети, с подключением к интернету. (2 шт.); 7. Многофункциональный аппарат Xerox work center PE 220 8. Принтер HP LaserJet 1020	1. Windows SL 8.1 (подписка Dr. Spark Prem. 700087777); (13 шт) 2. Adobe Acrobat Reader X (Freeware); 3. Ms Office St 2013 (Ms Open License № 62381369) (13 шт); 4. Ms Access 2007(Dr. Spark Prem. 700087777) (13 шт); 5. AutoCAD 2019 (Сетевая серв.lic5 (НГТУ)) (13 шт); 6. Dr.Web (Обще инстит. подписка) (15 шт); 7. ZView (Freeware); 8. AnyLogic (Free PLE); 9. Deductor Academic (бесплатная некоммерческая версия Deductor); 10. VirtualBox (Free); 11. Cell-Design (Demo); 12. Малая ЭС 2.0 (Free); 13. ADTester (Free); 14. DBSolveOptimum (Free); 15. MSOffice 2007 Standard Russian Academic OPEN No Level (Microsoft Open License Academic № 45990647 (бессрочная)) (1 шт.); 16. WinXP (Dream Spark Premium 700087777) (2 шт.); 17. ABBYY Fine Reader 9.0 Corporate Edition (AF90-3S1P03-102 бессрочная) (1 шт.); 18. Zoom (Free) (1 шт.).
4	1345 Мультимедийная аудитория (для проведения занятий лекционного и семинарского типа, групповых и индивидуальных консультаций, текущего контроля и промежуточной аттестации) (кафедра	1. Доска меловая; 2. Экран настенный; 3. Рабочее место преподавателя; 4. Рабочее место студента - 28 чел. 5. Мультимедийный проектор Epson ER; 6. Персональный компьютер, Intel(R)	1. Windows SL 8.1 (подписка Dr. Spark Prem, договор № 0509/KMP от 15.10.18); 2. Dr.Web (с/н ZNFC-CR5D-5U3U-JKGP от 20.05.2024) Распространяемое по свободной лицензии:

№	Наименование аудиторий и помещений кафедры	Оснащенность аудиторий и помещений	Перечень лицензионного программного обеспечения
	«Технология электрохимических производств и химии органических веществ»), 603155, Нижегородская область, г. Нижний Новгород, ул. Минина, дом 24, корп. 1	Core(TM) i3-3220 CPU @ 3.30 GHz 4,00 ГБ ОЗУ /HDD 500.	3 Adobe Acrobat Reader X (Freeware); 4. P7 офис 5. Zoom (Free) (1 шт.)
5	1222 лаборатория СОП Экспериментальная лаборатория «Лаборатория плазмохимические технологии», Учебная лаборатория (для проведения занятий лабораторного и практического типа, групповых и индивидуальных консультаций, текущего контроля и промежуточной аттестации) (кафедра «Технология электрохимических производств и химии органических веществ»), 603155, Нижегородская область, г. Нижний Новгород, ул. Минина, дом 24, корп. 1	1. Доска меловая; 2. Термостат; 3. Прибор для определения температуры плавления; 4. Рефрактометр ИРФ-454Б; 5. Весы лабораторные ShinkoDenshi AJ-420CE; AJ-220 CE; 6. Аппарат для разгонки нефти и нефтепродуктов - АРН-ЛАБ-11; 7. Аппарат испытательный для определения анилиновой точки нефтепродуктов АТ-ПХП; 8. Автоматический аппарат для определения температуры вспышки в закрытом тигле ТВ3-ЛАБ-12 (ЛОИР LP093A2); 9. Аппарат для определения смол выпариванием струй воздуха ТОС-ЛАБ-02 (ЛОИР LP-381); 10. Ротационный испаритель RE-2000. 11 Прибор для определения температуры плавления; 12 Рефрактометр ИРФ-454Б; 13 Весы лабораторные ShinkoDenshi AJ-420CE; AJ-220 CE;	
6	1222-6 Научно-исследовательская лаборатория для проведения лабораторных работ по органическому синтезу (кафедра "Технология электрохимических производств и химии органических веществ")	Газовый хроматограф Кристал 5000.2 с персональным компьютером, Intel Pentium CPU G3240 с подключением к интернету Газовый хроматограф Konik HRGC5000B с персональным компьютером, Intel Pentium Dual-Core	1. Windows 10 Домашняя (поставлялся вместе с ГХ Кристалл 5000.2); 2. Хроматэк Навигатор 3. Windows XP, Prof, 2002; 4. Konik Plus

10. МЕТОДИЧЕСКИЕ РЕКОМЕНДАЦИИ ОБУЧАЮЩИМСЯ ПО ОСВОЕНИЮ ДИСЦИПЛИНЫ

10.1. Общие методические рекомендации для обучающихся по освоению дисциплины, образовательные технологии

Дисциплина реализуется посредством проведения контактной работы с обучающимися (включая проведение текущего контроля успеваемости), самостоятельной работы обучающихся и промежуточной аттестации.

Контактная работа: аудиторная, внеаудиторная.

При преподавании дисциплины «Научные основы процессор массопереноса и разделения» используются современные образовательные технологии, позволяющие повысить активность студентов при освоении материала курса и предоставить им возможность эффективно реализовать часы самостоятельной работы.

Для студентов создан краткий опорный электронный вариант лекционного материала

курса. Электронный конспект находится на кафедре «ТЭП и ХОВ» и может быть получен студентом в случае пропусков занятий по уважительным причинам или вынужденного перевода занятий в дистанционную форму.

На лекциях, практических и лабораторных занятиях реализуются интерактивные технологии, приветствуются вопросы и обсуждения, используется личностно-ориентированный подход, технология работы в малых группах, что позволяет студентам проявить себя, получить навыки самостоятельного изучения материала, выровнять уровень знаний в группе.

Все вопросы, возникшие при самостоятельной работе над домашним заданием, подробно разбираются на лабораторных занятиях и лекциях. Проводятся индивидуальные и групповые консультации с использованием, как встреч с студентами, так и современных информационных технологий: чат, электронная почта, Skype, Zoom.

Инициируется активность студентов, поощряется задание любых вопросов по материалу, практикуется индивидуальный ответ на вопросы студента, рекомендуются методы успешного самостоятельного усвоения материала в зависимости от уровня его базовой подготовки.

Для оценки знаний, умений, навыков и уровня сформированности компетенций применяется балльно-рейтинговая система контроля и оценки успеваемости студентов в процессе текущего контроля.

Промежуточная аттестация проводится в форме экзамена с учетом текущей успеваемости.

Результат обучения считается сформированным на повышенном уровне, если теоретическое содержание курса освоено полностью. При устных собеседованиях студент исчерпывающе, последовательно, четко и логически излагает учебный материал; свободно справляется с задачами, вопросами и другими видами заданий, использует в ответе дополнительный материал. Все предусмотренные рабочей учебной программой задания выполнены в соответствии с установленными требованиями, студент способен анализировать полученные результаты, проявляет самостоятельность при выполнении заданий.

Результат обучения считается сформированным на пороговом уровне, если теоретическое содержание курса освоено полностью. При устных собеседованиях студент последовательно, четко и логически стройно излагает учебный материал; справляется с задачами, вопросами и другими видами заданий, требующих применения знаний; все предусмотренные рабочей учебной программой задания выполнены в соответствии с установленными требованиями, студент способен анализировать полученные результаты; проявляет самостоятельность при выполнении заданий

Результат обучения считается несформированным, если студент при выполнении заданий не демонстрирует знаний учебного материала, допускает ошибки, неуверенно, с большими затруднениями выполняет задания, не демонстрирует необходимых умений, качество выполненных заданий не соответствует установленным требованиям, качество их выполнения оценено числом баллов ниже трех по оценочной системе, что соответствует допороговому уровню.

10.2. Методические указания для занятий лекционного типа

Лекционный курс предполагает систематизированное изложение основных вопросов тематического плана. В ходе лекционных занятий раскрываются базовые вопросы в рамках каждой темы дисциплины (Таблица 4). Обозначаются ключевые аспекты тем, а также делаются акценты на наиболее сложные и важные положения изучаемого материала. Материалы лек-

ций являются опорной основой для подготовки обучающихся к лабораторным работам и выполнения заданий самостоятельной работы, а также к мероприятиям текущего контроля успеваемости и промежуточной аттестации по дисциплине.

10.3. Методические указания по освоению дисциплины на лабораторных работах

Подготовку к каждой лабораторной работе студент должен начать с ознакомления с планом занятия, который отражает содержание предложенной темы. Каждая выполненная работа с оформленным отчетом и подлежит защите у преподавателя.

При оценивании лабораторных работ учитывается следующее:

- качество выполнения экспериментально-практической части работы и степень соответствия результатов работы заданным требованиям;
- качество оформления отчета по работе;
- качество устных ответов на контрольные вопросы при защите работы.

10.4. Методические указания по освоению дисциплины на практических занятиях

1. Основные положения и понятия теоретической электрохимии // Исаев В.В., Козырин В.А., Михаленко М.Г.// Н.Новгород : [Изд-во НГТУ], 2018. – 112с.
2. Лабораторный практикум по теоретической электрохимии // Михаленко М.Г., Гунько Ю.Л., Исаев В.В., Козина О.Л., Рогожин В.В.// Н.Новгород : [Изд-во НГТУ], 2017. – 112с.
3. Козина О.Л., Исаев В.В., Ивашкин Е.Г., Гунько Ю. Л., Михаленко М. Г., и др. «Моделирование и оптимизация электрохимических производств. Часть 1. Микро- и макрокинетика», учебное пособие. Н. Новгород, 2016 г.

10.5. Методические указания по самостоятельной работе обучающихся

Самостоятельная работа обеспечивает подготовку обучающегося к аудиторным занятиям и мероприятиям текущего контроля и промежуточной аттестации по изучаемой дисциплине. Результаты этой подготовки проявляются в активности обучающегося на занятиях и в качестве выполненных практических заданий и других форм текущего контроля.

При выполнении заданий для самостоятельной работы рекомендуется проработка материалов лекций по каждой пройденной теме, а также изучение рекомендуемой литературы, представленной в Разделе 6.

В процессе самостоятельной работы при изучении дисциплины студенты могут работать на компьютере в специализированных аудиториях для самостоятельной работы (указано в разделе 9). В аудиториях имеется доступ через информационно-телекоммуникационную сеть «Интернет» к электронной информационно-образовательной среде университета (ЭИОС) и электронной библиотечной системе (ЭБС), где в электронном виде располагаются учебные и учебно-методические материалы, которые могут быть использованы для самостоятельной работы при изучении дисциплины.

Развернутые методические указания по всем видам работы студента находятся на кафедре «ТЭП и ХОВ».

11. ОЦЕНОЧНЫЕ СРЕДСТВА ДЛЯ КОНТРОЛЯ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ

Для текущего контроля знаний студентов по дисциплине проводится **комплексная оценка знаний**, включающая

- теоретический опрос и защита отчетов по лабораторным работам;
- теоретический опрос и защита рефератов на практических занятиях;

- экзамен.

11.1. Типовые вопросы для лабораторных работ

Образцы вопросов для проведения коллоквиума для лабораторной работы №5

1. Что такое коэффициент распределения?
2. Как связана степень извлечения с коэффициентом распределения?
3. Рассчитать степень извлечения при обработке раствора 80 мл экстрагентом, объёмом 30 мл однократной обработкой или последовательной обработкой порциями по 10 мл. (коэффициент распределения принять равным 10).
4. Что такое ёмкость экстрагента?
5. Что такое регенерируемость экстрагента?

11.2. Типовые вопросы для промежуточной аттестации в форме экзамена

11.2.3 Типовые вопросы для промежуточной аттестации экзамена в 3 семестре

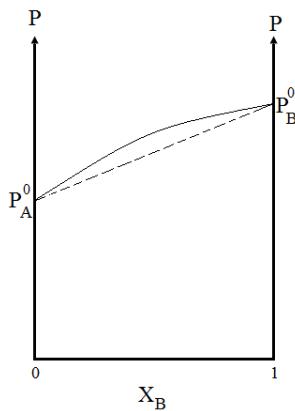
1. Чистые вещества, примеси.
2. Растворы, смеси. Виды растворов, растворимость. Растворимость жидкостей, газов, твердых веществ друг в друге.
3. Методы очистки газообразных веществ.
4. Методы очистки твердых веществ.
- 5 Жидкие растворы. Несмешивающиеся жидкости. Экстракция.
6. Коэффициент распределения, степень извлечения, коэффициент разделения. Экстракт, рафинат. Требования к экстрагентам.
7. Давление насыщенного пара жидкого раствора. Первый закон Рауля.
8. Идеальные растворы. Отклонения от идеальности растворов. Второй закон Рауля.
9. Перегонка жидких растворов первого типа. Диаграммы состояния систем первого типа давление-состав и температура-состав.
10. Области жидкости, пара и гетерогенности на диаграммах. Использование диаграмм для определения параметров перегонки.
11. Перегонка с однократным испарением, перегонка с непрерывным испарением, перегонка с многократным испарением.
12. Перегонка жидких растворов второго типа. Законы Коновалова. Азеотропные системы.
13. Диаграммы давление-состав и температура-состав систем второго типа. Правила Вревского.
14. Основы массопереноса. Общая характеристика, классификация.
15. Массообменные устройства.
16. Процессы массопереноса при дистилляции и ректификации.
17. Классификация примесей и их поведение под воздействием электрического поля.
18. Основные процессы, протекающие в объеме электролита при взаимодействии продуктов электродных реакций. Материальный баланс для растворимых и нерастворимых электродов.
19. Молекулярная диффузия и предельный ток. Миграция частиц под действием электрического поля. Конвективный перенос вещества.
20. Изменение pH и Eh обрабатываемых растворов. Способы электрокорректирования pH и Eh. Схемы электрокорректоров pH и Eh.
21. Общие свойства и характеристики диафрагм. Процессы переноса в диафрагмах и мембранах. Диффузия, миграция, конвекция - фильтрация, осмос.
22. Кинетика комбинированного переноса через диафрагмы. Распределение концентраций и потоков при различных направлениях миграции и фильтрации. Особенности переноса при работе диафрагм в фильтрующем режиме.

23. Механизм переноса ионов в ионообменных мембранах. Области применения таких мембран в процессах разделения и схемах очистки. Электродные балансы. Конструкции электролизеров.
24. Физико-химические основы коагуляции коллоидных примесей воды. Строение двойного электрического слоя коллоидной частицы. Причины возникновения электрохимического потенциала коллоидных частиц и способы изменения электрохимического потенциала.
25. Основы теории устойчивости коллоидных систем. Теория ДЛФО.
26. Кинетика коагуляции (теория кинетики коагуляции М. Смолуховского). Быстрая и медленная коагуляция факторы влияющие на скорость коагуляции. Порог коагуляции.
27. Механизм процесса коагуляции. Поляризационная коагуляция. Электрохимическая коагуляция. Гидродинамическая коагуляция. Концентрационная коагуляция.
28. Коагулянты. Принцип действия и способы их введения. Конструкции аппаратов. Схема очистки стоков.
29. Флокуляция. Типы флокулянтов, принцип действия. Способ введения. Конструкции аппаратов. Схема очистки стоков.
30. Электролитическая коагуляция. Процессы, происходящие в стружечном электроагрегаторе при очистке от ионов Cr(VI). Электродные балансы. Конструкции аппаратов. Схема очистки стоков.
31. Флотация. Электрофлотация. Особенности электрохимического выделения пузырьков газа и их влияние на процесс электрофлотации примесей. Электродные балансы. Конструкции электрофлотаторов. Схема очистки стоков.
32. Электродиализ. Схемы распределения потоков жидкости в электродиализаторах с 5 ячейками. Электродные балансы. Конструкции. Схема очистки стоков.
33. Электрофорез. Применение электрофореза для отделения примесей коллоидной степени дисперсности. Схемы распределения потоков жидкости в установке электрофореза. Электродные балансы. Конструкции. Электрофорезные покрытия металлов.
34. Электроосмос. Применение электроосмоса для отделения примесей ионов и нефтепродуктов. Схемы распределения потоков жидкости в установке электроосмоса. Электроосматическая сушка.
35. Электрообеззараживание воды. Выбор материала электродов. Электродные балансы. Конструкция установки.
36. Процессы, происходящие при электрофлотокоагуляции. Электродные балансы. Конструкция установки. Схема очистки стоков.
37. Электрохимическая деструкция. Выбор типа электродов. Влияние условий электролиза на окисление органических примесей.

1. Сумма числа степеней свободы системы и числа фаз равна сумме числа независимых компонентов и числа внешних факторов, влияющих на равновесие этой системы.

- а) Закон Рауля
- б) Первый закон Коновалова
- в) Второй закон Коновалова
- г) Правило фаз

На диаграмме состав жидкости – давление



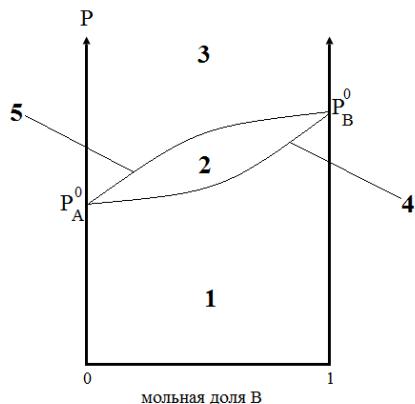
сплошной линией описана бинарная система, в которой:

- а) жидкости образуют идеальный раствор
- б) однородные частицы взаимодействуют между собой слабее, чем с другим компонентом
- в) однородные частицы взаимодействуют между собой сильнее, чем с другим компонентом
- г) жидкости расслаиваются, не образуя однофазной системы

Стабильность экстрагента это

- а) отсутствие химической реакции между экстрагентом и компонентами экстрагируемого раствора и воздуха
- б) способность экстрагента извлекать один из двух компонентов раствора
- в) способность извлекать относительно большое количество извлекаемого компонента
- г) способность легко отделяться от извлекаемого компонента

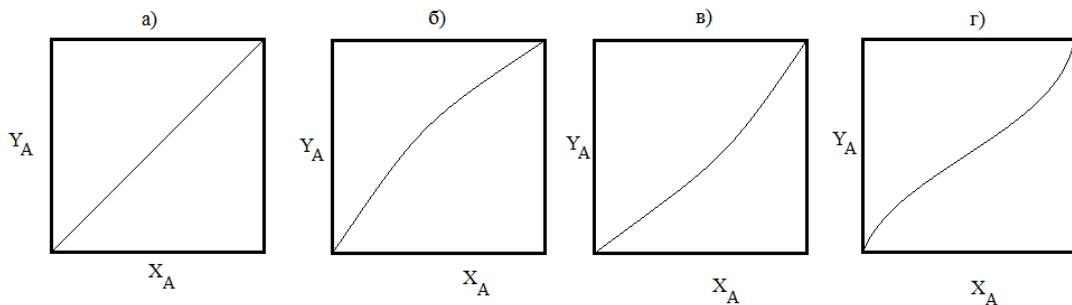
На диаграмме зависимости давления от состава



область 2 является

- а) областью жидкости
- б) областью пара
- в) областью гетерогенности
- г) линией зависимости давления насыщенного пара от состава жидкости
- д) линией зависимости давления насыщенного пара от состава пара

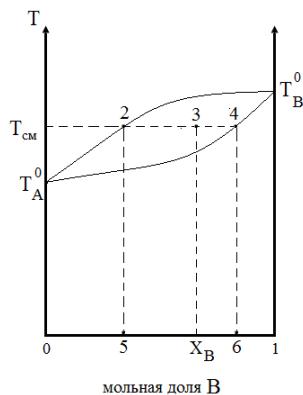
2 Для бинарной системы, состоящей из компонентов A и B, на диаграмме мольная доля компонента A в жидкости (X_A) – мольная доля компонента A в газовой фазе (Y_A) идеальному раствору соответствует случаю:



Раствор это

- а) Смесь двух или более жидкостей
- б) Однофазная система переменного состава, состоящая из двух или более компонентов
- в) Смесь жидкости, твердых компонентов и поглощенных газов
- г) Жидкость, имеющая однородный вид, в которой присутствуют разные вещества, перемешанные друг с другом.

Однократному испарению подверглась смесь с мольной долей вещества B, равной X_B и температурой $T_{c.m.}$. По диаграмме температура-состав определить



отношение количества паровой фазы к кубовому остатку

- а) оно равно отношению длины отрезка 2-3 к длине отрезка 3-4
- б) оно равно отношению длины отрезка 3-4 к длине отрезка 2-3
- в) оно равно отношению длины отрезка 2-4 к длине отрезка 3-2
- г) оно равно отношению длины отрезка 4-6 к длине отрезка 2-4

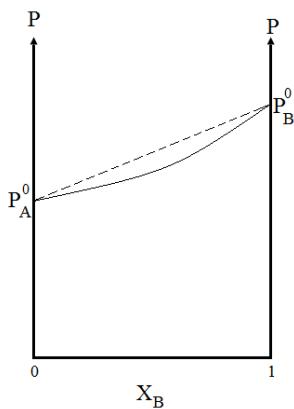
Повышение температуры кипения и понижение температуры кристаллизации разбавленных идеальных растворов пропорциональны молярной концентрации растворенного вещества.

- а) Первый закон Рауля
- б) Первый закон Коновалова
- в) Второй закон Коновалова
- г) Второй закон Рауля

3 Парциальное давление насыщенного пара компонента раствора прямо пропорционально его мольной доле в растворе.

- а) Первый закон Рауля
- б) Первый закон Коновалова
- в) Второй закон Коновалова
- г) Закон Мерфи

На диаграмме состав жидкости – давление



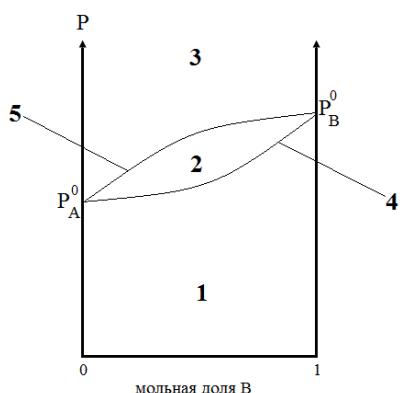
сплошной линией описана бинарная система, в которой:

- а) тепловой эффект образования раствора равен нулю
- б) раствор образуется экзотермично
- в) раствор образуется эндотермично
- г) раствор не образуется

Регенерируемость экстрагента это

- а) отсутствие химической реакции между экстрагентом и компонентами экстрагируемого раствора и воздуха
- б) способность экстрагента извлекать один из двух компонентов раствора
- в) способность извлекать относительно большое количество извлекаемого компонента
- г) способность легко отделяться от извлекаемого компонента

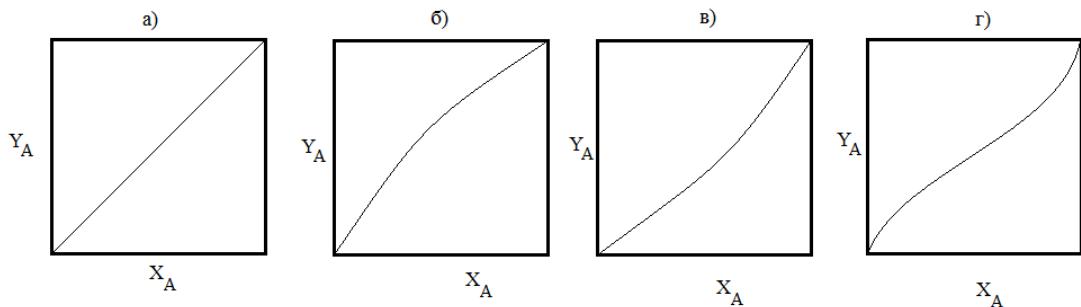
На диаграмме зависимости давления от состава



линия 4 является

- а) областью жидкости
- б) областью пара
- в) областью гетерогенности
- г) линией зависимости давления насыщенного пара от состава жидкости
- д) линией зависимости давления насыщенного пара от состава пара

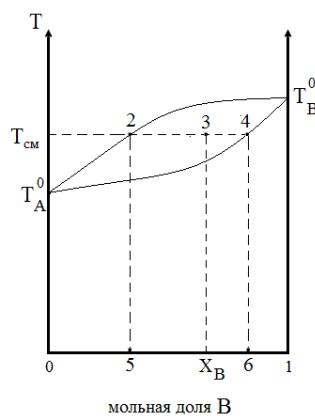
4 Для бинарной системы, состоящей из компонентов A и B, на диаграмме мольная доля компонента A в жидкости (X_A) – мольная доля компонента A в газовой фазе (Y_A) системе, в которой образуется азеотропная смесь, соответствует случай:



Чистым или индивидуальным компонентом считают вещество, которое

- а) Содержит молекулы только одного вида
- б) Содержит кроме молекул основного компонента только молекулы его оптического изомера
- в) Содержит молекулы только еще одного вещества, кроме основного
- г) Содержит молекулы других веществ в количествах, которые не приводят к изменению его свойств

Однократному испарению подверглась смесь с мольной долей вещества B, равной X_B и температурой $T_{c.m.}$. По диаграмме температура-состав определить



концентрацию кубового остатка. Она находится

- а) в точке 2
- б) в точке 4
- в) в точке 5
- г) в точке 6

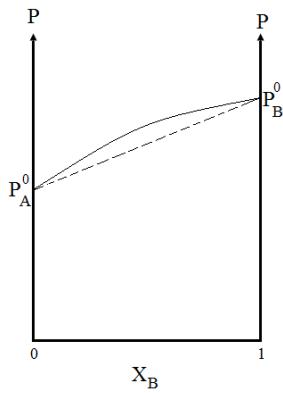
Коэффициент распределения это

- а) отношение объема экстрагента к объему рафината
- б) отношение концентрации вещества в экстрагенте к его объему
- в) отношение концентрации вещества в экстрагенте к концентрации в рафинате
- г) отношение концентрации вещества в рафинате к его объему

Равновесный пар по сравнению с жидкостью относительно обогащен тем компонентом, добавление которого к жидкости повышает общее давление пара над раствором.

- а) Первый закон Рауля
- б) Первый закон Коновалова
- в) Второй закон Коновалова
- г) Закон Мерфи

На диаграмме состав жидкости – давление



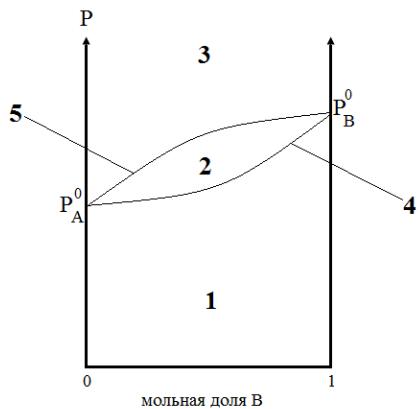
сплошной линией описана бинарная система в которой:

- а) тепловой эффект образования раствора равен нулю
- б) раствор образуется экзотермично
- в) раствор образуется эндотермично
- г) раствор не образуется

Экстракция – метод очистки, который основывается на

- а) разной плотности веществ
- б) различной смачиваемости веществ
- в) различной растворимости вещества в двух несмешивающихся жидкостях
- г) различной диэлектрической проницаемости веществ

На диаграмме зависимости давления от состава



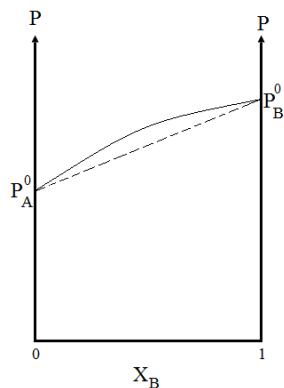
линия 5 является

- а) областью жидкости
- б) областью пара
- в) областью гетерогенности
- г) линией зависимости давления насыщенного пара от состава жидкости
- д) линией зависимости давления насыщенного пара от состава пара

6. Точки экстремума на кривой зависимости общего давления пара от состава раствора отвечают растворам, состав равновесного пара которых совпадает с составом раствора.

- а) Закон Рауля
- б) Первый закон Коновалова
- в) Второй закон Коновалова
- г) Правило фаз

На диаграмме состав жидкости – давление



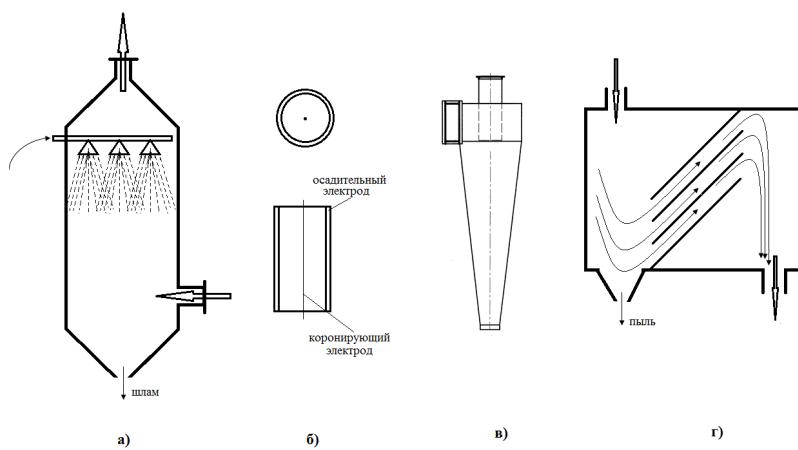
пунктирной линией описана бинарная система в которой:

- а) жидкости образуют идеальный раствор
- б) однородные частицы взаимодействуют между собой слабее, чем с другим компонентом
- в) однородные частицы взаимодействуют между собой сильнее, чем с другим компонентом
- г) жидкости расслаиваются, не образуя однофазной системы

Флотация – метод очистки, который основывается на

- а) разной плотности веществ
- б) различной смачиваемости веществ
- в) различной растворимости вещества в двух несмешивающихся жидкостях
- г) различной диэлектрической проницаемости веществ

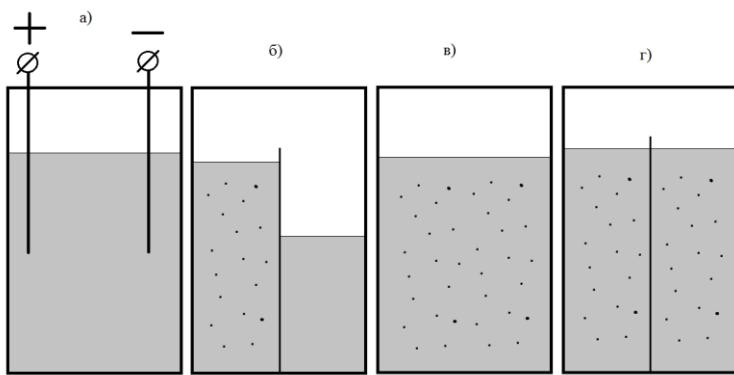
На каком рисунке показано устройство очистки газа от пыли, работающее на принципе действия силы тяжести.



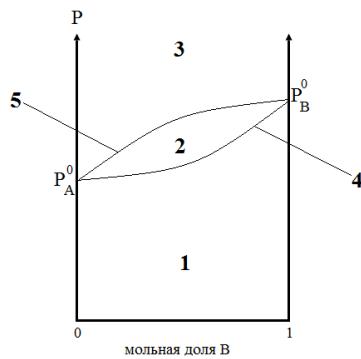
7 Какие жидкие растворы нельзя разделять перегонкой?

- а) Из смешивающихся в любом соотношении жидкостей
- б) Из ограниченно смешивающихся жидкостей
- в) У которых температуры кипения компонентов близки
- г) Состав жидкости и пара которых совпадает

Осмос представлен на рисунке



На диаграмме зависимости давления от состава



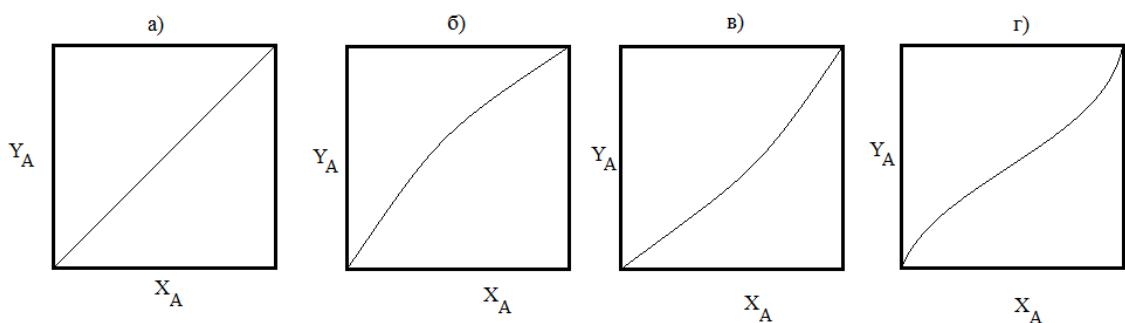
область 1 является

- а) областью жидкости
- б) областью пара
- в) областью гетерогенности
- г) линией зависимости давления насыщенного пара от состава жидкости
- д) линией зависимости давления насыщенного пара от состава пара

Емкость экстрагента это

- а) отсутствие химической реакции между экстрагентом и компонентами экстрагируемого раствора и воздуха
- б) способность экстрагента извлекать один из двух компонентов раствора
- в) способность извлекать относительно большое количество извлекаемого компонента
- г) способность легко отделяться от извлекаемого компонента

8 Для бинарной системы, состоящей из компонентов A и B, на диаграмме мольная доля компонента A в жидкости (X_A) – мольная доля компонента A в газовой фазе (Y_A) соотношению $P_A^0 > P_B^0$ соответствует случай:

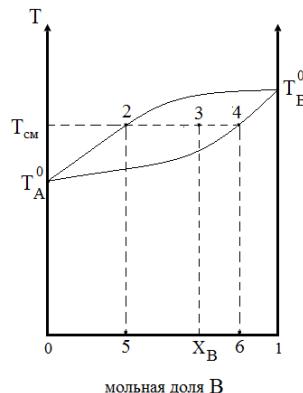


Закон Генри (Генри-Дальтона) выражается формулой:

- а) $pV = \nu RT$
- б) $P = p_A + p_B$

- в) $C=k \cdot p$
г) $P=CRT$

Однократному испарению подверглась смесь с мольной долей вещества B , равной X_B и температурой T_{cm} . По диаграмме температура-состав определить



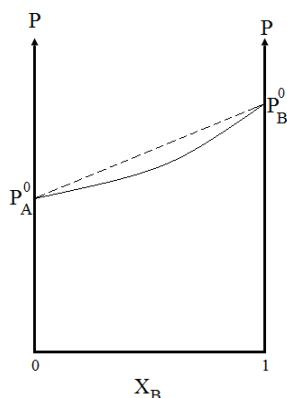
концентрацию паровой фазы. Она находится

- а) в точке 2
б) в точке 4
в) в точке 5
г) в точке 6

Коэффициент извлечения это

- а) отношение объема экстрагента к объему рафината
б) отношение концентрации вещества в экстрагенте к концентрации в рафинате
в) отношение количества извлекаемого вещества в экстрагенте к его количеству в рафинате
г) отношение количества извлекаемого вещества в экстрагенте к его общему количеству в рафинате и экстрагенте

9На диаграмме состав жидкости – давление



сплошной линией описана бинарная система в которой:

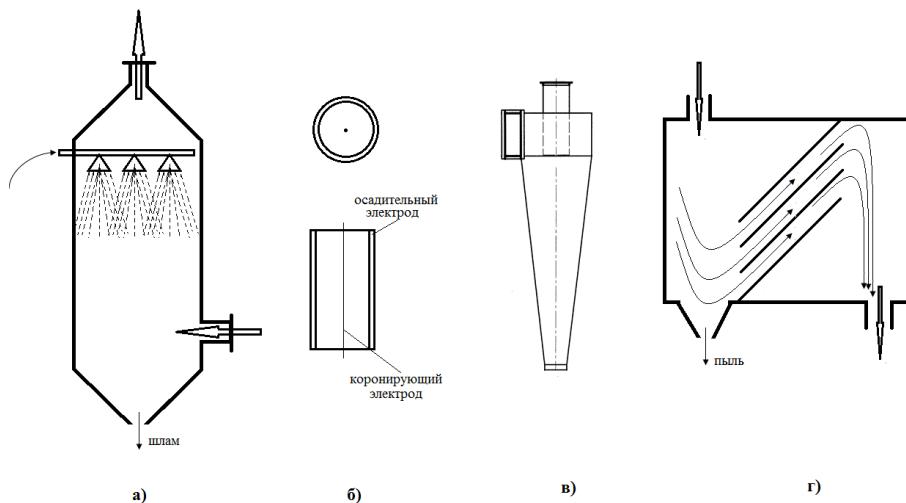
- а) жидкости образуют идеальный раствор
б) однородные частицы взаимодействуют между собой слабее, чем с другим компонентом
в) однородные частицы взаимодействуют между собой сильнее, чем с другим компонентом
г) жидкости расслаиваются, не образуя однофазной системы

Оsmотическое давление раствора рассчитывается по формуле:

- а) $pV=\nu RT$
б) $P=p_A+p_B$
в) $C=k \cdot p$

г) Р=СРТ

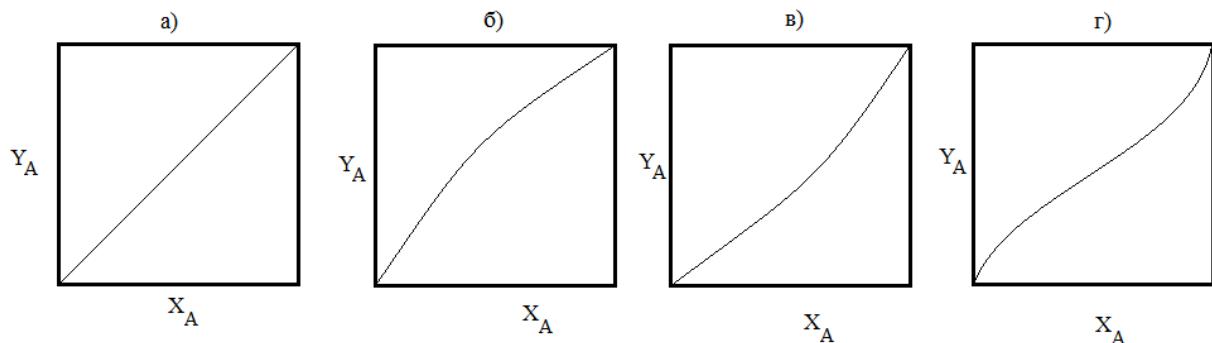
На каком рисунке показано устройство очистки газа от пыли, работающее на принципе действия центробежной силы.



Селективность экстрагента это

- а) отсутствие химической реакции между экстрагентом и компонентами экстрагируемого раствора и воздуха
- б) способность экстрагента извлекать один из двух компонентов раствора
- в) способность извлекать относительно большое количество извлекаемого компонента
- г) способность легко отделяться от извлекаемого компонента

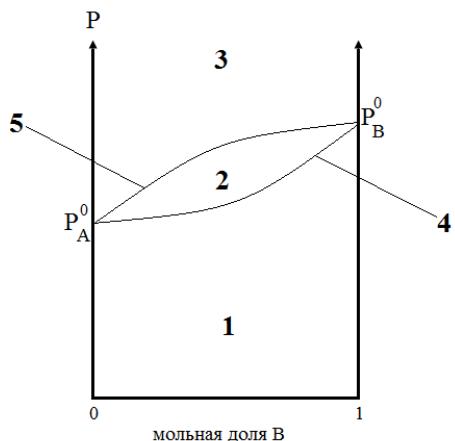
10 Для бинарной системы, состоящей из компонентов A и B , на диаграмме мольная доля компонента A в жидкости (X_A) – мольная доля компонента A в газовой фазе (Y_A) соотношению $P_A^0 < P_B^0$ соответствует случай:



Фазовый переход, характеризующийся равенством изобарных потенциалов двух существующих в равновесии фаз и скачкообразным изменением первых производных по энергии Гиббса при переходе из одной фазы в другую это

- а) Правило фаз
- б) фазовый переход первого рода
- в) условие растворимости
- г) фазовый переход второго рода

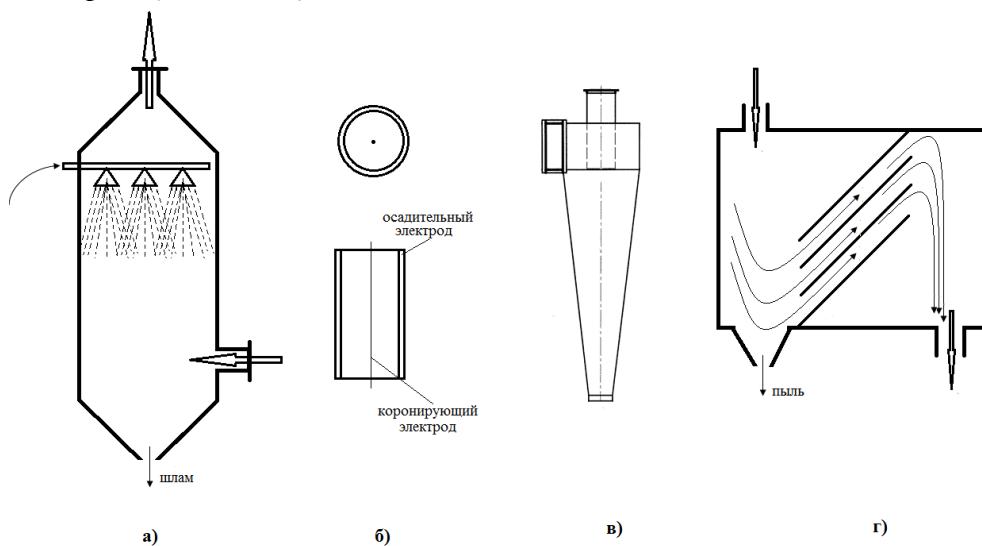
На диаграмме зависимости давления от состава



область 3 является

- а) областью жидкости
- б) областью пара
- в) областью гетерогенности
- г) линией зависимости давления насыщенного пара от состава жидкости
- д) линией зависимости давления насыщенного пара от состава пара

На каком рисунке показано устройство очистки газа от пыли, работающее на принципе электризации частиц.



11.3. Типовые задания для текущего контроля

11.1.1. Типовые вопросы для практических занятий

1. Классификация примесей и их поведение под воздействием электрического поля.
2. Основные процессы, протекающие в объеме электролита при разделении веществ.
3. Изменение pH и Eh обрабатываемых растворов.
4. Расчет изменения концентрации электролитов в диафрагменном и бездиафрагменном электролизере.
5. Влияние диафрагмы на концентрационные изменения в катодном и анодном пространствах.
6. Расчет изменения Eh при растворении железных анодов.
7. Общие свойства и характеристики диафрагм.
8. Зависимость фильтрационного потока от свойств диафрагмы и внешних факторов.
9. Концентрационные градиенты в пористой диафрагме при различных скоростях диффузии, миграции и фильтрации.

10. Физико-химические закономерности коагуляции коллоидных примесей воды.
11. Строение двойного электрического слоя коллоидной частицы и причины возникновения индуцированного дипольного момента. Влияние свойств раствора на формирование двойного электрического слоя коллоидной частицы.
12. Причины возникновения электрохимического потенциала коллоидных частиц и способы изменения электрохимического потенциала.
13. Основы теории устойчивости коллоидных систем.
14. Сущность процесса электроагуляции.
15. Теории кинетики коагуляции.
16. Поведение твердой фазы в объеме раствора при электрообработке.
17. Основные группы электрохимических методов обработки.
18. Основные виды электролитических эффектов, возникающих в электрохимических реакторах.
19. Сущность процесса электроагуляции.
20. Основные пути осуществления электроагуляции.
21. Поляризационная коагуляция. Критическая напряженность электрического поля.
22. Электрохимическая коагуляция.
23. Электролитическая коагуляция.
24. Гидродинамическая коагуляция.
25. Концентрационная коагуляция.
26. Устройство электрореактора с газовым слоем.
27. Струйный электроагулятор.
28. Варианты струйных электроагуляторов с предварительным изменением pH среды.
29. Способы электрохимической корректировки pH и Eh.
30. Основные закономерности процессов электрохимической кристаллизации.
31. Особенности электрохимической кристаллизации металлов на пористых электродах.
32. Основные принципы расчета распределения фарадеевского процесса по толщине пористого электрода. Основные принципы расчета концентрационных изменений в пористом электроде.
33. Основные методы разделения веществ.
34. Электрофлотация.
35. Сущность метода электродиализа.
36. Различные схемы распределения потоков жидкости в электродиализаторах.
37. Применение электрофореза для отделения примесей коллоидной степени дисперсности.
38. Основные закономерности метода электрофильтрования.
39. Процессы, происходящие при электрофлотокоагуляции.
40. Сущность метода “электроосаждение”.
41. Основные принципы расчета реакторов для выделения примесей из водных систем.

11.3.2. Образцы тестов для проведения рубежного контроля

1. В каком виде могут присутствовать примеси в водных системах?
 - а) Ионном
 - б) Молекулярном
 - в) Гидратированном
 - г) Коллоидном
 - д) Кристаллическом
 - е) Аморфном
2. К чему приводит воздействие продуктов электродных реакций на коллоидные системы?
 - а) К электрической миграции
 - б) К поляризации и ориентации коллоидных частиц
 - в) К окислительно-восстановительным реакциям с участием ионных и молекулярных примесей воды

г) К окислительно-восстановительным реакциям с участием дисперсной фазы
д) К фазово-дисперсным превращениям

3. Индуцированный дипольный момент коллоидной частицы возникает при:

- а) Наложении внешнего электрического поля
- б) Введении потенциал-определяющих ионов
- г) Введении коагулянта

д) Напряженности электрического поля более $E_{\text{крит.}}$

4. Индуцированный дипольный момент коллоидной частицы равен:

- а) $j_{\text{п}} \cdot E_p$, где $j_{\text{п}}$ – поляризуемость частицы; E_p – напряженность эл. поля;
- б) $\rho \cdot E_p$, где ρ – поверхностная плотность заряда;
- в) $\rho \cdot j$, где $j_{\text{п}}$ – поляризуемость частицы, ρ – поверхностная плотность заряда;
- г) $\rho \cdot r \cdot E_p$, где r – радиус коллоидной частицы.

5. Какой символ пропущен в формуле для расчета критической напряженности электрического поля

$$E_{\text{кр.}} = \frac{4\pi \dots}{\epsilon_0} ?$$

а) σ_s ;

б) r ;

в) E_r ;

г) ζ .

6. Изменение концентрации ионов в катодном или анодном пространствах электролизера в результате миграции через диафрагму равно:

а) $\frac{I}{F \cdot V_{a,k}} \int_0^t n_i \cdot dt$, где n_i – число переноса i -го иона;

б) $\frac{1}{F} \int_0^{\Delta T} d\Delta T$, где ΔT – расход тока;

в) $\frac{1}{F} \cdot B_t \int_0^{\Delta T} n_i d\Delta T$, где B_t – выход по току;

7. Уравнение $\frac{\partial c}{\partial t} = -U \mathbf{grad} c + \mathbf{D} \nabla^2 c - \mathbf{w}$ это:

а) Уравнение переноса тепла;

б) 1-й закон Фика;

в) 2-й закон Фика;

г) Уравнение конвективного переноса;

д) Уравнение материального баланса;

е) Уравнение переноса импульса;

ж) Уравнение скорости химической реакции.

8. В уравнении $\frac{\partial c}{\partial t} = -U \mathbf{grad} c + \mathbf{D} \nabla^2 c - \mathbf{w}$ слагаемые в правой части означают (расставить по порядку):

-изменение концентрации за счет протекания химической реакции;

- конвективная составляющая;

- диффузионная составляющая.

9. Основные характеристики диафрагм:

1. пористость;

2. электрическое сопротивление;

3. радиус пор;

4. удельный вес диафрагмы;

5. длина пор;

6. число пор на единицу поверхности;

7. гидравлическое сопротивление;

8. удельный объем материала диафрагмы;
 9. коэффициент извилистости пор;
 10. Скорость фильтрационного потока по радиусу капилляра выражается одним из уравнений:

1. $\overline{V_r} = 2\overline{V_\phi} \left(1 - \frac{r^2}{r_0^2}\right);$
2. $\overline{V_r} = 2\overline{V_\phi} \left(1 - \frac{r}{r_0}\right);$
3. $\overline{V_r} = 2\overline{V_\phi} \left(1 + \frac{r}{r_0}\right);$
4. $\overline{V_r} = 2\overline{V_\phi} \left(1 - \frac{\Pi}{\beta^2}\right)$

11. Для уменьшения попадания щелочи в анодное пространство хлорного электролизера необходимо, чтобы:

1. диффузионный и миграционный потоки совпадали;
2. диффузионный и миграционный потоки были направлены противоположно;
3. фильтрационный и миграционный потоки были направлены противоположно;
4. фильтрационный и миграционный потоки совпадали.

12. Параболический закон Пуазейля определяет

1. падение напряжения в диафрагме при ее работе в фильтрующем режиме;
2. распределение концентрации компонентов электролита по толщине диафрагмы;
3. распределение концентрации компонентов электролита по сечению капилляра;
4. поле скоростей жидкости в капилляре при фильтрующем режиме работы;
5. поле скоростей жидкости в капилляре при миграционном движении ионов.

13. Катиониты имеют ионообменные группы

1. $R_n(SO_3H)_m;$
2. $R_n(NH_3^+OH^-)_m$

14. Аниониты имеют ионообменные группы

1. $R_n(NH_3^+OH^-)_m$
2. $R_n(SO_3H)_m$

11.3.3 Примерные задачи для практических занятий:

1. Составить электродный баланс для системы с двумя электрохимически активными катионами и электрохимически неактивным анионом.
2. Произвести расчет изменения кислотности и щелочности в катодном и анодном пространствах диафрагменного электролизера с электролитом на основе раствора сульфата меди. Ток на электролизер – 5 А, время электролиза – 1 час, число переноса ионов меди – 0,36, объемы катодного и анодного пространств – 0,2 литра.
3. Рассчитать значение Eh для системы Fe^{2+}/Fe^{3+} при соотношении их концентраций 2:1 и pH, равном 3.
4. Рассчитать распределение тока в пористом углеродном электроде при осаждении меди из кислого раствора сульфата меди концентрацией 0,1 моль/л. Катодная плотность тока 10 mA/cm^2 , начальная пористость катода – 0,9, плотность тока обмена – $1 \cdot 10^{-3} A/cm^2$, число переноса ионов меди – 0,1. Проводимость материала диафрагмы $0,2 \text{ Ом}^{-1} \text{ см}^{-1}$. Удельная поверхность электрода $100 \text{ см}^2/\text{см}^3$. Процесс – стационарный.
5. На основании условий задачи 4 рассчитать количество осажденного металла в разных зонах электрода и изменение его пористости через 2 часа после начала процесса.

11.3.4 Темы рефератов:

1. Коагулянты. Принцип действия и способы их введения. Конструкции аппаратов. Схема очистки стоков.
2. Флокуляция. Типы флокулянтов, принцип действия. Способ введения. Конструкции аппаратов. Схема очистки стоков.
3. Электролитическая коагуляция. Процессы, происходящие в стружечном электрокоагуляторе при очистке от ионов Cr(VI). Электродные балансы. Конструкции аппаратов. Схема очистки стоков.
4. Флотация. Электрофлотация. Особенности электрохимического выделения пузырьков газа и их влияние на процесс электрофлотации примесей. Электродные балансы. Конструкции электрофлотаторов. Схема очистки стоков.
5. Электродиализ. Схемы распределения потоков жидкости в электродиализаторах с 5 ячейками. Электродные балансы. Конструкции. Схема очистки стоков.
6. Электрофорез. Применение электрофореза для отделения примесей коллоидной степени дисперсности. Схемы распределения потоков жидкости в установке электрофореза. Электродные балансы. Конструкции. Электрофорезные покрытия металлов.
7. Электроосмос. Применение электроосмоса для отделения примесей ионов и нефтепродуктов. Схемы распределения потоков жидкости в установке электроосмоса. Электроосматическая сушка.
8. Электрообеззараживание воды. Выбор материала электродов. Электродные балансы. Конструкция установки.
9. Процессы, происходящие при электрофлотокоагуляции. Электродные балансы. Конструкция установки. Схема очистки стоков.
10. Электрохимическая деструкция. Выбор типа электродов. Влияние условий электролиза на окисление органических примесей.