

МИНИСТЕРСТВО ОБРАЗОВАНИЯ И НАУКИ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ

Кемеровский государственный университет
Институт фундаментальных наук



УТВЕРЖДАЮ
Директор ИФН

А.М. Гудов
_____ 2018 г.

Рабочая программа дисциплины
Химическая термодинамика

Направление подготовки
04.03.01 «Химия»

Направленность (профиль) подготовки
Химия твердого тела и материаловедение
Физическая химия

Уровень
бакалавриата

Форма обучения
очная

Кемерово 2018

Рабочая программа дисциплины «Физическая химия. Электрохимия» рассмотрена на заседании кафедры органической и физической химии (протокол № 5 от 24 января 2018 г.)

Рабочая программа дисциплины «Физическая химия. Электрохимия» рекомендована Научно-методическим советом института фундаментальных наук (протокол № 6 от 29.01.2018).

Рабочая программа дисциплины «Физическая химия. Электрохимия» утверждена Учёным советом института фундаментальных наук (протокол № 6 от 12.02.2018).

СОДЕРЖАНИЕ

1. Перечень планируемых результатов обучения по дисциплине, соотнесенных с планируемыми результатами освоения образовательной программы по направлению <i>04.03.01 Химия</i>	4
2. Место дисциплины в структуре ООП бакалавриата	6
3. Объем дисциплины «Физическая химия. <i>Электрохимия</i> » в зачетных единицах с указанием количества академических часов, выделенных на контактную работу обучающихся с преподавателем (по видам занятий) и на самостоятельную работу обучающихся.....	6
3.1. Объем дисциплины по видам учебных занятий (в часах).....	6
4. Содержание дисциплины, структурированное по темам (разделам) с указанием отведенного на них количества академических часов и видов учебных занятий	7
4.1. Разделы дисциплины и трудоемкость по видам учебных занятий (в академических часах).....	7
4.2. Содержание дисциплины, структурированное по темам (разделам).....	9
5. Перечень учебно-методического обеспечения для самостоятельной работы обучающихся по дисциплине	10
6. Фонд оценочных средств для проведения промежуточной аттестации обучающихся по дисциплине	11
6.1 Паспорт фонда оценочных средств по дисциплине	11
6.2 Типовые контрольные задания или иные материалы.....	11
6.3 Методические материалы, определяющие процедуры оценивания знаний, умений, навыков и (или) опыта деятельности, характеризующие этапы формирования компетенций	23
7. Перечень основной и дополнительной учебной литературы, необходимой для освоения дисциплины	24
а) основная учебная литература:	25
б) дополнительная учебная литература:	26
8. Перечень ресурсов информационно-телекоммуникационной сети "Интернет", необходимых для освоения дисциплины	26
9. Методические указания для обучающихся по освоению дисциплины	26
10. Перечень информационных технологий, используемых при осуществлении образовательного процесса по дисциплине	29
11. Описание материально-технической базы, необходимой для осуществления образовательного процесса по дисциплине	29
12. Иные сведения и (или) материалы	29
12.1. Особенности реализации дисциплины для лиц с ограниченными возможностями здоровья	29
12.2. Перечень образовательных технологий, используемых при осуществлении образовательного процесса по дисциплине	31

1. Перечень планируемых результатов обучения по дисциплине, соотнесенных с планируемыми результатами освоения образовательной программы по направлению *04.03.01 Химия*

В результате освоения ООП бакалавриата обучающийся должен овладеть следующими результатами обучения по дисциплине:

<i>Код компетенции</i>	Результаты освоения ООП <i>Содержание компетенций</i>	Перечень планируемых результатов обучения по дисциплине
ОПК-1	способностью использовать полученные знания теоретических основ фундаментальных разделов химии при решении профессиональных задач;	<p>Знать: теоретические основы, проблемы развития конкретной области профессиональной деятельности (физической химии))</p> <p>Уметь: описывать свойства и основные области применения веществ на основе их строения, применять знания о вредных и опасных свойствах веществ при работе с ними</p> <p>Владеть: методологией физико-химического анализа веществ, процессов и промышленного производства</p>
ОПК-2	владением навыками проведения химического эксперимента, основными синтетическими и аналитическими методами получения и исследования химических веществ и реакций);	<p>Знать: Физические методы исследования и физико-химические методы определения физических величин.</p> <p>Уметь: Осуществлять химический эксперимент о предлагаемой методике. Анализировать и интерпретировать полученные экспериментальные результаты.</p> <p>Владеть: Техникой эксперимента. Приемами выполнения эксперимента по заданной методике измерения физических величин с заданной точностью.</p>
ОПК-6	знанием норм техники безопасности и умением реализовать их в лабораторных и технологических условиях	<p>Знать: назначение, нормы техники безопасности и принципы работы на современной учебно-научной аппаратуре.</p> <p>Уметь: использовать аппаратуру для выполнения конкретной экспериментальной задачи с учетом норм техники безопасности.</p> <p>Владеть: навыками работы на современной учебно-научной аппаратуре при проведении химических экспериментов.</p>
ПК-1	способностью выполнять стандартные операции по предлагаемым методикам	Знать: правила хранения химических реактивов; правила безопасной работы с химическими веществами и ионизирующим излучением; и очистки химических

		<p>веществ.</p> <p>Уметь: планировать химический эксперимент, прогнозировать результаты эксперимента, анализировать полученные экспериментальные данные, интерпретировать полученные экспериментальные результаты, оценивать эффективность экспериментальных методов, описывать свойства полученных химических соединений, выбирать метод исследования, методику проведения эксперимента в соответствии с поставленными задачами.</p> <p>Владеть: техникой эксперимента; приемами выполнения эксперимента по заданной либо выбранной методике; техникой измерения физических величин с заданной точностью; приемами измерения аналитического сигнала.</p>
ПК-3	владением системой фундаментальных химических понятий;	<p>Знать: основы фундаментальных разделов химии: физической химии (основы термодинамики, теории растворов и фазовых равновесий, химической кинетики и катализа, электрохимии); Уметь: применять теоретические знания для решения конкретных задач в химии; пользоваться современными представлениями основных разделов естественных наук для объяснения специфики поведения химических соединений; использовать данные по строению веществ и соединений для изучения их свойств; использовать структурные данные в химическом исследовании.</p> <p>Владеть: методами и способами синтеза веществ; навыками описания свойств веществ; методологией выбора методов анализа, приемами их применения; методологическими приемами анализа; основами теории фундаментальных разделов химии; навыками решения конкретных теоретических и экспериментальных задач.</p>
ПК-7	владением методами безопасного обращения с химическими материалами с учетом их физических и химических свойств	<p>Знать: свойства химических материалов, методы безопасного обращения с химическими материалами с учетом их физических и химических свойств</p> <p>Уметь: использовать методы безопасного обращения с химическими материалами с учетом их физических и химических свойств</p> <p>Владеть: методами безопасного обращения с химическими материалами с учетом их физических и химических свойств</p>

2. Место дисциплины в структуре ООП бакалавриата

Физическая химия представляет собой теоретический фундамент современной химии. В свою очередь, химия является важнейшей составной частью естествознания. Поэтому физико-химические теории химических процессов используют для решения самого широкого круга современных научных и технических проблем.

Перечисленные дисциплины входят составной частью в федеральный государственный образовательный стандарт ФГОС ВПО в базовую часть профессионального цикла

Методология преподавания дисциплины «Физическая химия» (модуль «Электрохимия») предполагает тесную связь с другими дисциплинами: неорганической химией, органической химией, физикой, квантовой механикой, математикой.

Студенты, выбирая различные профили подготовки на старших курсах, широко применяют физическую химию при выполнении научных исследований, завершающихся выполнением выпускной квалификационной работы.

Дисциплина изучается на 3 курсе в 5 семестре.

3. Объем дисциплины «Физическая химия. Электрохимия» в зачетных единицах с указанием количества академических часов, выделенных на контактную работу обучающихся с преподавателем (по видам занятий) и на самостоятельную работу обучающихся

Общая трудоемкость (объем) дисциплины составляет 6 зачетных единиц, 252 часа.

3.1. Объем дисциплины по видам учебных занятий (в часах)

Вид учебной работы	Всего часов
Общая трудоемкость дисциплины	216
Контактная работа обучающихся с преподавателем (по видам учебных занятий) (всего)	
Аудиторная работа (всего):	108
в т. числе:	
Лекции	36
Практические занятия	36
Лабораторные работы	36
Внеаудиторная работа (всего):	108
В том числе - индивидуальная работа обучающихся с преподавателем:	
Творческая работа (индивидуальные задания)	36
Самостоятельная работа обучающихся (всего)	72
Вид промежуточной аттестации обучающегося (зачет/экзамен)	36 экзамен

4. Содержание дисциплины, структурированное по темам (разделам) с указанием отведенного на них количества академических часов и видов учебных занятий

4.1. Разделы дисциплины и трудоемкость по видам учебных занятий (в академических часах)

№ п/п	Раздел дисциплины	Общая трудоемкость (час.)	Виды учебных занятий, включая самостоятельную работу обучающихся и трудоемкость (в часах)				Формы текущего контроля успеваемости
			аудиторные учебные занятия			Самостоятельная работа обучающихся	
			лекции	практ.	лр.		
		всего					
1	Теоретическая электрохимия	32	Лекции №1-5, 10 ч.	Занятия №1-3 12 ч.		10 ч.	Контрольные вопросы, контрольная работа, индивидуальные задания, коллоквиум, экзамен
2	Термодинамика гальванического элемента	17	Лекция №6 2 ч.	Занятия № 4,5 8 ч.	6 ч.	1 ч.	Контрольные вопросы, индивидуальные задания, защита лабораторных работ, коллоквиум, экзамен
3	Химические равновесия в растворах электролитов	54	Лекции №7, 8 4 ч.	Занятия № 6 4ч.	26 ч.	20 ч.	Контрольные вопросы, индивидуальные задания, защита лабораторных работ, коллоквиум, экзамен
4	Электропроводность растворов электролитов	21	Лекции №9, 10	Занятия № 7,	4 ч.	9ч.	Контрольные вопросы, индивидуаль-

			4 ч.	4 ч.			ные задания, защита лабораторных работ, коллоквиум, экзамен
5	Электродные потенциалы	29	Лекция №11, 12 4 ч.	Занятия № 8, 4ч.		11 ч.	Контрольные вопросы, индивидуальные задания, защита лабораторных работ, коллоквиум, экзамен
6	Двойной электрический слой и явления адсорбции на границе электрод-раствор	11	Лекция №13, 14 3 ч.	Занятия № 9 4 ч.		4 ч.	Контрольные вопросы, индивидуальные задания, защита лабораторных работ, коллоквиум, экзамен
7	Поляризация электродов	16	Лекция №14-17 6ч.			10 ч.	Контрольные вопросы, индивидуальные задания, защита лабораторных работ, коллоквиум, экзамен
8	Прикладная электрохимия	10	Лекция №17, 18 3 ч.			7 ч.	Контрольные вопросы, индивидуальные задания, защита лабораторных работ, коллоквиум, экзамен

4.2 Содержание дисциплины, структурированное по темам (разделам)

№	Наименование раздела дисциплины	Содержание
1	Термодинамика растворов электролитов	
<i>1.1. Содержание лекционного курса</i>		
1.1.1	Теоретическая электрохимия	Химический потенциал и активность электролита в растворе. Теория Дебая-Хюккеля. Методы определения активности электролитов. Условные термодинамические функции ионов. Гидратация ионов.
1.1.2	Термодинамика гальванического элемента	Определение теплового эффекта методом ЭДС. Стандартная ЭДС и константа равновесия. Уравнение Нернста.
1.1.3	Химические равновесия в растворах электролитов	Кислотно-основные равновесия. Определения констант диссоциации одноосновных кислот (потенциометрический, спектрофотометрический и рН-метрический методы).
1.1.4	Электродные потенциалы	Межфазный потенциал. Электрохимический потенциал иона. Электродные скачки потенциала. Потенциал электрода. Уравнение Нернста. Стандартные электродные потенциалы. Окислительно-восстановительные системы. Водородный электрод. Измерение рН. Стеклоэлектрод. Применение потенциометрических методов в химических исследованиях.
<i>1.2. Темы практических занятий</i>		
1.2.1	Расчет коэффициентов активности в растворах электролитов.	Расчет коэффициентов активности разбавленных растворов электролитов по теории Дебая-Хюккеля-Робинсона-Стокса.
1.2.2	Равновесие в растворах электролитов.	Расчет кислотно-основных равновесий.
1.2.3	Условные термодинамические функции ионов.	Расчет растворимости, равновесных составов, кривых титрования по термодинамическим данным.
1.2.4	Стандартные электродные потенциалы.	Расчет стандартных электродных потенциалов, коэффициентов активности электролитов по методу Хичкока.
1.2.5	Термодинамика гальванического элемента.	Расчет термодинамических функций обратимых окислительно-восстановительных реакций по потенциометрическим данным
1.2.6	ЭДС гальванического элемента.	Расчет термодинамических функций обратимых окислительно-восстановительных реакций по потенциометрическим данным
<i>1.3. Темы лабораторных занятий</i>		
1.3.1.	Потенциометрия	Определение коэффициента активности и стандартного электродного потенциала соляной кислоты методом ЭДС. Определение константы ионизации низкоосновных кислот (муравьиной, уксусной, бензойной) потенциометрическим методом.
1.3.2	Спектрофотометрия	Определение константы ионизации низкоосновной кислоты (2,4-динитрофенола) спектрофотометрическим методом.
2	Процессы переноса в растворах электролитов	
<i>2.1. Содержание лекционного курса</i>		
2.1.1	Электропроводность растворов электролитов	Удельная и эквивалентная электропроводность раствора электролита. Правила Кольрауша. Ионная электропроводность. Подвижность ионов и ее связь с ионной электропроводно-

№	Наименование раздела дисциплины	Содержание
		стью. Числа переноса. Определение чисел переноса методом подвижной границы. Зависимость подвижности от вязкости раствора, размеров и заряда иона. Теория Дебая-Онзагера. Эффект Дебая-Фалькенгагена. Эффект Вина. Предельная эквивалентная электропроводность и коэффициент диффузии иона. Применение кондуктометрии в исследованиях.
2.1.2	Двойной электрический слой	Двойной электрический слой и явления адсорбции на границе электрод-раствор. Модельные представления о строении двойного электрического слоя.
2.1.3	Поляризация электродов	Электролиз и законы Фарадея. Поляризация электродов и ее причины. Стадии электрохимического процесса. Понятие лимитирующей стадии. Основные уравнения диффузионной кинетики. Зависимость тока от потенциала в условиях замедленной стационарной диффузии. Перенапряжение. Уравнение Тафеля. Теория рекомбинации, теория замедленного разряда и ее современное обоснование. Ток обмена и перенапряжение. Влияние состава раствора и природы металла на перенапряжение выделения водорода.
<i>2.2. Темы практических занятий</i>		
2.2.1	Электропроводность	Расчет электропроводности и чисел переноса в растворах электролитов.
2.2.2	Кинетика электродных процессов	Расчет кинетики катодного восстановления протона из кислых водных растворов в рамках теорий замедленной рекомбинации и замедленного разряда.
<i>2.3. Темы лабораторных занятий</i>		
2.3.1	Кондуктометрия	Определение константы ионизации низкоосновных кислот (муравьиной, уксусной, бензойной) кондуктометрическим методом.
3	Прикладная электрохимия	
	3.1. Содержание лекционного курса	
3.1.1	Электрохимические источники тока	Гальванические элементы, аккумуляторы, топливные элементы, электрохимические генераторы.
3.1.2	Коррозия металлов	Термодинамика и кинетика кислородной коррозии металлов

5. Перечень учебно-методического обеспечения для самостоятельной работы обучающихся по дисциплине

1. Учебно-методический комплекс по дисциплине, размещенный на сайте факультета.
2. Слайд-лекции по дисциплине.
3. Физическая химия. Часть II. Электрохимия. Методические указания к индивидуальным заданиям/ Г.Н. Альтшулер, Т.В. Подгорнова; ФГБОУ ВПО «Кемеровский государственный университет». – Кемерово, 2012. – 60 с.
4. Оцифрованные учебные и научно-популярные кинофильмы.

6. Фонд оценочных средств для проведения промежуточной аттестации обучающихся по дисциплине

6.1 Паспорт фонда оценочных средств по дисциплине

№ п/п	Контролируемые разделы (темы) дисциплины (результаты по разделам)	Код контролируемой компетенции (или её части)	Наименование оценочного средства
1.	Термодинамика растворов электролитов	ОПК 1, ОПК 2, ОПК 3. ПК 1, ПК 3, ПК 7.	защита лабораторных работ, контрольная работа, индивидуальные задания, коллоквиум, экзамен
2.	Процессы переноса в растворах электролитов	ОПК 1, ОПК 2, ОПК 3, ПК 1, ПК 3, ПК 7.	защита лабораторных работ, индивидуальные задания, коллоквиум, экзамен
3.	Прикладная электрохимия	ОПК 1, ОПК 2, ОПК 3, ПК 1, ПК 3, ПК 7.	экзамен

6.2 Типовые контрольные задания или иные материалы

6.2.1 Индивидуальные задания

ЗАДАНИЕ №1

Задача 1.

Вычислить среднеионный коэффициент активности хлорида натрия в водном растворе по криоскопическим данным для растворов следующих моляльных концентраций (m). Криоскопическая постоянная воды равна 1,86.

№	m	$\Delta T_{\text{зам}}$		№	m	$\Delta T_{\text{зам}}$	
1	0,05	0,1744	0,0642	11	0,55	1,8619	0,1336
2	0,10	0,3473	0,0715	12	0,60	2,0302	0,1371
3	0,15	0,5202	0,0860	13	0,65	2,1990	0,1402
4	0,20	0,6930	0,0968	14	0,70	2,3678	0,1432
5	0,25	0,8575	0,1038	15	0,75	2,5377	0,1456
6	0,30	1,0219	0,1110	16	0,80	2,7076	0,1480
7	0,35	1,1897	0,1163	17	0,85	2,8776	0,1503
8	0,40	1,3575	0,1216	18	0,90	3,0480	0,1526
9	0,45	1,5255	0,1259	19	0,95	3,2196	0,1545
10	0,50	1,6935	0,1301	20	1,00	3,3912	0,1564

Задача 2.

Среднеионный коэффициент активности соляной кислоты для 1 М раствора HCl равен 0,811; парциальное давление хлористого водорода над 1 М раствором HCl = 0,00035 мм рт. ст. Опреде-

лить среднеионный коэффициент активности для растворов соляной кислоты при 25⁰С по парциальному давлению над водным раствором HCl

№	Масс% HCl	P _{HCl} мм.рт.ст	№	Масс% HCl	P _{HCl} Мм.рт.ст
1	10	0,0067	11	24	1,4900
2	11	0,0072	12	26	5,0000
3	12	0,0120	13	28	7,0500
4	14	0,0362	14	30	15,100
5	15	0,0560	15	32	37,500
6	16	0,0780	16	34	68,500
7	18	0,1480	17	36	135
8	20	0,3200	18	38	270
9	21	0,7300	19	40	515
10	22	1,0000	20	42	900

Задача 3.

По данным о моляльности m и среднем ионном коэффициенте активности γ_{\pm} электролита А вычислите среднюю ионную концентрацию m_{\pm} , среднеионную активность a_{\pm} и активность a_B .

вещество	m моль/1000г H ₂ O	γ_{\pm}	№	вещество	m моль/1000г H ₂ O	γ_{\pm}
CaCl ₂	1	0,500	11	AlCl ₃	0,5	0,331
Ca(NO ₃) ₂	2	0,347	12	LaCl ₃	1,5	0,515
MgI ₂	3	7,81	13	SrCl ₂	3,5	1,504
MgBr ₂	4	12	14	Ti(NO ₃) ₄	4,5	0,772
Sr(ClO ₄) ₂	5	10,09	15	Cd(ClO ₄) ₂	5,5	41,3
CoI ₂	6	1,99	16	K ₃ [Fe(CN) ₆]	1	0,128
HCl	7	4,37	17	ZnI ₂	2	1,012
HClO ₄	8	11,83	18	Cr ₂ (SO ₄) ₃	0,3	0,0238
LiBr	9	12,92	19	Th(NO ₃) ₄	0,4	0,192
NaOH	10	3,46	20	Ba(ClO ₄) ₂	5	2,13

Задача 4.

4.1. Водный раствор K₂SO₄, моляльность которого 0,4, замерзает при -1,52⁰С. Считая, что i не зависит от температуры, определить давление пара раствора при 20⁰С и его нормальную температуру кипения. Давление пара воды при 20⁰С равно 17,54 мм рт. ст. Эбуллиоскопическая константа для воды 0,51⁰, криоскопическая - 1,86⁰.

4.2. Давление пара воды над раствором, содержащим 6,41 г MgCl_2 в 100 г H_2O , равно 736,1 мм рт.ст. при 100°C . Определить температуру кипения этого раствора, если эбуллиоскопическая константа для воды $0,51^\circ\text{C}$.

4.3. При 25°C давление пара водного раствора CoCl_2 при

$M = 2$ моль/1 кг H_2O равно 20 мм рт.ст. Давление пара водного раствора глицерина при $m = 2$ моль/1 кг H_2O равно 22,3 мм рт.ст. Давление пара воды равно 23,76 мм рт.ст. Найти осмотический коэффициент CoCl_2 в растворе.

4.4. Водный раствор $\text{K}_3[\text{Fe}(\text{CN})_6]$, моляльность которого 0,01, замерзает при $-0,062^\circ\text{C}$. Определить осмотический коэффициент, если криоскопическая константа для воды $K = 1,86^\circ$.

4.5. Водный раствор хлористого калия, содержащий 14,92 г KCl в 1000 г H_2O , замерзает при $-0,680^\circ\text{C}$. Определить осмотический коэффициент и изотонический коэффициент Вант-Гоффа, если криоскопическая константа для воды равна $1,86^\circ$.

4.6. Раствор, содержащий 2,45 г H_2SO_4 в 500 г H_2O , замерзает при $-0,2055^\circ\text{C}$. Криоскопическая константа для воды $1,86^\circ$. Определить коэффициент Вант-Гоффа и осмотический коэффициент.

4.7. Водный раствор хлористого аммония, моляльность которого 0,1 замерзает при $-0,344^\circ\text{C}$. Определить его температуру кипения, если для воды криоскопическая константа $1,86^\circ$, эбуллиоскопическая константа $0,51^\circ$.

4.8. Водный 7,5%-ный раствор хлорида кальция кипит при нормальном атмосферном давлении $1,0133 \cdot 10^5$ Па и 374 К. Вычислить изотонический коэффициент i . Давление пара воды при 374 К равно $1,05 \cdot 10^5$ Па.

4.9. Определить процентную концентрацию водного раствора глицерина, если давление пара этого раствора равно давлению пара раствора, содержащего 0,0089 кг NaNO_3 в 1 кг воды. Кажущаяся степень диссоциации NaNO_3 в указанном растворе равна 64,9 %.

4.10. Давление пара раствора, содержащего $2,21 \cdot 10^3$ кг CaCl_2 и 0,1 кг воды при 293 К, равно 2319,8 Па, а давление пара воды при той же температуре 2338,5 Па. Вычислить кажущуюся молярную массу и кажущуюся степень диссоциации.

4.11. Чистая вода кипит при $T = 373,2$ К и атмосферном давлении. Определить температуру кипения раствора, содержащего $3,291 \cdot 10^3$ кг хлорида кальция в 0,1 кг воды. Кажущаяся степень диссоциации CaCl_2 в указанном растворе 68 %. Эбуллиоскопическая константа для воды $0,51^\circ$.

4.12. Определить кажущуюся степень диссоциации HIО_3 в растворе, содержащем $0,506 \cdot 10^{-3}$ кг HIО_3 в $22,48 \cdot 10^{-3}$ кг этилового спирта. Раствор кипит при 351,624 К, чистый этиловый спирт кипит при 351,46 К. Молярное повышение температуры кипения спирта $1,19^\circ$.

4.13. Определить концентрацию водного раствора глюкозы, если этот раствор при 291 К изотоничен с раствором, содержащим $0,5 \cdot 10^3$ моль/м³ CaCl₂, причем кажущаяся степень диссоциации последнего при указанной температуре составляет 65,4%.

4.14. Вычислить температуру замерзания раствора, содержащего $7,308 \cdot 10^{-3}$ кг хлорида натрия в 0,250 кг воды, если при 291 К осмотическое давление этого раствора $2,1077 \cdot 10^6$ Па, плотность $1 \cdot 10^3$ кг/м³, $i_{\text{плавл}} = 333,48 \cdot 10^3$ Дж/кг.

4.15. Раствор, содержащий 0,001 моль хлорида цинка в 1 кг воды, замерзает при 273,1545 К, а раствор с концентрацией 0,0819 моль/кг H₂O - при 272,7746 К. Вычислить изотонический коэффициент i . Криоскопическая константа для воды $1,86^0$.

4.16. Раствор, содержащий $1,632 \cdot 10^{-3}$ кг трихлоруксусной кислоты в 0,1 кг бензола, кристаллизуется при температуре на $0,350^0$ ниже, чем чистый бензол. Определить, происходит ли диссоциация или ассоциация трихлоруксусной кислоты в бензольном растворе, и в какой степени. Молярное понижение температуры кристаллизации бензола равно $5,16^0$.

4.17. Раствор, содержащий 1,5 г KCl в 100 г воды, замерзает при $-0,684^0$ С. Определить изотонический коэффициент и давление паров воды над этим раствором при 25^0 С. Давление паров чистой воды при 25^0 С равно 23,76 мм рт.ст.

4.18. Раствор, содержащий 0,171 г H₂SO₄ в 1000 г воды, замерзает при $-0,0054^0$ С. Криоскопическая постоянная воды $1,86^0$. Определить изотонический коэффициент.

4.19. Определить температуру замерзания раствора, температуру кипения и давление паров воды над 0,08 моляльным раствором хлоруксусной кислоты при 25^0 С, если она диссоциирует на 13%. Давление паров воды при 25^0 С равно 23,756 мм рт.ст. Криоскопическая постоянная воды $1,86^0$, эбуллиоскопическая постоянная воды $0,512^0$.

4.20. Определить степень диссоциации дихлоруксусной кислоты, если молекула диссоциирует в растворе на два иона. Температура замерзания 0,1 моляльного водного раствора дихлоруксусной кислоты $-0,278^0$ С.

Задача 5.

Приведена растворимость труднорастворимого соединения при 25^0 С в чистой воде и в присутствии различных количеств сильного электролита. Определить, в какой мере полученные результаты согласуются с предельным законом Дебая-Хюккеля. Вычислить среднеионные коэффициенты активности труднорастворимого соединения в растворах.

№	электролит	Концентрация электролита, моль/дм ³			
1	$C(\text{KNO}_3) \cdot 10^2$	0	0,1301	0,6503	7,0506
	$C(\text{AgIO}_3) \cdot 10^4$	1,771	1,828	1,914	2,301
2	$C(\text{KNO}_3) \cdot 10^2$	0	0,3552	1,4100	19,980
	$C(\text{AgIO}_3) \cdot 10^4$	1,771	1,870	1,999	2,665
3	$C(\text{KCl}) \cdot 10^2$	0,49	1,257	2,565	4,081

	$C(TiO_4) \cdot 10^3$	1,930	2,025	2,158	2,266
4	$C(KNO_3) \cdot 10^1$	0	0,20	0,25	1
	$C(TiCl) \cdot 10^2$	1,611	1,725	1,745	1,925
5	$C(KNO_3) \cdot 10^1$	0	0,5	1	2
	$C(Co(NH_3)_6 \cdot Fe(CN)_6) \cdot 10^5$	2,900	3,292	3,586	4,080
6	$C(NaCl) \cdot 10^2$	0	0,03	0,5	2
	$C(MA) \cdot 10^3$	0,4900	0,4935	0,5220	0,5646
7	$C(NaCl) \cdot 10^2$	0	0,1	0,5	1
	$C(MA) \cdot 10^3$	0,4900	0,5000	0,5220	0,5396



Задача 6.

Рассчитать растворимость труднорастворимого соединения:

а) в воде при 25^0C и 50^0C ;

б) в присутствии индифферентного 1:1 электролита при 25^0C ,

$I=0,01$;

в) в присутствии неиндифферентного электролита при 25^0C , $I=0,01$ (смотри таблицу):

№	вещество	Электролит неиндифферентный	№	вещество	Электролит неиндифферентный
1	AgBr	AgNO ₃	11	Hg ₂ Cl ₂	NaCl
2	AgI	AgNO ₃	12	Hg ₂ SO ₄	HgNO ₃
3	Ag ₂ S	AgNO ₃	13	NiS	NiCl ₂
4	BaSO ₄	BaCl ₂	14	PbCl ₂	NaCl
5	CaCO ₃	CaCl ₂	15	PbI ₂	Pb(NO ₃) ₂
6	CaHPO ₄	CaCl ₂	16	PbS	Pb(NO ₃) ₂
7	Ca(OH) ₂	CaCl ₂	17	PbSO ₄	Pb(NO ₃) ₂
8	CaSO ₄	CaCl ₂	18	TiCl	NaCl
9	CuCl	NaCl	19	Zn(OH) ₂	NaOH
10	Hg ₂ Br ₂	NaBr	20	ZnS	ZnCl ₂

Задача 7.

7.1. Вычислить константу диссоциации NH₄OH, если при данной температуре 0,1 М раствор имеет pH = 11,27. Ионное произведение воды при этой температура $K_w=0,71 \cdot 10^{-14}$.

7.2. Рассчитать концентрацию ионов водорода в растворе, содержащем в 1 дм³ 0,1 моль уксусной и 0,1 моль хлоруксусной кислоты при 298 К. Значения констант диссоциации этих кислот возьмите из справочника.

7.3. Термодинамическая константа диссоциации α-хлорпикриновой кислоты при 25^0C равна $1,47 \cdot 10^{-3}$. Вычислить степень диссоциации кислоты в 0,010 М водном растворе при

25° С. Для определения коэффициентов активности используйте предельный закон Дебая-Хюккеля.

7.4. Константа диссоциации 2- тиофенкарбоновой кислоты (C_6H_3SCOOH или HA) $K_a = 3,3 \cdot 10^{-4}$ при 25°С. Определите долю HA , продиссоциировавшую в 0,200 М водном растворе HA , содержащем, кроме того 1,00М $MgCl_2$. Используйте разумное приближение при расчете коэффициентов активности, но не допускайте, чтобы они были равны единице.

7.5. Сколько воды нужно прибавить к 0,5 дм³ 0,1 М раствора уксусной кислоты, чтобы степень диссоциации ее увеличилась в два раза.

7.6. Вычислите кажущуюся степень диссоциации 1/32 мольного раствора $Ba(OH)_2$, если рН его равен 12,16.

7.7. Определите концентрацию в моль/дм³ раствора гидроксида аммония, если рН его равен 11,6, а степень диссоциации NH_4OH 0,4 %.

7.8. Определите рН раствора уксусной кислоты, если $K = 1,8 \cdot 10^{-5}$, а степень диссоциации 2,5%.

7.9. Вычислите концентрацию ионов водорода и рН 0,04 М раствора синильной кислоты, если константа диссоциации HCN равна $7,2 \cdot 10^{-10}$. Найдите значения тех же величин для раствора, содержащего по 0,04 моль/дм³ синильной кислоты и цианида калия.

7.10. Определите рН буферной смеси, приготовленной сливанием 15 мл 0,5 М раствора CH_3COOH с 25 мл 0,2 М раствора CH_3COONa . $K(CH_3COOH) = 1,8 \cdot 10^{-5}$.

7.11. В каком соотношении нужно смешать 0,4 М раствор CH_3COOH с 0,1 М раствором CH_3COONa , чтобы рН полученного раствора был равен 4,44. $K(CH_3COOH) = 1,8 \cdot 10^{-5}$.

7.12. Сколько миллилитров 0,2 М раствора уксусной кислоты нужно прибавить к 50 мл 0,25 М раствора CH_3COONa , чтобы рН полученного раствора был равен 6? $K(CH_3COOH) = 1,8 \cdot 10^{-5}$.

7.13. Сколько миллилитров 0,5 М раствора хлорида аммония нужно прибавить к 20 мл 0,2 М раствора аммиака, чтобы рН полученного раствора был равен 9,2? $K(NH_4OH) = 1,8 \cdot 10^{-5}$.

7.14. Сколько безводного ацетата натрия нужно добавить к 0,5 л 1 М раствора уксусной кислоты, чтобы рН раствора стал равным 4? $K(CH_3COOH) = 1,8 \cdot 10^{-5}$.

7.15. Определите рН смеси аммиака и хлорида аммония, если она приготовлена из 0,1М растворов этих веществ в отношении 1: 9. $K(NH_4OH) = 1,8 \cdot 10^{-5}$.

7.16. Найти рН фосфатной буферной смеси, приготовленной из 50 мл 0,2 М раствора NaH_2PO_4 и 20 мл 0,4 М раствора Na_2HPO_4 . $K(Na_2HPO_4) = 1 \cdot 10^{-7}$.

7.17. К 25 мл 0,5 М раствора аммиака добавлено 25 мл 0,1 М раствора соляной кислоты. Определите рН полученного раствора, если $K(NH_4OH) = 1,8 \cdot 10^{-5}$.

7.18. К 100 мл 0,3 М раствора уксусной кислоты добавлено 30 мл 0,1 М раствора едкого натра. Найти рН полученного раствора, если $K(\text{CH}_3\text{COOH}) = 1,8 \cdot 10^{-5}$.

7.19. Чтобы изменить рН на 1 к 10 мл ацетатной буферной смеси потребовалось добавить 0,52 мл 1 М раствора щелочи. Найти буферную емкость этой смеси.

ЗАДАНИЕ №2

Задача 1.

Для элемента, составленного из водородного электрода в растворе электролита С с концентрацией С ммоль/1000 г и кало-мельного полуэлемента с концентрацией m_2 ммоль/1000 г, вычислите ЭДС и рН раствора, содержащего электролит С. Диффузионную ЭДС не учитывать. При 298 К стандартный потенциал каломельного электрода ($a(\text{Cl}^-) = 1$) равен 0,268 В, а ионное произведение воды $1,008 \cdot 10^{-14}$. Константы диссоциации слабых электролитов взять из справочника.

№	С	m_1	m_2	Р.атм	№	С	m_1	m_2	Р,атм
1	NH_4OH	0,5	0,35	0,50	11				
2	NH_4OH	1,0	0,4	1,00	12				
3					13				
4	NH_4OH	1,0	0,3	0,50	14				
5	HCl	0,01	0,1	0,20	15				
6	HCl	3	0,5	2,00	16				
7	NaOH	2	1,0	2,00	17	CH_3COOH	0,1	4	0,10
8	NaOH	8	1,5	2,00	18		1,0	0,2	0,10
9	HBr	0,95	4	0,20	19	CH_3COOH	0,3	0,3	2,00
10	HBr	1,0	0,45	0,20	20				

Задача 3

Воспользовавшись величинами стандартных электродных потенциалов (E^0), найти произведение растворимости соответствующих малорастворимых солей:

№	вещество	№	вещество
1	Pb	10	PbCl_2
2	Hg_2Cl_2	11	CdS
3		12	PbBr_2
4	AgBr	13	FeS
5	AgCl	14	PbSO_4
6	Hg_2SO_4	15	PbCO_3

7	Ag ₂ SO ₄	16	Hg ₂ I ₂
8	AgIO ₃	17	Cu ₂ S
9	CuI	18	ZnS

Задача 4

Как должны быть составлены элементы и полуэлементы, чтобы в них протекали реакции:

№	реакция
1	$Cd + CuSO_4 = Cu + CdSO_4$
2	$Ag^+ + I^- = AgI_{(тв)}$
3	$2Ag_{(тв)} + I_{2(тв)} = 2AgI_{(р-р)}$
4	$H_2 + Cl_2 = 2HCl$
5	$Zn + 2Fe^{3+} = Zn^{2+} + 2Fe^{2+}$
6	$H^+ + OH^- = H_2O$
7	$Li + 1/2F_2 = Li^+ + F^-$
8	$H_2 + 1/2O_2 = H_2O$
9	$2FeCl_3 + H_3AsO_3 + H_2O = 2FeCl_2 + H_3AsO_4 + 2HCl$
10	$Fe^{3+} + Cu^+ = Fe^{2+} + Cu^{2+}$
11	$Zn + Cd^{2+} = Zn^{2+} + Cd$
12	$Fe^{3+} + I^- = Fe^{2+} + 1/2I_2$
13	$2Fe^{3+} + Sn^{2+} = 2Fe^{2+} + Sn^{4+}$
14	$2Fe^{3+} + H_3AsO_2 + 2H_2O = 2Fe^{2+} + H_3AsO_3 + 2H^+$
15	$2Cu^{2+} + Sn^{2+} = 2Cu^+ + Sn^{4+}$
16	$1/2H_{2(г)} + AgCl_{(тв)} = Ag_{(тв)} + HCl_{(р-р)}$
17	$Zn + 2AgCl = ZnCl_2 + 2Ag$
18	$2Hg + 2ZnCl_2 = Hg_2Cl_2 + 2Zn$
19	$Cd + Cl_2 = CdCl_2$
20	$KMnO_4 + 5CrCl_2 + 8HCl = 5CrCl_3 + MnCl_2 + 4H_2O + KCl$

Задача 5

Для окислительно-восстановительного элемента типа



по стандартным электродным потенциалам полуэлементов (M) напишите уравнение и вычислите константу равновесия реакции окисления- восстановления. ЭДС элемента при 298 К, Укажите, можно ли практически изменить направление реакции за счет изменения концентраций компонентов. Считайте, что $a(H_2O) = 1; a(H^+) = 0, 2$.

№	A	B	C	D	a _A	a _B	a _C	a _D
1*	MnO ₄ ⁻	Mn ²⁺	Cr ³⁺	Cr ²⁺	0,10	0,02	0,01	0,01

2*	MnO ₄ ⁻	Mn ²⁺	H ₃ AsO ₄	HAsO ₂	0,005	0,015	0,001	0,03
3*	MnO ₄ ⁻	MnO ₄ ²⁻	MnO ₄ ⁻	Mn ²⁺	0,009	0,014	0,001	0,07
4*	MnO ₄ ⁻	Mn ²⁺	Sn ⁴⁺	Sn ²⁺	0,02	0,01	0,08	0,15
5	MnO ₄ ⁻	MnO ₄ ²⁻	V ³⁺	V ²⁺	0,018	0,005	0,1	0,15
6	Fe ³⁺	Fe ²⁺	Cr ³⁺	Cr ²⁺	0,005	0,15	0,1	0,001
7	[Fe(CN) ₆] ³⁻	[Fe(CN) ₆] ⁴⁻	Co ³⁺	Co ²⁺	0,06	0,06	0,04	0,005
8	Cr ³⁺	Cr ²⁺	Tl ³⁺	Tl ⁺	0,006	0,1	0,08	0,002
9	Co ³⁺	Co ²⁺	[Fe(CN) ₆] ³⁻	[Fe(CN) ₆] ⁴⁻	0,04	0,009	0,06	0,001
10*	Co ³⁺	Co ²⁺	MnO ₄ ⁻	Mn ²⁺	0,1	0,006	0,01	0,007
11	Co ³⁺	Co ²⁺	Cr ³⁺	Cr ²⁺	0,012	0,01	0,005	0,06
12*	Cu ²⁺	Cu ⁺	UO ₂ ²⁺	U ⁴⁺	0,007	0,016	0,002	0,05
13	Cu ²⁺	Cu ⁺	Sn ⁴⁺	Sn ²⁺	0,14	0,009	0,002	0,08
14*	H ₃ AsO ₄	HAsO ₂	MnO ₄ ⁻	MnO ₄ ²⁻	0,08	0,04	0,02	0,007
15*	H ₃ AsO ₄	HAsO ₂	V ³⁺	V ²⁺	0,15	0,005	0,005	0,01
16	V ³⁺	V ²⁺	Tl ³⁺	Tl ⁺	0,016	0,007	0,001	0,1
17*	Sn ⁴⁺	Sn ²⁺	H ₃ AsO ₄	HAsO ₂	0,06	0,008	0,04	0,003
18	Sn ⁴⁺	Sn ²⁺	Pu ⁴⁺	Pu ³⁺	0,08	0,06	0,007	0,005
19	Sn ⁴⁺	Sn ²⁺	Tl ³⁺	Tl ⁺	0,1	0,05	0,02	0,01
20	Ce ⁴⁺	Ce ³⁺	Co ³⁺	Co ²⁺	0,08	0,007	0,02	0,005

Задача 6

Для реакции, протекающей обратимо в гальваническом элементе, дано уравнение зависимости ЭДС от температуры. При заданной температуре Т вычислите ЭДС, изменение энергии Гиббса ΔG, изменение энтальпии ΔH, изменение энтропии ΔS, изменение энергии Гельмгольца ΔF и теплоту Q, выделяющуюся или поглощающуюся в этом процессе. Расчет производите для 1 моль реагирующего вещества.

№		реакция	зависимость
1	273	C ₆ H ₄ O ₂ + 2H ⁺ = C ₆ H ₄ (OH) ₂ + 2e	ε = 0,6990 - 7,4 · 10 ⁻⁴ (Т-298)
2	323	C ₆ H ₄ O ₂ + 2H ⁺ = C ₆ H ₄ (OH) ₂ + 2e	ε = 0,6990 - 7,4 · 10 ⁻⁴ (Т-298)
3	343	Zn + 2AgCl = ZnCl ₂ + 2Ag	ε = 1,125 - 4,02 · 10 ⁻⁴ Т
4	363	Zn + 2AgCl = ZnCl ₂ + 2Ag	ε = 1,125 - 4,02 · 10 ⁻⁴ Т
5	278	Zn + Hg ₂ SO ₄ = ZnSO ₄ + 2Hg	ε = 1,4328 - 1,19 · 10 ⁻³ (Т-298)
6	313	Zn + Hg ₂ SO ₄ = ZnSO ₄ + 2Hg	ε = 1,4328 - 1,19 · 10 ⁻³ (Т-298)
7	273	Ag + Cl ⁻ = AgCl + e	ε = 0,2224 - 6,4 · 10 ⁻⁴ (Т-298)
8	298	Ag + Cl ⁻ = AgCl + e	ε = 0,2224 - 6,4 · 10 ⁻⁴ (Т-298)
9	273	Cd + Hg ₂ SO ₄ = CdSO ₄ + 2Hg	ε = 1,0183 - 4,06 · 10 ⁻⁵ (Т-293)
10	363	Cd + Hg ₂ SO ₄ = CdSO ₄ + 2Hg	ε = 1,0183 - 4,06 · 10 ⁻⁵ (Т-293)
11	303	Cd + 2AgCl = CdCl ₂ + 2Ag	ε = 0,869 - 6,5 · 10 ⁻⁴ Т
12	273	Cd + 2AgCl = CdCl ₂ + 2Ag	ε = 0,869 - 6,5 · 10 ⁻⁴ Т
13	293	Cd + PbCl ₂ = CdCl ₂ + Pb	ε = 0,331 - 4,8 · 10 ⁻⁴ Т
14	273	2Hg + ZnCl ₂ = Hg ₂ Cl ₂ + Zn	ε = 1 + 9,4 · 10 ⁻⁵ (Т-298)
15	273	2Hg + SO ₄ ²⁻ = Hg ₂ SO ₄ + 2e	ε = 0,6151 - 8,02 · 10 ⁻⁴ (Т-298)

16	333	$\text{Pb} + 2\text{AgI} = \text{PbI}_2 + 2\text{Ag}$	$\varepsilon = 0,259 - 1,38 \cdot 10^{-4}T$
17	273	$2\text{Hg} + 2\text{Cl}^- = \text{Hg}_2\text{Cl}_2 + 2e$	$\varepsilon = 0,2438 - 6,5 \cdot 10^{-4}(T-298)$
18	363	$2\text{Ag} + \text{Hg}_2\text{Cl}_2 = 2\text{AgCl} + 2\text{Hg}$	$\varepsilon = 0,556 + 3,388 \cdot 10^{-4}T$
19	353	$\text{Hg}_2\text{Cl}_2 + 2\text{KOH} = \text{Hg}_2\text{O} + 2\text{KCl} + 2\text{H}_2\text{O}$	$\varepsilon = -0,0947 + 8,37 \cdot 10^{-4}T$
20	298	$\text{Pb} + \text{Hg}_2\text{Cl}_2 = \text{PbCl}_2 + 2\text{Hg}$	$\varepsilon = 0,5353 + 1,45 \cdot 10^{-4}T$

Задача 7

Для концентрационного элемента, составленного из металла А в растворах электролита В с концентрациями m_1 и m_2 ммоль/1000г, рассчитайте ЭДС с учетом и без учета электродиффузионного потенциала при 298 К. Активность вычислите по среднеионному коэффициенту активности, взятому из справочника или (для разбавленных растворов) по ионной силе.

№	вещество		m_1	m_2
	А	В		
1	Co	$\text{Co}(\text{NO}_3)_2$	0,1	0,7
2	Co	$\text{Co}(\text{NO}_3)_2$	0,02	0,7
3	Ni	NiSO_4	0,1	0,7
4	Ni	NiSO_4	1,5	0,2
5	Cu	CuCl_2	1	2
6	Cu	CuCl_2	0,2	0,05
7	Cu	CuCl_2	2	0,06
8	Cu	CuCl_2	0,02	0,6
9	Cu	CuSO_4	0,1	0,5
10	Cu	CuSO_4	0,01	1
11	Zn	ZnCl_2	0,005	1
12	Zn	ZnCl_2	0,5	0,01
13	Zn	ZnCl_2	0,5	0,02
14	Zn	ZnCl_2	1	3
15	Zn	ZnSO_4	0,01	0,1
16	Zn	ZnSO_4	3	0,002
17	Ag	AgNO_3	0,1	1
18	Ag	AgNO_3	0,2	2
19	Ag	AgNO_3	0,1	3
20	Ag	AgNO_3	1	0,5

ЗАДАНИЕ № 3

Задача 1.

Рассчитать при 25⁰ С значение удельной электропроводности насыщенных растворов труднорастворимых соединений, используя справочные данные.

№	соединение	№	соединение
1	AgBr	11	CaSO ₄

2	AgI	12	CuI
3	AgCl	13	CuCl
4	AgCN	14	PbI ₂
5	AgIO ₃	15	PbCl ₂
6	Ag ₂ CrO ₄	16	PbSO ₄
7	AgBrO ₃	17	TlCl
8	CaCO ₃	18	CdSO ₃
9	CaSO ₄	19	Cd(OH) ₂
10	CaHPO ₄	20	Co(OH) ₂

Задача 2.

Вычислить значение эквалентной электропроводности растворов NaOH или KOH различных концентраций по следующим данным:

№	Масс% NaOH	удельная электропроводность Ом ⁻¹ см ⁻¹	плотность г/см ³
1	5	0,197	1,058
2	10	0,321	1,112
3	15	0,346	1,170
4	20	0,327	1,225
5	25	0,372	1,279
6	30	0,202	1,332
7	35	0,151	1,381
8	40	0,116	1,433
9	10	0,314	1,0918
10	15	0,423	1,1396
11	20	0,504	1,1884
12	25	0,540	1,2387
13	30	0,539	1,2905
14	40	0,421	1,3991

Задача 3.

В таблице приводятся значения диэлектрической постоянной и коэффициенты вязкости для различных растворителей. Вычислить значение констант А и В уравнения Онзагера для однодвувалентного электролита при 20⁰С в указанных в таблице растворах:

№	растворитель	ϵ	ζ сантипуаз
1	бензол	2,3	0,65
2	Этиловый спирт	27,8	1,2
3	CCl ₄	2,24	0,97
4	сероуглерод	2,6	0,37
5	Этиловый эфир	4,3	0,23
6	Этилацетат	6,0	0,44
7	Хлороформ	5,2	0,56
8	Ацетон	21,5	0,33
9	Метиловый спирт	31,2	0,6
10	нитробензол	36	1,98
11	керосин	2,1	1,8

Задача 4.

4.1. Рассчитайте эквивалентную электрическую проводимость при 298К и бесконечном разбавлении для монохлоруксусной кислоты, если константа диссоциации $K_a=1,55 \cdot 10^{-3}$ моль/л, а эквивалентная электрическая проводимость при разведении 32 л/моль равна $77,2 \text{ Ом}^{-1} \cdot \text{см}^2 \cdot \text{г-экв}^{-1}$.

4.2. Эквивалентная электрическая проводимость $1,59 \cdot 10^{-4}$ моляльного раствора уксусной кислоты при 298 К равна $109,78 \text{ Ом}^{-1} \cdot \text{см}^2 \cdot \text{г-экв}^{-1}$. Вычислить константу диссоциации и рН раствора. Данные о подвижностях ионов взять из справочника.

Задача 5.

Используя данные о свойствах растворов вещества А в воде:

1) постройте графики зависимости удельной и эквивалентной электрических проводимостей растворов вещества А от разведения V ; 2) проверьте, подчиняются ли растворы вещества А в воде закону разведения Оствальда; 3) вычислите для вещества А по данным зависимости эквивалентной электрической проводимости от концентрации эквивалентную электрическую проводимость при бесконечном разведении и сопоставьте результат со справочными данными.

С моль/л	$\text{Ом}^{-1} \cdot \text{см}^{-1}$ для вещества А				
	$\text{HCN} \cdot 10^{-3}$	HNO_2	HCOOH	CH_3COOH	NH_4OH
0,1	3,1	4,32	6,06	19,6	2,55
0,05	4,37	5,70	8,91	27,6	10,3
0,03	5,84	7,50	10,3	34,8	14,5
0,01	10,1	13,4	18,2	61,0	25,8
0,005	14,3	20,4	25,9	87,0	100
0,003	18,3	26,8	35,8	103	143
0,001	31,9	52,7	68,5	185	251

6.2.2. Примерный перечень вопросов к экзамену

1. Химический потенциал и активность электролитов в растворе.
2. Теория Дебая-Хюккеля. Основное уравнение для потенциала.
3. Теория Дебая-Хюккеля. Вклад межйонных взаимодействий в энергию Гиббса.
4. Предельный закон Дебая-Хюккеля. Основные допущения и постулаты теории Дебая-Хюккеля.
5. Определение средних ионных коэффициентов активности электролитов с использованием уравнения Гиббса-Дюгема.

6. Экспериментальное определение средних ионных коэффициентов активности электролитов в растворе.
7. pH-метрический метод определения констант ионизации кислот.
8. Эквивалентная и ионная электропроводность.
9. Двойной электрический слой. Модельные представления.
10. Определение термодинамических функций процесса методом ЭДС.
11. Электрохимический потенциал. Уравнение Нернста для электродных потенциалов.
12. Гидратация электролитов. Термодинамические функции гидратации ионов.
13. Электрометрический метод определения констант диссоциации кислот.
14. Потенциометрический метод определения стандартных электродных потенциалов и коэффициентов активности.
15. Перенапряжение водорода. Теория замедленного разряда ионов.
16. Спектрофотометрический метод определения констант диссоциации.
17. Термодинамика гальванического элемента. Основные понятия и определения.
18. Поляризация электродов в условиях замедленной стационарной диффузии.
19. Подвижность ионов и ее связь с ионной электропроводностью.
20. Уравнение Тафеля. Влияние природы металла на перенапряжение выделения водорода
21. Определение чисел переноса методом Гитторфа.
22. Электропроводность растворов электролитов. Общая характеристика.
23. Теория замедленного разряда гидратированного протона.
24. Механизм переноса ионов в растворе. Соотношение Вальдена.
25. Теория замедленной рекомбинации адсорбированных атомов водорода.
26. Химические источники тока. Гальванический элемент. Общая характеристика.
27. Зависимость эквивалентной электропроводности растворов электролитов от концентрации.
28. Электропроводность растворов электролитов и диффузия ионов.
29. Определение чисел переноса ионов в растворе.
30. Уравнение Нернста для электродного потенциала.
31. Эффекты Дебая-Фалькенгагена и Вина.
32. Методы определения констант диссоциации слабых кислот и оснований.
33. Электропроводность растворов электролитов.
34. Электрофоретический и релаксационный 1.
35. Эффекты при движении ионов в растворе.

6.3 Методические материалы, определяющие процедуры оценивания знаний, умений, навыков и (или) опыта деятельности, характеризующие этапы формирования компетенций

Части компетенций ПК-4,6,7 имеющие практическую направленность (владение навыками химического эксперимента, владение навыками работы на современной учебно-научной аппаратуре при проведении химических экспериментов, наличие опыта работы на серийной аппаратуре, применяемой в физико-химических исследованиях) и ОК-6 (применение методов экспериментального исследования), считаются сформированными при условии выполнения всех лабораторных работ. Поскольку цель лабораторных занятий заключается в том, чтобы студенты не только самостоятельно производили измерения различных величин, но и закрепляли теоретические знания, умели сопоставлять результаты эксперимента с выводами теории, то допускаются к экзамену студенты, которые «защитили» все лабораторные работы.

6.3.1 Критерии оценивания индивидуальных заданий

Оценка «зачтено» выставляется обучающемуся, если он

- представил в письменном виде решение заданий своего варианта;
- решение задач провел в общем виде, затем подставил численные данные;
- верно указал размерность вычисляемой величины;

- получил численный результат, совпадающий с табличными данными в пределах доверительного интервала.

Оценка «не зачтено» выставляется обучающемуся, если его ответ не удовлетворяет одному или нескольким перечисленным выше критериям.

6.3.2 Критерии оценки за устный ответ на экзамене

Итоговая оценка зависит от уровня освоения студентами теоретических знаний, а также развития навыков решения типовых задач.

Экзаменационная оценка складывается из двух составляющих: работа в семестре, согласно нижеприведенной таблице (максимум 100 баллов) с долевым вкладом 0,6 (60 баллов) и ответа на экзамене – 40 баллов.

№	Вид деятельности	Макс. балл	Кол-во
1	Индивидуальные задания	13	3
2	Коллоквиум	10	1
3	Контрольная работа, тест по итогам занятия	8	1
4	Лабораторная работа	9	4
5	Практическое занятие (семинар/лабораторная работа)	7	1
Итого:		100	

Для студента достигнутый уровень обученности (итоговая отметка) определяется в соответствии с алгоритмом, приведенным в таблице.

Уровни усвоения материала и сформированности способов деятельности	Конкретные действия студентов, свидетельствующие о достижении данного уровня
Первый меньше 50 баллов «неудовлетворительно»	Результаты обучения студентов свидетельствуют об усвоении ими некоторых элементарных знаний основных вопросов по дисциплине. Допущенные ошибки и неточности показывают, что студенты не овладели необходимой системой знаний по дисциплине.
Второй (репродуктивный) от 51 до 65 баллов «удовлетворительно»	Достигнутый уровень оценки результатов обучения показывает, что студенты обладают необходимой системой знаний и владеют некоторыми умениями по дисциплине. Студенты способны понимать и интерпретировать освоенную информацию, что является основой успешного формирования умений и навыков для решения практико-ориентированных задач: <ul style="list-style-type: none"> – воспроизводят термины, конкретные факты, методы и процедуры, основные понятия, правила и принципы; – проводят простейшие расчеты; – выполняют задания по образцу (или по инструкции).

Третий (реконструктивный) от 66 до 85 баллов «хорошо»	<p>Студенты продемонстрировали результаты на уровне осознанного владения учебным материалом и учебными умениями, навыками и способами деятельности по дисциплине. Студенты способны анализировать, проводить сравнение и обоснование выбора методов решения заданий в практико-ориентированных ситуациях, а именно:</p> <ul style="list-style-type: none"> – объясняет факты, правила, принципы; – преобразует словесный материал в математические выражения; – предположительно описывает будущие последствия, вытекающие из имеющихся данных; – устанавливает взаимосвязи между составом, строением и свойствами химических веществ; – проводить расчеты по химическим формулам и уравнениям; – самостоятельно проводит химический эксперимент по инструкции и описывает его результаты. – применяет законы, теории в конкретных практических ситуациях; – использует понятия и принципы в новых ситуациях.
Четвертый (творческий) от 86 до 100 баллов «отлично»	<p>Студенты способны использовать сведения из различных источников для успешного исследования и поиска решения в нестандартных практико-ориентированных ситуациях:</p> <ul style="list-style-type: none"> – ориентируется в потоке химической информации, определяет источники необходимой информации, получать её, анализировать; – пишет реферат, выступление, доклад; – предлагает план проведения эксперимента или других действий; – составляет схемы задачи. – оценивает логику построения текста; – оценивает соответствие выводов имеющимся данным; – оценивает значимость того или иного продукта деятельности; – прогнозирует свойства химических веществ на основе знания об их составе и строении и, наоборот, предполагает строение веществ на основе их свойств; – планирует и осуществляет химический эксперимент.

7. Перечень основной и дополнительной учебной литературы, необходимой для освоения дисциплины

а) основная учебная литература:

1. Дамаскин, Б.Б. Электрохимия. [Электронный ресурс] : Учебные пособия / Б.Б. Дамаскин, О.А. Петрий, Г.А. Цирлина. — Электрон. дан. — СПб. : Лань, 2015. — 672 с. — Режим доступа: <http://e.lanbook.com/book/58166> — Загл. с экрана.
2. Горшков В.И. Кузнецов И.А. Основы физической химии. Издательство: Бинوم. Лаборатория знаний, ISBN:978-5-9963, 2011. 4-е изд. – 407 с.
3. Физическая химия. Часть II. Электрохимия. Методические указания к индивидуальным заданиям./ Г.Н. Альтшулер, Т.В. Подгорнова; ФГБОУ ВПО «Кемеровский государственный университет». – Кемерово, 2012. – 60 с.

б) дополнительная учебная литература:

4. Афанасьев, Б.Н. Физическая химия. [Электронный ресурс] : Учебные пособия / Б.Н. Афанасьев, Ю.П. Акулова. — Электрон. дан. — СПб. : Лань, 2012. — 416 с. — Режим доступа: <http://e.lanbook.com/book/4312> — Загл. с экрана.
5. Еремин, В.В. Основы физической химии. Теория : учебное пособие : в 2 ч. [Электронный ресурс] / В.В. Еремин, С.И. Каргов, И.А. Успенская, Н.Е. Кузьменко. — Электрон. дан. — М. : Издательство "Лаборатория знаний", 2015. — 589 с. — Режим доступа: <http://e.lanbook.com/book/84118> — Загл. с экрана.
6. Попова, А.А. Физическая химия. [Электронный ресурс] : Учебные пособия / А.А. Попова, Т.Б. Попова. — Электрон. дан. — СПб. : Лань, 2015. — 496 с. — Режим доступа: <http://e.lanbook.com/book/63591> — Загл. с экрана.
7. Свиридов, В.В. Физическая химия. [Электронный ресурс] : Учебные пособия / В.В. Свиридов, А.В. Свиридов. — Электрон. дан. — СПб. : Лань, 2016. — 600 с. — Режим доступа: <http://e.lanbook.com/book/87726> — Загл. с экрана.
8. Балмасов А.В. Лабораторный практикум по теоретической электрохимии. Издательство: ИГХТУ (Ивановский государственный химико-технологический университет). ISBN: 5-9616-0274-6. 2008. —84 с.

8. Перечень ресурсов информационно-телекоммуникационной сети "Интернет", необходимых для освоения дисциплины

http://www.edu.ru/ed/modules.php?op=modload&name=Web_Links&file=index&l_op=viewlink&cid=2512&min=600&orderby=titleA&show=10&fids%5B%5D=306 – каталог Федерального образовательного портала «Российское образование», раздел «Физическая химия»

9. Методические указания для обучающихся по освоению дисциплины

Аудиторные занятия по дисциплине «Электрохимия» проводятся в трех формах: лекции, практические и лабораторные занятия.

по освоению лекционного материала, подготовке к лекциям

Для записи конспектов лекций у обучающегося должна быть тетрадь желательно большого формата, так как в конспектах по дисциплине обязательно присутствуют рисунки, графики и чертежи. Эти элементы должны быть выполнены так, чтобы все детали были хорошо видны. Обычно лекция - это самое краткое изложение материала по данному вопросу. Если при записи конспекта вы что-то не успели записать – оставьте место, чтобы дописать потом.

Конспект лекций необходимо проработать перед следующей лекцией, поставив вопросы там, где встречаются непонятные места. Ответы на эти вопросы следует найти в рекомендованной литературе или выяснить на консультации у преподавателя. Конспект лекций необходимо дополнять вставками, особенно по вопросам, вынесенным на самостоятельное изучение.

по подготовке к практическим занятиям

Для практических занятий по дисциплине «Электрохимия» у студента должна быть отдельная тетрадь. При подготовке к практическому занятию студент должен проработать теоретический материал, относящийся к теме занятия. При этом необходимо выяснить физический смысл всех величин, встречающихся в конспекте лекций по данному вопросу.

Кроме этого необходимо решить домашние задачи, заданные на предыдущем занятии. Для успешного решения домашних задач необходимо просмотреть записи решений задач, выполненных в аудитории.

Приступая к решению любой задачи, следует выполнять определенные правила:

- Внимательно прочитать условие задачи.
- Решение задач рекомендуется проводить в общем виде. Вычисляются, как правило, только те величины, которые требуются для ответа на вопрос задачи.
- Прежде чем подставлять данные в расчетную формулу необходимо проверить размерность вычисляемой величины. Если размерность вычисляемой величины правильная – можно проводить вычисления, если нет - следует найти ошибки.
- После проведения вычислений необходимо оценить разумность полученного результата (значение скорости движения тела близкой к скорости света в вакууме – неразумно, неразумно отрицательное значение абсолютной температуры и так далее).
- Если получен неразумный результат, необходимо проверить правильность вычислений. Если вычисления правильные, следует искать ошибки в решении.
- При записи решения задачи необходимо делать пояснения.
- В конце решения должен быть записан ответ на вопрос задачи.

по подготовке к лабораторным работам (практикуму)

В течение пятого семестра обучающийся выполняет 4 лабораторные работы. Лабораторные занятия проводятся в специализированных лабораториях химического факультета.

Правила поведения и работы в лабораториях кафедры физической химии

- Прежде чем начать занятия в данной лаборатории студент знакомится с правилами техники безопасности, о чем расписывается в журнале.
- В лабораториях кафедры запрещается находиться в верхней одежде.
- На рабочем столе должно находиться только необходимое оборудование и приборы для записей и расчетов. Запрещается класть на рабочий стол сумки, пакеты, шапки и вообще посторонние предметы.
- Студент приступает к выполнению лабораторной работы только после ознакомления с описанием работы и подготовки к ней.
- Запрещается включать какие либо приборы или схемы без предварительной проверки их преподавателем или лаборантом.
- После окончания работы студент должен сдать лаборанту выданные принадлежности, привести в порядок рабочее место, получить отметку в журнале о выполнении работы, предъявив для этого полученные результаты преподавателю.

Рекомендации по подготовке к выполнению работы

Не начинайте выполнение опыта пока не уясните себе полностью его цель, метод и не составите план проведения опыта. Так как время проведения опыта ограничено учебными часами, отведенными на него, то всю подготовку необходимо провести самостоятельно до занятий.

Для подготовки к опыту:

1. Прочтите руководство к работе. Выясните в процессе чтения, а в случае необходимости – на консультации с преподавателем, какие закономерности лежат в основе расчетных формул. Ознакомьтесь со списком рекомендованной литературы.
2. Самостоятельно или с помощью учебных пособий выведите формулы, которые используются в работе.
3. Еще раз прочтите руководство, но теперь в лаборатории, имея перед глазами установку для проведения опыта. При этом уясните себе, как в особенностях конструкции установки обеспечивается выполнение условий, в которых справедливы законы и формулы, используемые в задаче.
4. Разберитесь в принципах работы измерительных приборов, с которыми имеете дело в первый раз.

5. Разберитесь в требованиях, которые надо предъявить к настройке приборов и установке в целом, чтобы обеспечить наилучшие результаты опыта.

Каждым студентом должна быть заведена специальная тетрадь для выполнения лабораторных работ, в которую при подготовке заносятся краткие сведения из теории, схема опыта и т.д., а в дальнейшем полученные результаты измерений, их обработка и конечный результат. Для записи результатов измерения должны быть заранее подготовлены таблицы, включающие как сами измерения, так и их погрешности.

К следующему занятию студент готовит очередную работу и предъявляет отчет о работе, выполненной на предыдущем занятии. Работа считается окончательно сданной после защиты отчета. Студент должен оформить отчет по прилагаемой форме:

Схема отчета по выполненной лабораторной работе

1. Название работы.
2. Цель работы, оборудование.
3. Краткие сведения из теории, схема установки и основные рабочие формулы.
4. Ход работы.
5. Результаты измерений, представленные в виде таблиц и графиков.
6. Расчет искомой величины и ее значение.
7. Расчет ошибки измерения.
8. Окончательный результат, полученный после округления, с указанием абсолютной и относительной ошибок измерения.
9. Выводы, заключение о достижении цели, поставленной данной работой, с анализом полученного результата.

Если результат не согласуется с табличным значением, то необходимо объяснить причины расхождений.

При пропуске занятия данная лабораторная работа выполняется в часы самоподготовки к следующему занятию. В этом случае лаборант делает отметку в тетради студента с обязательным указанием фамилии студента, названия работы, даты ее выполнения и ставит свою подпись.

по организации самостоятельной работы

Рабочей программой дисциплины «Электрохимия» предусмотрена самостоятельная работа студентов. Самостоятельная работа предполагает: чтение студентами рекомендованной литературы и усвоение теоретического материала дисциплины; подготовку к практическим занятиям, лабораторным работам; работу с Интернет-источниками; написание рефератов, подготовку к сдаче коллоквиумов, выполнение индивидуальных заданий, подготовку к сдаче экзаменов.

Планирование времени на самостоятельную работу, необходимого на изучение настоящей дисциплины, студентам лучше всего осуществлять на весь семестр, предусматривая при этом регулярное повторение пройденного материала. Материал, законспектированный на лекциях, необходимо регулярно дополнять сведениями из литературных источников, приведенных в рабочей программе дисциплины. По каждой из тем для самостоятельного изучения, приведенных в рабочей программе дисциплины, следует сначала прочитать рекомендованную литературу и, при необходимости, составить краткий конспект основных положений, терминов, сведений, требующих запоминания и являющихся основополагающими в этой теме и для освоения последующих разделов курса. Для расширения знаний по дисциплине рекомендуется использовать Интернет-ресурсы, материалы сайта химического факультета КЕМГУ <http://kit.chem.kemsu.ru>.

по подготовке к контрольной работе

Подготовку к контрольной работе необходимо начинать с повторения соответствующего раздела учебника, учебных пособий по данной теме и конспектов лекций. Приступать к выполнению работы без изучения основных положений и понятий, не следует. По всем возникшим вопросам надлежит обращаться за консультацией к лектору или преподавателю, ведущему практические занятия.

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

Чтение лекций сопровождается слайд-презентациями, разработанными в среде Microsoft Office PowerPoint, используются оцифрованные учебные и научно-популярные кинофильмы.

11. Описание материально-технической базы, необходимой для осуществления образовательного процесса по дисциплине

Лекционная аудитория, оснащенная следующим оборудованием: компьютер, мультимедийный проектор, электронный планшет, экран.

Лаборатория, оборудованная приборами для проведения кондуктометрических, потенциометрических, спектрофотометрических измерений.

Лабораторный практикум по физической химии.

Имеющаяся материальная база обеспечивает выполнение лабораторных работ по физической химии - химическими реактивами, лабораторной посудой и учебно-научным оборудованием в соответствии с программой лабораторных работ.

12. Иные сведения и (или) материалы

12.1. Особенности реализации дисциплины для лиц с ограниченными возможностями здоровья

В процессе изучения дисциплины и осуществления процедур текущего контроля успеваемости и промежуточной аттестации лиц с ограниченными возможностями здоровья применяются адаптированные формы обучения с учётом индивидуальных психофизиологических особенностей. При определении форм проведения занятий с обучающимися-инвалидами учитываются рекомендации данные по результатам медико-социальной экспертизы, содержащиеся в индивидуальной программе реабилитации инвалида, относительно рекомендованных условий и видов труда.

При необходимости обучающиеся из числа инвалидов и лиц с ограниченными возможностями здоровья пользуются специальными рабочими местами, созданными с учётом нарушенных функций и ограничений жизнедеятельности.

Для лиц с нарушением зрения (слепых и слабовидящих):

- специализированное стационарное рабочее место ЭлСИС 201;
- специализированное стационарное рабочее место ЭлСИС 221;
- специализированное мобильное место ЭлНОТ 301;
- принтер Брайля (+ПО для трансляции текста в шрифт Брайля).

Для лиц с нарушением слуха:

- система информационная для слабослышащих стационарная «Исток» С-1И;
- беспроводная звукозаписывающая аппаратура коллективного пользования: радиокласс (радиомикрофон) «Сонет-РСМ» РМ-3.1.

Для лиц с нарушением опорно-двигательного аппарата:

- компьютерный стол для лиц с нарушениями опорнодвигательной системы с электроприводом;
- клавиатура с накладной и с кнопочной мышкой с расположением кнопок сверху Аккорд;
- беспроводная мышь трекбол для ПК Logitech M570;
- клавиатура с джойстиком для выбора клавиши на цветовом поле.

Особенности процесса изучения дисциплины и осуществления процедур текущего контроля успеваемости и промежуточной аттестации:

Для лиц с нарушением зрения задания и инструкции по их выполнению предоставляются с укрупненным шрифтом, для слепых задания оформляются рельефно-точечным шрифтом Брайля или в виде электронного документа, доступного с помощью компьютера со специализированным программным обеспечением для слепых, либо зачитываются им. При необходимости обеспечивается индивидуальное равномерное освещение не менее 300 люкс, предоставляется увеличивающее устройство, а также возможность использовать собственное увеличивающее устройство.

Для лиц с нарушением слуха дидактический материал (слайд-презентации лекций, задания и инструкции к их выполнению) предоставляются в письменной форме или электронном виде при необходимости. Обеспечивается наличие звукоусиливающей аппаратуры коллективного пользования, при необходимости студентам предоставляется звукоусиливающая аппаратура индивидуального пользования.

Для лиц с тяжелыми нарушениями речи текущий и промежуточный контроль проводятся в письменной форме.

При необходимости *лица с нарушениями двигательных функций нижних конечностей* выполняют лабораторные работы на базе 7 блочной аудитории в паре с обучающимся без ограниченных возможностей здоровья; письменные задания выполняются дистанционно, при этом взаимодействие с преподавателем осуществляется через ЭИОС; лекции проводятся в 1 и 2 блочных аудиториях, практические занятия в аудиториях 8 и 2 корпусов КемГУ.

Для лиц с нарушениями двигательных функций верхних конечностей или отсутствием верхних конечностей лабораторные работы выполняются в паре с обучающимся без ограниченных возможностей здоровья; письменные задания выполняются дистанционно, при этом взаимодействие с преподавателем осуществляется через ЭИОС; экзамен сдаётся в устной форме.

При необходимости лицу с ограниченными возможностями здоровья предоставляется дополнительное время для выполнения заданий и сдачи экзамена, но не более чем на 0.5 часа.

Студенты с ограниченными возможностями здоровья сдают экзамен в одной аудитории совместно с иными обучающимися, если это не создает трудностей для студентов при сдаче экзамена.

Студенты с ограниченными возможностями здоровья могут в процессе обучения и прохождения текущего и итогового контроля пользоваться техническими средствами, необходимыми им в связи с их индивидуальными особенностями.

Допускается присутствие в аудитории во время сдачи экзамена ассистента из числа работников КемГУ или привлечённых лиц, оказывающих студентам с ограниченными возможностями здоровья необходимую техническую помощь с учётом их индивидуальных особенностей (занять рабочее место, передвигаться, прочитать и оформить задание, общаться с преподавателями).

Особые условия предоставляются студентам с ограниченными возможностями здоровья на основании заявления, содержащего сведения о необходимости создания соответствующих специальных условий.

12.2. Перечень образовательных технологий, используемых при осуществлении образовательного процесса по дисциплине

Для эффективной реализации целей и задач ФГОС ВПО, для воплощения компетентностного подхода в преподавании используются следующие образовательные технологии и методы обучения.

Вид занятия	Технология	Цель	Формы и методы обучения
1	2	3	4
Лекции	Технология проблемного обучения	Усвоение теоретических знаний, развитие мышления, формирование профессионального интереса к будущей деятельности	Лекция-объяснение, лекция-визуализация, лекция-объяснение с частичным привлечением формы дискуссии, беседы.
Семинары	Технология проблемного, модульного, дифференцированного обучения	Развитие творческой и познавательной самостоятельности, обеспечение индивидуального подхода с учетом базовой подготовки	Постановка проблемных познавательных задач, индивидуальный темп обучения, учитывающий динамику работоспособности студента.
Лабораторные работы	Технология проблемного и активного обучения, деловой игры	Организация активности студентов в условиях, близких к будущей профессиональной	Репродуктивные, творчески репродуктивные методы активного обучения.

		деятельности, обеспечение лично-стно деятельного характера усвоения знаний, приобрете-ния навыков, уме-ний.	
Самостоятельная работа	Технологии концен-трированного, мо-дульного, дифферен-цированного обуче-ния	Развитие познава-тельной самостоя-тельности, обеспе-чение гибкости обучения, развитие навыков работы с различными источ-никами информа-ции, развитие уме-ний, творческих способностей.	Индивидуальные, групповые

При чтении лекций используется технология проблемного обучения (последовательное и целенаправленное выдвижение перед студентом познавательных задач, разрешая которые студенты активно усваивают знания). Курс построен на принципах системного подхода к отбору программного материала и определению последовательности его изучения студентами, что предусматривает глубокое изучение предметов за счет объединения занятий в блоки, т.е. реализуется технология концентрированного обучения. На лабораторных занятиях для студентов составляется индивидуальный график выполнения лабораторных работ, т.е. применяется технология модульного обучения.

Для представления теоретического материала используются активные методы обучения. Лекции проводятся в традиционной и нетрадиционной форме. Подавляющее число лекций представляют собой лекции – визуализации, с использованием мультимедийного проектора и компьютерной программы Starboard. Часть лекционного материала представляется в виде лекции-беседы, что позволяет концентрировать внимание студентов на особо значимых (важных) моментах учебного материала.

На семинарских занятиях перед студентами выдвигаются проблемные познавательные задачи, используется индивидуальный темп обучения, учитывающий динамику работоспособности студента.

На лабораторных занятиях осуществляется организация активности студентов в условиях, близких к будущей профессиональной деятельности. В качестве активных методов обучения на занятиях лабораторного практикума проводятся эксперименты по получению практически важных параметров электрохимических процессов.

Составитель: Альтшулер Г.Н., д.х.н., Митрофанов А.Ю., к.ф.-м.н., доцент,
доцент каф. органической и физической химии.