




МИНИСТЕРСТВО ОБРАЗОВАНИЯ И НАУКИ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ
Федеральное государственное автономное образовательное учреждение
высшего профессионального образования
«Дальневосточный федеральный университет»
(ДФУ)

ШКОЛА ЕСТЕСТВЕННЫХ НАУК

«СОГЛАСОВАНО»
Руководитель ОП Химия


(подпись) А.А. Капустина
(Ф.И.О. рук. ОП)
«26» июня 2015г.

«УТВЕРЖДАЮ»
Заведующая кафедрой
общей, неорганической и
элементоорганической химии

А.А. Капустина
(подпись) (Ф.И.О. зав. каф.)
«26» июня 2015 г.

РАБОЧАЯ ПРОГРАММА УЧЕБНОЙ ДИСЦИПЛИНЫ
Специальные главы физической и аналитической химии
Направление подготовки 04.03.01 Химия
профиль «Фундаментальная химия»
Форма подготовки очная

курс 2 семестр 4
лекции 72 час.
практические занятия 0 час.
лабораторные работы 0 час.
в том числе с использованием МАО лек. 0/пр. 0/лаб. 0 час.
в том числе в электронной форме лек. /пр. /лаб. час.
всего часов аудиторной нагрузки 72 час.
в том числе с использованием МАО 0 час.
самостоятельная работа 108 час.
в том числе на подготовку к экзамену 27 час.
курсовая работа / курсовой проект семестр
зачет семестр
экзамен 4 семестр

Рабочая программа составлена в соответствии с требованиями федерального государственного образовательного стандарта высшего образования, утвержденного приказом Министерства образования и науки РФ от 12.03.2015 № 210

Рабочая программа обсуждена на заседании кафедры Физической и аналитической химии ШЕН протокол № 9 от « 5 » июня 2015 г.

Заведующий кафедрой
Физической и аналитической химии ШЕН д.х.н., профессор Кондриков Н.Б.

Составители: к.х.н., доцент Артемьянов А.П., Колзунова Л.Г., д.х.н., профессор

Оборотная сторона титульного листа РПУД

I. Рабочая программа пересмотрена на заседании кафедры:

Протокол от «_____» _____ 20__ г. № _____

Заведующий кафедрой _____
(подпись) (И.О. Фамилия)

II. Рабочая программа пересмотрена на заседании кафедры:

Протокол от «_____» _____ 20__ г. № _____

Заведующий кафедрой _____
(подпись) (И.О. Фамилия)

Аннотация к рабочей программе дисциплины

«Специальные главы физической и аналитической химии»

Дисциплина «Специальные главы физической и аналитической химии» разработана для студентов направления 04.03.01- Химия, профиль «Фундаментальная химия» в соответствии с ФГОС ВО по данному направлению. Входит в часть учебного плана - Дисциплины по выбору: Б1.Б.23. Трудоемкость дисциплины 5 зачетных единиц (180 часов). Дисциплина включает 72 часа лекций, 81 час самостоятельной работы, 27 часов отводится на контроль, завершается экзаменом. Реализуется в 4 семестре.

Дисциплина «Специальные главы физической и аналитической химии» опирается на знания, умения и навыки, усвоенные при изучении таких дисциплин, как «Неорганическая химия», «Физика», «Аналитическая химия», «Математика». Знания, полученные при изучении дисциплины «Специальные главы физической и аналитической химии», используются при выполнении квалификационных работ. Дисциплина изучается в течение 4-го семестра, включает в себя 72 часа лекций, 81 час самостоятельной работы, 27 часов отводится на контроль (завершается экзаменом).

Содержание дисциплины включает следующие вопросы: способы представления и обработки экспериментальных данных в физико-химическом эксперименте, изучение основных понятий и закономерностей химической термодинамики и их применения для расчетов теплоемкостей, теплоты реакции, построения энергетических диаграмм, расчеты химических равновесий, применение констант равновесия реакции, основные понятия электрохимии в аналитической химии, применение электрохимических методов анализа. Сравнительная характеристика чувствительности и избирательности, областей применения электрохимических методов.

Цель: дать специальные сведения по физической и аналитической химии и сформировать теоретический фундамент для изучения профильных химико-технологических дисциплин

Задачи:

1. Формирование знаний, умений и навыков по способам представления и обработке экспериментальных данных в физико-химическом эксперименте.
2. Формирование знаний, умений и навыков по изучению основных понятий химической термодинамики и их применения для расчетов теплоемкостей, теплоты реакции, построения энергетических диаграмм.
3. Формирование знаний, умений и навыков по расчету химических равновесий, применению констант равновесия реакции.

4. Формирование знаний, умений и навыков по применению основных понятий электрохимии в аналитической химии: Электродный потенциал. Уравнение Нернста. Стандартный и формальный потенциалы. Направление реакции окисления и восстановления. Факторы, влияющие на направление окислительно-восстановительных реакций.

5. Формирование знаний, умений и навыков по применению электрохимических методов анализа. Сравнительная характеристика чувствительности и избирательности, областей применения электрохимических методов.

Для успешного изучения дисциплины «Специальные главы физической и аналитической химии» у обучающихся должны быть сформированы следующие предварительные компетенции:

- Знание основных разделов неорганической, аналитической химии, физики и математики.
- Умение применять полученные при изучении основных разделов химии знания к объяснению фактов и решению расчетных задач.

Планируемые результаты обучения по данной дисциплине (знания, умения, владения), соотнесенные с планируемыми результатами освоения образовательной программы, характеризуют этапы формирования следующих компетенций (общекультурные/ общепрофессиональные/ профессиональные компетенции (элементы компетенций)):

Код и формулировка компетенции	Этапы формирования компетенции	
Владеет системой фундаментальных химических понятий (ПК-3)	Знает	<ul style="list-style-type: none"> • Основные законы термодинамики и их приложения • Методы расчета термодинамических функций. • Основные закономерности термохимии. • Методы расчета теплового эффекта реакций • Коллигативные свойства растворов. • Свойства неидеальных систем. • Основные законы химического равновесия. • Обратимые и необратимые окислительно-восстановительные системы. Индикаторные электроды. Ионметрия. • Классификация ионселективных электродов: электроды с гомогенными и гетерогенными кристаллическими мембранами, стеклянные электроды, электроды с подвижными носителями, ферментные и газочувствительные электроды. • Примеры практического применения ионметрии. Определение pH, ионов щелочных металлов, галогенид-ионов.
	Умеет	<ul style="list-style-type: none"> • Делать грамотные оценки приближенных значений термодинамических величин (если такие

		<p>данные отсутствуют),</p> <ul style="list-style-type: none"> • Использовать результаты различных диаграмм состояния; • Применять теоретические законы химии к решению различных задач, успешно проводить расчеты выхода продуктов химической реакции, • Пользоваться современными справочниками термодинамических данных для вычисления констант равновесия • Применять понятия об обратимых и необратимых окислительно-восстановительных системах. • Обосновать выбор ионселективных электродов: электроды с гомогенными и гетерогенными кристаллическими мембранами, стеклянные электроды, электроды с подвижными носителями, ферментные и газочувствительные электроды.
	Владеет	<p>Знаниями основ теории фундаментальных разделов физической химии</p> <ul style="list-style-type: none"> • Основных законы термодинамики и их приложения • Методов расчета термодинамических функций. • Основных закономерностей термохимии. • Методов расчета теплового эффекта реакций • Коллигативных свойств растворов. • Свойств неидеальных систем. • Основных законов химического равновесия. • Обратимые и необратимые окислительно-восстановительные системы. Индикаторные электроды. Ионметрия. • Классификация ионселективных электродов: электроды с гомогенными и гетерогенными кристаллическими мембранами, стеклянные электроды, электроды с подвижными носителями, ферментные и газочувствительные электроды. • Примеры практического применения ионометрии. Определение рН, ионов щелочных металлов, галогенид-ионов.
Способность использовать полученные знания теоретических основ фундаментальных разделов химии при решении профессиональных задач (ОПК-1)	Знает	<ul style="list-style-type: none"> • Теоретические основы фундаментальных разделов физической химии для решения профессиональных задач • Методы анализа материала для теоретических занятий, лабораторных работ и научных исследований • Способы планирования и научного прогнозирования результатов физико-химических процессов
	Умеет	<ul style="list-style-type: none"> • Теоретические основы фундаментальных разделов физической химии для решения профессиональных задач • Применять методы анализа материала для теоретических занятий, лабораторных работ и

		научных исследований • Планировать и научно прогнозировать результатов физико-химических процессов
	Владеет	• Теоретическими основами фундаментальных разделов физической химии для решения профессиональных задач • Методами анализа материала для теоретических занятий, лабораторных работ и научных исследований • Навыками планирования и научного прогнозирования результатов физико-химических процессов

I. СТРУКТУРА И СОДЕРЖАНИЕ ТЕОРЕТИЧЕСКОЙ ЧАСТИ КУРСА (72 ЧАСА)

Раздел 1. Введение. Экспериментальные данные в физико-химическом эксперименте. Агрегатные состояния вещества (6 ч).

Тема 1. Способы представления и обработки экспериментальных данных в физико-химическом эксперименте (2 часа)

Построение графиков, выбор шкалы, работа с таблицами, графическое определение производных на примерах физико-химических расчетов.

Тема 2. Характеристика агрегатных состояний вещества. Жидкое состояние и твердое состояние (2 часа)

Газообразное состояние. Идеальные газы. Уравнение Клайперона-Менделеева. Кинетическая теория газов. Реальные газы. Ассоциация. Поверхностное натяжение и поверхностная энергия. Вязкость жидкостей. Давление пара. Твердое состояние. Пространственная кристаллическая решетка. Анизотропия. Полиморфизм. Изоморфизм.

Тема 3. Расчеты свойств идеальных газов (2 часа)

Парциальные давления в смесях идеальных газов. Скорости движения молекул в газах. Теплоемкости газов. Сжигание газов.

Раздел 2. Основные понятия термодинамики. Термодинамические системы (8 часов)

Тема 1. Применение первого закона термодинамики к идеальным газам (4 часа)

Работа различных процессов. Цикл Карно. Применение первого закона термодинамики к идеальным газам

Тема 2. Статистический характер второго закона термодинамики (2 часа)

Постулат Планка. Абсолютные значения энтропии. Статистический характер второго закона термодинамики. Термодинамические функции идеальных газов и их смесей

Тема 3. Применение третьего закона термодинамики для расчета химических равновесий (2 часа)

Тепловой закон Нернста. Приложение теплового закона Нернста к химическим превращениям. Некоторые приближенные методы расчета химических равновесий

Раздел 3. Основные понятия о фазовых переходах в термодинамике (8 часов)

Тема 1. Фазовые переходы (4 часа)

Уравнение Клапейрона - Клаузиса. Фазовые переходы первого и второго рода. Фазовое равновесие однокомпонентных систем, фазовое равновесие многокомпонентных систем, поверхностные явления и адсорбция.

Тема 2. Расчеты для однокомпонентных систем (4 часа)

Определение числа фаз и компонентов в системе, расчет теплоты испарения для однокомпонентных систем, расчет состава пара и жидкости для бинарных жидких систем при равновесии, составление диаграмм состояния для жидких и твердых бинарных систем, расчет криоскопической и эбулиоскопической постоянных

Раздел 4. Элементарные химические процессы (12 час.)

Тема 1. Диссоциация молекул под действием света, электронного удара (4 часа)

Термическая диссоциация. Свободные атомы и радикалы. Закон распределения Больцмана, закон Максвелла-Больцмана

Тема 2. Применение теории столкновений к бимолекулярным реакциям (6 часа)

Эффективный диаметр столкновения. Реакции с участием радикалов

Перенесение теоретических представлений полученных для реакции в газовой фазе, на реакции в растворах. Мономолекулярные и бимолекулярные реакции в растворах. Сопряженные реакции

Тема 3. Механизм химических реакций в разрядах (2 часа)

Возникновение разряда в газе. Химические реакции в тлеющем и дуговом разрядах.

Раздел 5. Химические реакции в аналитической химии (6 ч).

Тема 1. Основные типы химических реакций в аналитической химии (2 часа)

Основные типы химических реакций в аналитической химии: кислотно-основные, комплексообразования, окисления-восстановления. Используемые процессы: осаждение-растворение, экстракция, сорбция. Константы равновесия реакций и процессов. Состояние веществ в идеальных и реальных системах.

Тема 2. Кислотно-основные реакции (2 часа)

Современные представления о кислотах и основаниях. Теория Льюиса. Теория Бренстеда-Лоури. Равновесие в системе кислота - сопряженное основание и растворитель. Константы кислотности и основности. Кислотные и основные свойства растворителей. Константа автопротолиза. Влияние природы растворителя на силу кислоты и основания. Нивелирующий и дифференцирующий эффект растворителя

Тема 3. Типы комплексных соединений (2 часа)

Типы комплексных соединений, используемых в аналитической химии. Классификация комплексных соединений по характеру взаимодействия металл-лиганд, по однородности лиганда и центрального иона (комплексообразователя): внутрисферные комплексы и ионные ассоциаты (внешнесферные комплексы и ионные пары)

Раздел 6. Окислительно-восстановительные реакции в аналитической химии (8 часов)

Тема 1. Окислительно-восстановительные реакции. Электродный потенциал (4 часа)

Окислительно-восстановительные реакции. Электродный потенциал. Уравнение Нернста. Стандартный и формальный потенциалы. Связь константы равновесия со стандартными потенциалами. Направление реакции окисления и восстановления. Факторы, влияющие на направление окислительно-восстановительных реакций. Понятие о смешанных потенциалах. Механизмы окислительно-восстановительных реакций

Тема 2. Характеристика электрохимических методов (4 часа)

характеристика электрохимических методов. Классификация. Электрохимические ячейки. Индикаторный электрод и электрод сравнения. Равновесные и неравновесные электрохимические системы. Явления, возникающие при протекании тока (омическое падение напряжения, концентрационная и кинетическая поляризация).

Раздел 7. Теоретические основы использования аналитических методов (8 часов)

Тема 1. Методы, основанные на измерении электрохимического отклика системы – потенциала (4 часа)

Прямая потенциометрия. Измерение потенциала. Обратимые и необратимые окислительно-восстановительные системы. Индикаторные электроды. Ионметрия. Классификация ионселективных электродов: электроды с гомогенными и гетерогенными кристаллическими мембранами, стеклянные электроды, электроды с подвижными носителями, ферментные и газочувствительные электроды.

Тема 2. Методы, основанные на измерении электрохимического

отклика системы – тока (4 часа)

Индикаторные электроды и классификация вольтамперометрических методов. Преимущества и недостатки ртутного электрода. Применение твердых электродов. Получение и характеристика вольтамперной кривой. Конденсаторный, миграционный, диффузионный токи. Предельный диффузионный ток. Полярография. Уравнение Ильковича. Уравнение полярографической волны Ильковича - Гейровского. Потенциал полуволны. Факторы, влияющие на величину потенциала полуволны. Современные виды вольтамперометрии: прямая и инверсионная, переменноточковая; хроноамперометрия с линейной разверткой (осциллография). Преимущества и ограничения по сравнению с классической полярографией

Раздел 8. Примеры использования электрохимических методов анализа (12 часов)

Тема 1. Общая характеристика электрогравиметрических методов (4 часа)

Общая характеристика электрогравиметрических методов. Электропроводность растворов и принципы кондуктометрии. Хронопотенциометрия - вольтамперометрия при постоянном токе. Практическое применение методов.

Тема 2. Хронопотенциометрия - вольтамперометрия при постоянном токе. Практическое применение методов (6 часов)

Прямая кулонометрия и кулонометрическое титрование. Кулонометрия при постоянном токе и постоянном потенциале. Внешняя и внутренняя генерация кулонометрического титранта. Титрование электроактивных и электроинертных компонентов

Тема 3. Характеристика электрохимических методов

Сравнительная характеристика чувствительности и избирательности, областей применения электрохимических методов (2 часа)

II. СТРУКТУРА И СОДЕРЖАНИЕ ПРАКТИЧЕСКОЙ ЧАСТИ КУРСА

Практические и лабораторные занятия не предусмотрены учебным планом данной дисциплины.

III. УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ САМОСТОЯТЕЛЬНОЙ РАБОТЫ ОБУЧАЮЩИХСЯ

Учебно-методическое обеспечение самостоятельной работы обучающихся по дисциплине «**Специальные главы физической и аналитической химии**» представлено в Приложении 1 и включает в себя:

план-график выполнения самостоятельной работы по дисциплине, в том числе примерные нормы времени на выполнение по каждому заданию;

характеристика заданий для самостоятельной работы обучающихся и методические рекомендации по их выполнению;

требования к представлению и оформлению результатов самостоятельной работы;

критерии оценки выполнения самостоятельной работы.

IV. КОНТРОЛЬ ДОСТИЖЕНИЯ ЦЕЛЕЙ КУРСА

№ п/п	Контролируемые разделы / темы дисциплины	Коды и этапы формирования компетенций		Оценочные средства - наименование	
				текущий контроль	промежуточная аттестация
1	Раздел 1. Введение. Экспериментальные данные в физико-химическом эксперименте. Агрегатные состояния вещества (6 ч). Тема 1. Способы представления и обработки экспериментальных данных в физико-химическом эксперименте Тема 2. Характеристика агрегатных состояний вещества. Жидкое состояние и твердое состояние. Тема 2. Жидкое состояние и твердое состояние. Тема 3. Расчеты свойств идеальных газов. Раздел 2. Основные понятия термодинамики. Термодинамические системы (8ч)	ПК-3	Знает	Тестирование (ПР-1).	Экзаменационные вопросы №№1-10
			Умеет	Тестирование (ПР-1). Контрольные работы (ПР-2)	Экзаменационные вопросы №№1-10
			Владеет	Тестирование (ПР-1). Контрольные работы (ПР-2)	Экзаменационные вопросы №№1-10

	<p>Тема 1. Применение первого закона термодинамики к идеальным газам</p> <p>Тема 2. Статистический характер второго закона термодинамики.</p> <p>Тема3. Применение третьего закона термодинамики для расчета химических равновесий.</p> <p>Раздел3. Основные понятия о фазовых переходах в термодинамике (8ч)</p> <p>Тема 1. Фазовые переходы.</p> <p>Тема 2. Расчеты для однокомпонентных систем</p> <p>Раздел4. Элементарные химические процессы (12 час.)</p> <p>Те-ма1. Диссоциация молекул под действием света, электронного удара.</p> <p>Тема2. Применение теории столкновений к бимолекулярным реакциям.</p> <p>Тема 3. Химические реакции в тлеющем и дуговом разрядах.</p>				
2	<p>Раздел5. Химические реакции в аналитической химии (6 ч).</p>	ОПК-1	Знает	Тестирование (ПР-1).	Экзаменац ионные вопросы №№10-20

<p>Тема 1. Основные типы химических реакций в аналитической химии</p> <p>Тема 2. Кислотно-основные реакции.</p> <p>Тема 3. Типы комплексных соединений</p> <p>Раздел6.Окислительно-восстановительные реакции в аналитической химии (8ч)</p> <p>Тема 1. Окислительно-восстановительные реакции. Электродный потенциал</p> <p>Тема 2. Характеристика электрохимических методов.</p> <p>Раздел7.Теоретические основы использования аналитических методов (8ч)</p> <p>Тема 1. Методы, основанные на измерении электрохимического отклика системы - потенциала</p> <p>Тема 2. Методы, основанные на измерении электрохимического отклика системы – тока</p> <p>Раздел8.Примеры использования электрохимических методов анализа (12 час.)</p> <p>Тема 1. Общая характеристика электрогравиметрических методов</p> <p>Тема2.Хронопотенциометрия - вольтамперометрия</p>		Умеет	Тестирование (ПР-1). Контрольные работы (ПР-2)	Экзаменационные вопросы №№10-20
		Владеет	Тестирование (ПР-1). Контрольные работы (ПР-2)	Экзаменационные вопросы №№10-20

	<p>. Практическое применение методов Тема3. Сравнительная характеристика чувствительности и избирательности, областей применения электрохимических методов</p>				
--	--	--	--	--	--

Типовые контрольные задания, методические материалы, определяющие процедуры оценивания знаний, умений и навыков и (или) опыта деятельности, а также критерии и показатели, необходимые для оценки знаний, умений, навыков и характеризующие этапы формирования компетенций в процессе освоения образовательной программы, представлены в Приложении 2.

V. СПИСОК УЧЕБНОЙ ЛИТЕРАТУРЫ ИНФОРМАЦИОННО-МЕТОДИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

Основная литература

(электронные и печатные издания)

1. Еремин В.В., Каргов С.И., Успенская И.А., Кузменко Н.Е., Лунин В.В. Основы физической химии. Теория и задачи / Еремин В.В. и др. - М.: Изд-во Моск. ун-та, 2005. – 480 с.

<http://lib.dvfu.ru:8080/lib/item?id=chamo:237432&theme=FEFU>

2. Харитонов, Ю.Я. Физическая химия: учебник для высшего профессионального образования / Ю. Я. Харитонов. – М.: ГЭОТАР-Медиа, 2013. – 608с. <http://lib.dvfu.ru:8080/lib/item?id=chamo:695584&theme=FEFU>

3. Аналитическая химия. Аналитика 2. Количественный анализ. Физико-химические (инструментальные) методы анализа : учебник / Ю. Я. Харитонов. - 6-е изд., испр. и доп. - М. : ГЭОТАР-Медиа, 2014. - 656 с.

<http://www.studentlibrary.ru/book/ISBN9785970429419.html>

4. Аналитическая химия. Количественный анализ. Физико-химические методы анализа: практикум: учебное пособие. Харитонов Ю.Я., Джабаров Д.Н., Григорьева В.Ю. 2012. - 368 с.: ил.
<http://www.studentlibrary.ru/book/ISBN9785970421994.html>

5. Еремин, В.В. Основы физической химии [Электронный ресурс]: учебное пособие: в 2 ч. Ч. 1: Теория / В. В. Еремин [и др.]. – 3-е изд. (эл.). – М.: БИНОМ. Лаборатория знаний, 2013.—320с.

<http://znanium.com/catalog.php?bookinfo=485700>

6. Основы физической химии [Электронный ресурс] : учебное пособие : в 2 ч. Ч. 2 : Задачи / В.В. Еремин [и др.].—3-е изд. (эл.). – М.: БИНОМ. Лаборатория знаний, 2013.—263с.

<http://znanium.com/catalog.php?bookinfo=485705>

Дополнительная литература:

1. Горшков, В.И. Основы физической химии: учебник для вузов / В.И. Горшков, И. А. Кузнецов. – М.: БИНОМ. Лаборатория знаний, 2010. – 407с.

<http://lib.dvfu.ru:8080/lib/item?id=chamo:357080&theme=FEFU>

2. Основы общей и физической химии : учебное пособие для вузов / В. В. Еремин, А. Я. Борщевский, Долгопрудный : Интеллект , 2012.-847 с.

<http://lib.dvfu.ru:8080/lib/item?id=chamo:663891&theme=FEFU>

Перечень ресурсов информационно-телекоммуникационной сети

«Интернет»

1. <http://e.lanbook.com/>

2. <http://www.studentlibrary.ru/>

3. <http://znanium.com/>

4. <http://www.nelbook.ru/>

5. Еремин В.В., Каргов С.И., Кузьменко Н.Е. Задачи по физической химии. Часть 1. Химическая термодинамика

<http://www.chem.msu.ru/rus/teaching/eremin1/welcome.html>

6. Еремин В.В., Каргов С.И., Кузьменко Н.Е. Задачи по физической химии. Часть II. Химическая кинетика. Электрохимия

<http://www.chem.msu.ru/rus/teaching/eremin/welcome.html>

7. Кубасов А.А. Химическая кинетика и катализ (часть 1 и часть 2)

<http://www.chem.msu.ru/rus/teaching/kubasov/welcome.html>

VI. МЕТОДИЧЕСКИЕ УКАЗАНИЯ ПО ОСВОЕНИЮ ДИСЦИПЛИНЫ

Рекомендации по планированию и организации времени,

отведенного на изучение дисциплины

Время, отведённое на самостоятельную работу, должно быть использовано обучающимся планомерно в течение семестра.

Планирование – важнейшая черта человеческой деятельности. Для организации учебной деятельности эффективным вариантом является использование средств, напоминающих о стоящих перед вами задачах, и их последовательности выполнения. В роли таких средств могут быть ИТ-технологии (смартфоны, планшеты, компьютеры и т.п.), имеющие приложения/программы по организации распорядка дня/месяца/года и сигнализирующих о важных событиях, например, о выполнении заданий по дисциплине «Специальные главы физической и аналитической химии».

Регулярность – первое условие поисков более эффективных способов работы. Рекомендуется выбрать день/дни недели для регулярной подготовки по дисциплине «Специальные главы физической и аналитической химии», это позволит морально настроиться на выполнение поставленных задач, подготовиться к ним и выработать правила выполнения для них, например, сначала проработка материала лекций, чтение первоисточников, затем выделение и фиксирование основных идей. Рекомендуемое среднее время два часа на одно занятие.

Описание последовательности действий, обучающихся при изучении дисциплины

В соответствии с целями и задачами дисциплины студент изучает на занятиях и дома разделы лекционного курса, готовится к практическим занятиям, проходит контрольные точки текущей аттестации, включающие разные формы проверки усвоения материала (собеседование, тестирование и др.).

Освоение дисциплины включает несколько составных элементов учебной деятельности:

1. Внимательное чтение рабочей программы учебной дисциплины (помогает целостно увидеть структуру изучаемых вопросов). В ней содержится перечень контрольных испытаний для всех разделов и тем, включая экзамен; указаны сроки сдачи заданий, предусмотренных учебной программой курса дисциплины «Специальные главы физической и аналитической химии».

2. Неотъемлемой составной частью освоения курса является посещение лекций и их конспектирование. Глубокому освоению лекционного материала способствует предварительная подготовка, включающая чтение предыдущей лекции, работу с учебниками.

3. Регулярная подготовка к практическим занятиям и активная работа на них, включающая:

- повторение материала лекции по теме;
- знакомство с планом занятия и списком основной и дополнительной литературы, с рекомендациями по подготовке к занятию;
- изучение научных сведений по данной теме в разных учебных пособиях;
- чтение первоисточников и предлагаемой дополнительной литературы;
- посещение консультаций с целью выяснения возникших сложных вопросов при подготовке к практическим занятиям.

4. Подготовка к экзамену (в течение семестра), повторение материала всего курса дисциплины.

Подготовка к лекционным занятиям

Задание на дом к лекциям Раздел 1. Темы1-3

Просмотреть материал лекций, учебники и методическое пособие и подготовить ответы на предложенные вопросы.

Задачи для самостоятельной работы представлены в Приложении 1.

Задание на дом к лекциям Раздел 2. Темы1-3

Просмотреть материал лекций, учебники и методическое пособие, подготовить ответы на вопросы по теории неравновесных процессов адсорбции

Задачи для самостоятельного решения представлены в Приложении 1.

Задание на дом к лекциям Раздел 3. Темы1-2

Просмотреть материал лекций, учебники и методическое пособие, подготовить отчет и выступление с сообщением о применении и регенерации сорбентов.

Задание на дом к лекциям Раздел 4. Темы1-3

Просмотреть материал лекций, учебники и методическое пособие и подготовить ответы на предложенные вопросы.

Задачи для самостоятельной работы представлены в Приложении 1.

Задание на дом к лекциям Раздел 5. Темы1-2

Просмотреть материал лекций, учебники и методическое пособие и подготовить ответы на предложенные вопросы.

Задачи для самостоятельной работы представлены в Приложении 1.

Задание на дом к лекциям Раздел 6. Темы1-3

Просмотреть материал лекций, учебники и методическое пособие и подготовить ответы на предложенные вопросы.

Задачи для самостоятельной работы представлены в Приложении 1.

Задание на дом к лекциям Раздел 7. Темы1-2

Просмотреть материал лекций, учебники и методическое пособие и подготовить ответы на предложенные вопросы.

Задачи для самостоятельной работы представлены в Приложении 1.

Задание на дом к лекциям Раздел 8. Темы 1-3

Просмотреть материал лекций, учебники и методическое пособие и подготовить ответы на предложенные вопросы.

Задачи для самостоятельной работы представлены в Приложении 1.

Рекомендации по работе с литературой

Изучение дисциплины следует начинать с проработки тематического плана лекций, уделяя особое внимание структуре и содержанию темы и основных понятий. Изучение «сложных» тем следует начинать с составления логической схемы основных понятий, категорий, связей между ними. Целесообразно прибегнуть к классификации материала, в частности при изучении тем, в которых присутствует большое количество незнакомых понятий, категорий, теорий, концепций, либо насыщенных информацией типологического характера.

При работе с литературой обязательно выписывать все выходные данные по каждому источнику. Можно выписывать кратко основные идеи автора и иногда приводить наиболее яркие и показательные цитаты (с указанием страниц). Ищите аргументы «за» или «против» идеи автора.

Чтение научного текста является частью познавательной деятельности. Ее цель – извлечение из текста необходимой информации. От того насколько осознанно читающим собственная внутренняя установка (найти нужные сведения, усвоить информацию полностью или частично, критически проанализировать материал и т.п.) во многом зависит эффективность осуществляемого действия.

Используйте основные установки при чтении научного текста:

1. информационно-поисковая (задача – найти, выделить искомую информацию);

2. усваивающая (усилия читателя направлены на то, чтобы как можно полнее осознать и запомнить как сами сведения излагаемые автором, так и всю логику его рассуждений);

3. аналитико-критическая (читатель стремится критически осмыслить материал, проанализировав его, определив свое отношение к нему);

4. творческая (создает у читателя готовность в том или ином виде – как отправной пункт для своих рассуждений, как образ для действия по аналогии и т.п. – использовать суждения автора, ход его мыслей, результат наблюдения, разработанную методику, дополнить их, подвергнуть новой проверке).

Для работы с научными текстами применяйте следующие виды чтения:

1. библиографическое – просматривание карточек каталога, рекомендательных списков, сводных списков журналов и статей за год и т.п.;

2. просмотровое – используется для поиска материалов, содержащих нужную информацию, обычно к нему прибегают сразу после работы со списками литературы и каталогами, в результате такого просмотра читатель устанавливает, какие из источников будут использованы в дальнейшей работе;

3. ознакомительное – подразумевает сплошное, достаточно подробное прочтение отобранных статей, глав, отдельных страниц, цель – познакомиться с характером информации, узнать, какие вопросы вынесены автором на рассмотрение, провести сортировку материала;

4. изучающее – предполагает доскональное освоение материала; в ходе такого чтения проявляется доверие читателя к автору, готовность принять изложенную информацию, реализуется установка на предельно полное понимание материала;

5. аналитико-критическое и творческое чтение – два вида чтения близкие между собой тем, что участвуют в решении исследовательских задач. Первый из них предполагает направленный критический анализ, как самой информации, так и способов ее получения и подачи автором; второе – поиск тех суждений, фактов, по которым или в связи с которыми, читатель считает нужным высказать собственные мысли.

Основным для студента является изучающее чтение – именно оно позволяет в работе с учебной литературой накапливать знания в профессиональной области.

При работе с литературой можно использовать основные виды систематизированной записи прочитанного:

1. Аннотирование – предельно краткое связное описание просмотренной или прочитанной книги (статьи), ее содержания, источников, характера и назначения.

2. Планирование – краткая логическая организация текста, раскрывающая содержание и структуру изучаемого материала.

3. Тезирование – лаконичное воспроизведение основных утверждений автора без привлечения фактического материала.

4. Цитирование – дословное выписывание из текста выдержек, извлечений, наиболее существенно отражающих ту или иную мысль автора.

5. Конспектирование – краткое и последовательное изложение содержания прочитанного.

Подготовка к экзамену

В процессе подготовки к экзамену, следует ликвидировать имеющиеся пробелы в знаниях, углубить, систематизировать и упорядочить знания. Особое внимание следует уделить организации подготовки к экзаменам. Для этого важны следующие моменты - соблюдение режима дня: сон не менее 8 часов в

сутки; занятия заканчивать не позднее, чем за 2-3 часа до сна; прогулки на свежем воздухе, неустойчивые занятия спортом во время перерывов между занятиями. Наличие полных собственных конспектов лекций является необходимым условием успешной сдачи экзамена. Если пропущена какая-либо лекция, необходимо ее восстановить, обдумать, устранить возникшие вопросы, чтобы запоминание материала было осознанным. Следует помнить, что при подготовке к экзаменам вначале надо просмотреть материал по всем вопросам сдаваемой дисциплины, далее отметить для себя наиболее трудные вопросы и обязательно в них разобраться. В заключение еще раз целесообразно повторить основные положения.

VII. МАТЕРИАЛЬНО-ТЕХНИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

Лекционная аудитория (мультимедийный проектор, настенный экран, ноутбук).



МИНИСТЕРСТВО ОБРАЗОВАНИЯ И НАУКИ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ
Федеральное государственное автономное образовательное учреждение
высшего профессионального образования
«Дальневосточный федеральный университет»
(ДВФУ)

ШКОЛА ЕСТЕСТВЕННЫХ НАУК

**УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ САМОСТОЯТЕЛЬНОЙ
РАБОТЫ ОБУЧАЮЩИХСЯ**

**по дисциплине «Специальные главы физической и аналитической химии»
Направление подготовки 04.03.01 Химия
профиль «Фундаментальная химия»
Форма подготовки очная**

**Владивосток
2015**

План-график выполнения самостоятельной работы по дисциплине

№ п/п	Дата/сроки выполнения	Вид самостоятельной работы	Примерные нормы времени на выполнение	Форма контроля
1.	февраль (2-4 нед.)	Подготовка к собеседованию	20 часа	Тестирование по вопросам, вынесенным на самостоятельное изучение (ПР-1).
2.	март (1-4 нед.)	Подготовка к выполнению лабораторных работ №№ 1-2, выполнение отчета по ним	21 часов	Тестовый контроль (ПР-1)
3.	апрель (1-4 нед.)	Подготовка к выполнению лабораторных работ № 3, 4 ,5 выполнение отчета по ним	22 часа	Тестирование по вопросам, вынесенным на самостоятельное изучение (ПР-1).
4.	май (1-2 нед.)	Подготовка к выполнению лабораторных работ № 6,7 выполнение отчета по ним	18 часов	Тестовый контроль (ПР-1)

Вопросы для выполнения самостоятельной работы

1. Сформулируйте и запишите I закон термодинамики.
2. Определите понятие “тепловой эффект химической реакции”.
3. Закон Гесса и следствия из него.
4. Дайте определение стандартных теплот сгорания и образования, интегральной и дифференциальной теплот растворения.
5. В каких случаях теплота реакции может являться функцией состояния.
6. Чем определяется знак теплового эффекта растворения? Предположите, каков знак теплового эффекта будет при растворении в воде: а) HCl (газ), б) H₂SO₄ (конц.), в) NaF (крист.)?
7. Какие термодинамические величины определяют методом калориметрии?
8. Принцип калориметрических измерений тепловых эффектов: типы калориметров, термометр Бекмана, тепловое значение калориметра и способы его определения, учет теплообмена с окружающей средой.
9. Какие вещества используют в качестве термохимического стандарта

для определения теплового значения калориметра (в работах 1 и 2).

10. Какие реакции пригодны для термодимических измерений?
11. Влияет ли степень измельчения соли на величину и точность определения теплоты растворения соли?
12. Что такое правило фаз? Приведите определения следующих понятий: фаза, составляющие вещества, компоненты, число степеней свободы.
13. На чем основан термический анализ? Какие методы термического анализа вы знаете?
14. Чем объясняются скачки температуры на кривых охлаждения?
15. Что такое эвтектика? Примените правило фаз к полученной вами диаграмме плавкости. Какие изменения происходят при охлаждении систем различного состава?
16. Какие упрощения вносят при построении плоских диаграмм состояния бинарных (двухкомпонентных) систем?
17. Что представляет собой треугольник Таммана и для определения какой величины он служит?
18. Что представляют собой диаграммы состояния? Каким системам они соответствуют?

Задачи для самостоятельного решения.

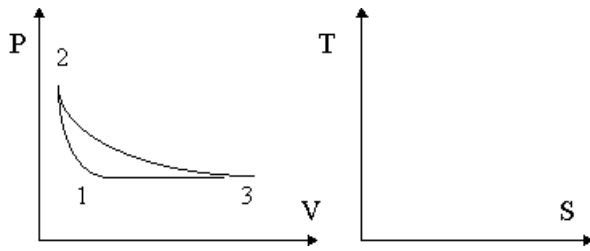
Вариант 1

1. Изобразите зависимость теплового эффекта реакции:

$\nu_1 A_1 + \nu_2 A_2 + \dots \rightarrow \nu_1' A_1' + \nu_2' A_2' + \dots$ от температуры, если зависимости сумм теплоемкостей исходных веществ ($\sum \nu_i C_{p_i}$) и продуктов ($\sum \nu_j C_{p_j}$) от температуры имеют вид:



2. С 1 молем идеального газа реализован обратимый цикл, приведенный на рисунке (1-2 - адиабата, 2-3 - изотерма). Изобразите указанный цикл в координатах S, T. Теоретически обоснуйте свое решение.

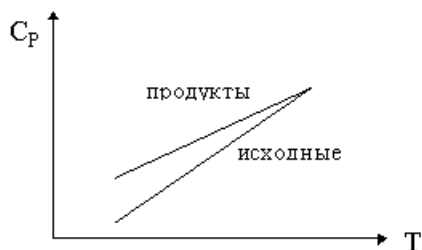


3. Энергия Гиббса некоторого газа описывается зависимостью $G = U_0 + C_p T(1 - \ln T) - TS_0 + RT \ln P$, где U_0 , S_0 , C_p - постоянные. Найти уравнение состояния этого газа.
4. Выразите константу равновесия K_p реакции между идеальными газами А и В, взятыми в стехиометрическом отношении: $2A + B = C$, обозначив через x число молей образовавшегося соединения С (газ), а через P - равновесное давление.
5. Газовая реакция $A = 2B$ протекает в закрытой системе до установления равновесия. Определите, как будет меняться выход продуктов при увеличении общего давления в системе. Аргументируйте свой ответ.
6. Известны стандартные электродные потенциалы в водных растворах при 25°C : $E^0(\text{Cu}^{+2}/\text{Cu}) = +0.337\text{ В}$, $E^0(\text{Cl}^-/\text{Hg}_2\text{Cl}_2, \text{Hg}) = 0.268\text{ В}$. Напишите окислительно-восстановительные процессы, протекающие на электродах, а также уравнение Нернста для расчета ЭДС обратимого гальванического элемента, составленного из этих электродов.
7. Для необратимой реакции произвольного n -го порядка между соединениями, взятыми в стехиометрическом отношении, определите (в общем виде) время, за которое исходное вещество превратится на $1/3$ от начального количества.

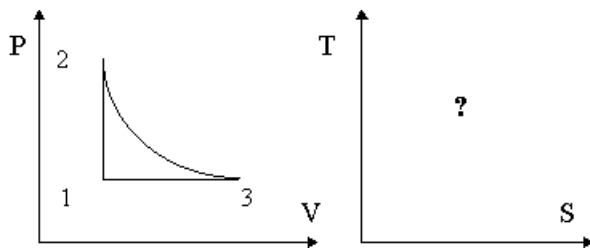
Вариант 2

1. Изобразите зависимость теплового эффекта реакции:

$\nu_1 A_1 + \nu_2 A_2 + \dots \rightarrow \nu_1' A_1' + \nu_2' A_2' + \dots$ от температуры, если зависимости сумм теплоемкостей исходных веществ ($\sum \nu_i C_{p_i}$) и продуктов ($\sum \nu_j C_{p_j}$) от температуры имеют вид:



2. С 1 молем идеального газа реализован обратимый цикл, приведенный на рисунке (2-3 - адиабата). Изобразите указанный цикл в координатах S , T . Теоретически обоснуйте свое решение.



3. Энергия Гельмгольца некоторого газа описывается зависимостью $F = U_0 - TS_0 + C_V T(1 - \ln T) - a/(TV) - RT \ln(V - b)$, где U_0, S_0, C_V, a, b - постоянные. Найти уравнение состояния этого газа.
4. Выразите константу равновесия K_p реакции между идеальными газами А и В, взятыми в стехиометрическом отношении: $A + B = 3C$, обозначив через x число молей образовавшегося соединения С (газ), а через P - равновесное давление.
5. Газовая реакция $A + 2B = C + D$ протекает в закрытой системе до установления равновесия. Определите, как будет меняться выход продуктов при увеличении общего давления в системе. Аргументируйте свой ответ.
6. Известны стандартные электродные потенциалы в водных растворах при 25°C :
 $E^0(\text{Cd}^{+2}/\text{Cd}) = -0.403 \text{ В}$, $E^0(\text{Hg}^{+2}/\text{Hg}) = 0.769 \text{ В}$.
 Напишите окислительно-восстановительные процессы, протекающие на электродах, а также уравнение Нернста для расчета ЭДС обратимого гальванического элемента, составленного из этих электродов.
7. Для необратимой реакции n -го порядка между соединениями, взятыми в стехиометрическом отношении, определите (в общем виде) время, за которое исходное вещество превратится на $3/4$ от начального количества.

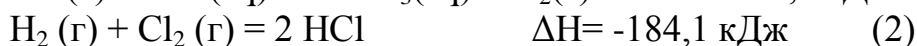
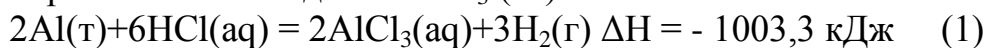
Вариант 3

Задача 1. Теплоты образования жидкой воды и газообразной двуокиси углерода соответственно равны $-285,8$ и $-393,5$ кДж/моль, теплота сгорания метана при тех же условиях $-890,3$ кДж/моль. Рассчитать теплоту образования метана из простых веществ при условиях: 1) $P = \text{const}$, 2) $V = \text{const}$, $T = 298 \text{ К}$.

Задача 2. Теплота образования этилена C_2H_4 (г) равна $52,23$ кДж/моль. Какова теплота сгорания этилена при: 1) $P = \text{const}$; 2) $V = \text{const}$, если теплоты образования CO_2 (г) и H_2O (ж) соответственно равны $-393,5$ и $-285,8$ кДж/моль?

Задача 3. Вычислить тепловой эффект реакции $\text{C}_2\text{H}_4(\text{г}) + \text{H}_2\text{O}(\text{г}) = \text{C}_2\text{H}_5\text{OH}(\text{г})$ если теплоты образования этилена, водяного пара и газообразного этанола соответственно равны: $52,3$; $-241,8$ и $-235,3$ кДж/моль.

Задача 4. На основании следующих данных рассчитать теплоту образования безводного AlCl_3 (тв)



Задача 5. Вычислить тепловой эффект химической реакции $\text{CO}_2(\text{г}) + 4\text{H}_2(\text{г}) = \text{CH}_4(\text{г}) + 2\text{H}_2\text{O}(\text{г})$ при стандартных условиях по стандартным теплотам образования и теплотам сгорания. Стандартные теплоты взять в справочнике.

Задача 6. Вычислить тепловой эффект химической реакции $\text{CH}_4(\text{г}) + \text{CO}_2(\text{г}) = 2\text{CO}(\text{г}) + 2\text{H}_2(\text{г})$ при стандартных условиях по стандартным теплотам образования.

Примеры решения задач

Перед решением вспомните основные формулы:

Давление насыщенного пара компонента идеального жидкого раствора рассчитывается по закону Рауля:

$$p_1 = p_1^0 x_1 \quad (1)$$

где p_1^0 — давление насыщенного пара над чистым жидким компонентом (p_1^0 является справочной величиной). Формула (1) справедлива только в том случае, если данный компонент является летучим неэлектролитом. Закон Рауля в данном виде может быть использован для расчета давления пара каждого из летучих компонентов раствора. Общее давление пара над раствором равно сумме парциальных давлений:

$$P_{\text{общ}} = p_1 + p_2 + \dots + p_i \quad (2)$$

где p_1, p_2, \dots, p_i — парциальные давления пара летучих компонентов раствора.

Если же растворенное вещество является нелетучим неэлектролитом, то закон Рауля в случае бинарного раствора удобнее представить в виде:

$$p_1 = p_1^0 (1 - x_2) \quad \text{или}$$

где p_1 — давление насыщенного пара летучего растворителя (например, воды) над раствором,

p_1^0 — давление насыщенного пара над чистым жидким растворителем,

x_2 — мольная доля растворенного нелетучего вещества.

Задача 1. Покажите, что для раствора бензола в толуоле с массовой долей бензола 7,8% при 30°C выполняется первый закон Гиббса-Коновалова. Давление насыщенного пара чистого бензола при 30°C равно 120,2 мм рт.ст., чистого толуола — 36,7 мм рт.ст.

Решение. Согласно первому закону Гиббса-Коновалова пар над раствором обогащен более летучим компонентом, т.е. веществом, добавление которого повышает общее давление пара. В данном случае таким веществом является бензол, имеющий более высокое давление

насыщенного пара. Рассчитаем состав пара над раствором. Поскольку бензол и толуол являются ближайшими органическими гомологами, раствор можно считать идеальным и использовать закон Рауля для летучих неэлектролитов. Согласно формуле (1), давление пара каждого из компонентов раствора равно

$$p_1 = p_1^0 x_1;$$

$$p_2 = p_2^0 x_2$$

(1-бензол, 2 - толуол) .

Рассчитаем мольные доли компонентов в растворе:

масса бензола в 100 г раствора равна 7,8 г, тогда количество моль бензола составляет $n_1 = 7,8 / 78 = 0,10$ моль, количество моль толуола $n_2 = 92,2 / 92 = 1,01$ моль. Мольные доли в растворе равны

$$x_1 = \frac{n_1}{n_1 + n_2} = \frac{0,1}{0,1 + 1,01} = 0,091 ;$$

$$x_2 = 1 - 0,091 = 0,909$$

Находим давление паров бензола и толуола

$$p_1 = 120,2 \cdot 0,091 = 10,94 \text{ мм рт.ст.}; \quad p_2 = 36,7 \cdot 0,909 = 33,36 \text{ мм рт.ст.}$$

Общее давление пара над раствором:

$$P_{\text{общ}} = 10,94 + 33,36 = 44,30 \text{ мм рт.ст.}$$

Мольная доля бензола в парах равна

Мольная доля бензола в парах больше мольной доли бензола в растворе (0,091), следовательно, первый закон Гиббса-Коновалова выполняется.

Задача 2. Рассчитайте давление пара при температуре 15⁰С над водным раствором глюкозы с массовой долей 18%.

Решение. Глюкоза – нелетучий неэлектролит, поэтому давление пара над раствором будет создаваться парами летучего растворителя, т.е. воды. Следовательно, можно воспользоваться формулой (3), из которой выразим давление паров воды

$$p_1 = p_1^0 (1 - x_2)$$

Давление насыщенного пара чистой воды p_1^0 при 15⁰С находим в справочнике [2] , оно составляет 12,79 мм рт.ст. При расчете мольной доли глюкозы x_2 учтем, что в 100г раствора содержится 18г глюкозы и 82г воды (0,10 и 4,56 моль, соответственно), тогда

$$x_2 = 0,10 / (0,10 + 4,56) = 0,018$$

Получаем $p_1 = 12,79 \cdot (1 - 0,018) = 12,56 \text{ мм рт.ст.}$

Для количественного описания жидких бинарных растворов используются диаграммы состояния в координатах температура – состав раствора (состав раствора может быть выражен в массовых или мольных долях) (рис.1). Точки на нижней кривой *пст* соответствуют составу жидкой фазы в гетерогенном равновесии жидкость – пар при данной температуре. Точки на верхней кривой *пат* соответствуют составу пара в этом же равновесии при той же температуре.

Расчет количества равновесных фаз основан на правиле рычага.

Если состав раствора на диаграмме выражен в массовых долях (или в масс. %), то в выражении для правила рычага вместо количества моль записывают соответствующие массы фаз:

$$\frac{m_{ж}}{m_{пар}} = \frac{ab}{bc}; \quad \frac{m_{ж}}{m_{общ}} = \frac{ab}{ac}; \quad \frac{m_{пар}}{m_{общ}} = \frac{bc}{ac}$$

Задача 3. Имеется 1 кг раствора вещества А (молярная масса $M_A=32$ г/моль) в веществе В (молярная масса $M_B=58,7$ г/моль). Массовая доля вещества А в растворе равна 56%. Определить массу и состав фаз, образующихся в данной системе при температуре 60°C . Диаграмма состояния системы приведена на рис I.

Решение. Состав раствора на диаграмме выражен в мольных долях, поэтому по правилу рычага можно рассчитать количества моль пара и жидкости в равновесии. Вначале находим количество моль каждого компонента в растворе:

Масса А равна

$$m_A = \frac{1000 \cdot 56\%}{100\%} = 560 \text{ г, откуда } \nu_A = \frac{560}{32} = 17,5 \text{ моль}$$

Тогда для В

$$m_B = 1000 - 560 = 440 \text{ г, } \nu_B = 440/58,7 = 7,5 \text{ моль.}$$

Мольная доля А в растворе равна

$$x_A = \frac{\nu_A}{\nu_{общ}} = \frac{17,5}{25} = 0,7 \quad (\text{состав раствора соответствует точке } b).$$

По правилу рычага находим количество моль пара

$$\frac{\nu_{пар}}{\nu_{общ}} = \frac{bc}{ac} = \frac{0,86 - 0,7}{0,86 - 0,43} = 0,372$$

(здесь длины отрезков для удобства выражены через величины мольных долей).

Отсюда

$$\nu_{пар} = \nu_{общ} \cdot 0,372 = 25 \cdot 0,372 = 9,302 \text{ моль.}$$

Масса жидкости равна $432 + 129 = 561$ г.

(Проверка: общая масса жидкости и пара равна $561 + 439 = 1000$ г, т.е. равна массе исходной смеси - 1 кг)

Задача 4. а). Рассчитайте массу и состав фаз, образующихся при нагревании до 70°C 200 г раствора вещества А в веществе В, в котором масса вещества А равна 80 г. Диаграмма состояния приведена на рис. II. **б).** Какую массу одного из компонентов системы необходимо добавить к исходному раствору, чтобы полученная смесь перегонялась без изменения состава? **в).** Каков состав первого пузырька пара, образующегося при нагревании исходного и полученного растворов?

Решение.

а). Для того, чтобы воспользоваться приведенной диаграммой состояния, рассчитываем массовую долю вещества А в растворе,

поскольку на диаграмме состояния состав выражен в массовых процентах.

$$\omega(A) = \frac{80}{200} \cdot 100\% = 40\%$$

Фигуративной точкой, соответствующей состоянию исходного раствора при 70°C является точка b . Вычисляем количество фаз по правилу рычага, которое в данном случае, когда состав раствора выражен в массовых процентах, можно записать как отношение массы фаз в виде:

$$\frac{m_{\text{пар}}}{m_{\text{общ}}} = \frac{bc}{ac}$$

Находим по диаграмме состав пара, он соответствует точке a : содержание вещества А в паре 20%, следовательно, содержание вещества В в паре 80%.

Рассчитываем массу жидкой фазы:

$$m_{\text{жидк}} = m_{\text{общ}} - m_{\text{пар}} = 200 - 56,1 = 143,9 \text{ г}$$

Состав жидкой фазы соответствует точке c на диаграмме: 48% вещества А и 52% вещества В.

б). Жидкий раствор перегоняется без изменения состава, когда состав жидкой фазы и пара одинаков. Такие растворы называются азеотропами. Согласно второму закону Гиббса-Коновалова состав пара и раствора совпадает в точках экстремумов на диаграммах состояния, следовательно, это фигуративные точки азеотропов. Состав азеотропа в данном случае соответствует точке A на диаграмме (60% вещества А). Поскольку в исходном растворе содержание вещества А меньше (массовая доля А равна 40%), поэтому к 200 г исходного раствора необходимо добавить вещество А для получения азеотропного раствора с массовой долей А, равной 60%. Рассчитаем добавляемую массу А из соотношения:

$$60\% = \frac{80 + x}{200 + x} \cdot 100\%,$$

где x – добавляемая масса А,

$(200 + x)$ – полученная масса азеотропа.

Получаем $x = 100$, т.е. 100г вещества А необходимо добавить к исходному раствору для получения азеотропа.

в). Начало закипания исходного раствора соответствует точке k на диаграмме. Температура начала закипания равна 58°C , а состав пара находим по координатам точки p , лежащей на кривой пара. Это и будет состав первого пузырька пара (массовая доля А в паре равна 13%).

Такие свойства разбавленных растворов неэлектролитов как понижение температуры кристаллизации $\Delta T_{\text{кр}}$, повышение температуры кипения $\Delta T_{\text{кип}}$ и осмотическое давление π описываются соотношениями:

$$\Delta T_{\text{кр}} = K m_2 \quad (4)$$

$$\Delta T_{\text{кип}} = E m_2 \quad (5)$$

$$\pi = cRT \quad (6)$$

где K – криоскопическая константа растворителя,

E – эбулиоскопическая константа растворителя,
 m_2 – моляльная концентрация растворенного неэлектролита, которая рассчитывается по формуле:

$$m_2 = \frac{n_2 \cdot 1000}{g_1}, \quad (7)$$

где n_2 – количество моль растворенного вещества,

g_1 – масса растворителя (г).

c – молярная концентрация растворенного неэлектролита.

Если c выражена в моль/л, то при $R = 8,31$ Дж/моль·К осмотическое давление в формуле (6) имеет размерность кПа. Поэтому, когда в задаче требуется определить концентрацию растворенного вещества по величине осмотического давления раствора, то давление необходимо перевести в кПа (получим концентрацию в моль/л) или в Па (концентрация будет в моль/м³)

Задача 5. Давление пара над водным раствором мочевины при 20⁰С равно 17,19 мм рт.ст. Вычислить температуру кипения и осмотическое давление этого раствора.

Решение. Находим моляльную долю мочевины в растворе по формуле (3) для нелетучих неэлектролитов. Давление пара чистой воды при 20⁰С по справочнику [2] составляет 17,54 мм рт. ст., тогда

$$x_2 = \frac{17,54 - 17,19}{17,54} = 0,02$$

Примем количество моль воды в растворе n_1 равным 1 моль и рассчитаем количество моль мочевины n_2 :

$$x_2 = \frac{n_2}{n_1 + n_2}, \quad \text{отсюда}$$

$$n_2 = n_1 \frac{x_2}{1 - x_2} = 1 \cdot \frac{0,02}{1 - 0,02} = 0,0204 \text{ моль}$$

Если количество моль воды 1 моль, то масса воды равна $g_1 = 18$ г и объем воды при плотности 1 г/см³ составляет 18 см³ или 0,018 л. Отсюда находим моляльность и молярность раствора мочевины :

$$m_2 = \frac{0,0204 \cdot 1000}{18} = 1,13 \text{ моль/кг,}$$

$$c_2 = 0,0204 / 0,018 = 1,13 \text{ моль/л}$$

Тогда

$$\Delta T_{\text{кип}} = E m_2 = 0,514 \cdot 1,13 = 0,31^{\circ}\text{C,}$$

отсюда температура кипения раствора

$$T_{\text{кип}} = 100^{\circ}\text{C} + 0,31 = 100,31^{\circ}\text{C}$$

(константу E для воды находим в справочной таблице на стр.40 этого задачника)

$$\pi = cRT = 1,13 \cdot 8,31 \cdot 293 = 2751,4 \text{ кПа.}$$

Если по условию задачи криоскопическая или эбулиоскопическая константы растворителя неизвестны и требуется их рассчитать, то можно воспользоваться соотношениями:

$$E = \frac{RT_{кип}^2 M}{\Delta H_{исп} \cdot 1000}, \quad (8)$$

$$K = \frac{RT_{пл}^2 M}{\Delta H_{пл} \cdot 1000} \quad (9),$$

где M – молярная масса растворителя (г/моль),

$T_{кип}$ и $T_{пл}$ – температуры кипения и плавления растворителя (К), Дж/моль), (приведены в справочниках).

Когда в растворах протекают процессы диссоциации или ассоциации молекул растворенных веществ, приведенные выше формулы становятся непригодными, поскольку реальное количество частиц в растворе отличается от первоначального. Для описания свойств таких систем вводится изотонический коэффициент i , учитывающий влияние процессов диссоциации или ассоциации на отклонение от свойств растворов, где подобные процессы не наблюдаются. По физическому смыслу изотонический коэффициент равен отношению реального числа частиц растворенного вещества в растворе к первоначальному числу частиц.

Свойства растворов в данном случае описываются уравнениями:

$$\Delta T_{кр} = i K m_2 \quad (10)$$

$$\Delta T_{кип} = i E m_2 \quad (11)$$

$$\pi = i c R T \quad (12)$$

Изотонический коэффициент в растворах электролитов связан со степенью диссоциации α :

$$i = 1 + \alpha(n - 1), \text{ или } \alpha = \frac{i - 1}{n - 1} \quad (13)$$

где n – количество ионов, образующихся при диссоциации одной молекулы электролита.

Когда растворенное вещество диссоциирует, то $i > 1$, и, напротив, при ассоциации молекул $i < 1$.

Оценить, в каком состоянии – диссоциированном или ассоциированном, находятся молекулы вещества в растворе, можно, если рассчитать молекулярную массу растворенного вещества с помощью формул (4), (5), (6), т.е. без использования изотонического коэффициента i . В этом случае расчет молярной массы дает заниженное значение при диссоциации молекул, и, наоборот, при ассоциации молекул в растворе рассчитанная молярная масса получается завышенной.

В полярных растворителях растворенные вещества с полярными молекулами являются электролитами, а вещества с неполярными молекулами чаще проявляют свойства неэлектролитов. В малополярных растворителях растворенные вещества с полярными молекулами обычно находятся в частично ассоциированном состоянии.

Задача 6. Водный раствор трифторуксусной кислоты с массовой долей кислоты 10% кристаллизуется при $-2,54^{\circ}\text{C}$. Покажите, что данное вещество в водном растворе не является слабым электролитом.

Решение. Рассчитаем степень диссоциации α кислоты по формуле (13).

Для этого находим изотонический коэффициент, используя формулу (10):

$$i = \frac{\Delta T_{кр}}{K m_2}$$

Моляльную концентрацию трифторуксусной кислоты m_2 находим, предполагая массу раствора 100 г. Тогда масса кислоты 10 г, количество моль кислоты $10/114 = 0,087$ моль, масса воды 90 г. Моляльность кислоты равна

$$m_2 = \frac{0,087 \cdot 1000}{90} = 0,967 \text{ моль / кг};$$

$$i = \frac{2,54}{1,86 \cdot 0,967} = 1,4; \text{ где}$$

$$\Delta T_{кр} = 0^{\circ}\text{C} - (-2,54)^{\circ}\text{C} = 2,54^{\circ}\text{C}$$

Находим α по формуле (13), причем $n = 2$, т.к. при диссоциации кислоты образуется два иона:



Получаем

$$\alpha = \frac{1,4 - 1}{2 - 1} = 0,4 \text{ или } 40\%.$$

Следовательно, трифторуксусная кислота в водном растворе приближается по свойствам к сильным электролитам.

Задача 7. Раствор, содержащий 4,40 г пировиноградной кислоты $\text{CH}_3\text{-CO-COOH}$ в 100 г бромбензола кристаллизуется при $-32,98^{\circ}\text{C}$. В каком состоянии – диссоциированном или ассоциированном, находятся молекулы пировиноградной кислоты в растворе.

Решение. Находим молярную массу пировиноградной кислоты M_2 в растворе по понижению температуры кристаллизации раствора.

Температура кристаллизации чистого бромбензола по справочнику [1] равна $\Delta T_{i\ddot{e}}^0 = -30,82^{\circ}\text{C}$ или 242,33К. Рассчитаем криоскопическую константу бромбензола, поскольку ее нет в справочной таблице на стр.49.

Согласно формуле (9)

$$K = \frac{R(T_{i\ddot{e}}^0)^2 M}{1000 \cdot \Delta H_{i\ddot{e}}} = \frac{8,31 \cdot 242,33^2 \cdot 157,03}{1000 \cdot 10620} = 7,22$$

(здесь молярная теплота плавления бромбензола $\Delta H_{i\ddot{e}} = 10620$ Дж/моль по справочнику [1], молярная масса бромбензола $M = 157,03$ г/моль).

Понижение температуры кристаллизации раствора равно

$$\Delta T_{\delta\delta} = T^0 - T;$$

$$\Delta T_{\delta\delta} = -30,82 - (-32,98) = 2,16^{\circ}\text{C}$$

Рассчитаем молярную концентрацию кислоты по формуле (4):

$$m_2 = \frac{\Delta T_{\text{эб}}}{K},$$

$$m_2 = 2,16 / 7,22 = 0,30 \text{ моль/кг.}$$

Отсюда из формулы (7) находим молярную массу пировиноградной кислоты в растворе:

$$M_2 = \frac{g_2 \cdot 1000}{m_2 g_1} = \frac{4,40 \cdot 1000}{0,30 \cdot 100} = 147 \text{ г/моль}$$

(здесь g_1 – масса растворителя, т.е. бромбензола; g_2 – масса пировиноградной кислоты). Полученное значение больше истинной молярной массы пировиноградной кислоты (88 г/моль), следовательно, ее молекулы в растворе образуют ассоциаты.

Критерии оценки выполнения самостоятельной работы

Оценивание выполнения тестов проводится по критериям:

Полнота и качество выполненных заданий;

Отсутствие фактических ошибок, связанных с пониманием темы.



МИНИСТЕРСТВО ОБРАЗОВАНИЯ И НАУКИ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ
Федеральное государственное автономное образовательное учреждение
высшего профессионального образования
«Дальневосточный федеральный университет»
(ДВФУ)

ШКОЛА ЕСТЕСТВЕННЫХ НАУК

ФОНД ОЦЕНОЧНЫХ СРЕДСТВ

по дисциплине «Специальные главы физической и аналитической химии»
Направление подготовки **04.03.01 Химия**
профиль «Фундаментальная химия»
Форма подготовки очная

Владивосток
2015

Паспорт оценочных средств по дисциплине «Специальные главы физической и аналитической химии»

Код и формулировка компетенции	Этапы формирования компетенции	
Владеет системой фундаментальных химических понятий (ПК-3)	Знает	<ul style="list-style-type: none"> • Основные законы термодинамики и их приложения • Методы расчета термодинамических функций. • Основные закономерности термохимии. • Методы расчета теплового эффекта реакций • Коллигативные свойства растворов. • Свойства неидеальных систем. • Основные законы химического равновесия. • Обратимые и необратимые окислительно-восстановительные системы. Индикаторные электроды. Ионметрия. • Классификация ионселективных электродов: электроды с гомогенными и гетерогенными кристаллическими мембранами, стеклянные электроды, электроды с подвижными носителями, ферментные и газочувствительные электроды. • Примеры практического применения ионметрии. Определение рН, ионов щелочных металлов, галогенид-ионов.
	Умеет	<ul style="list-style-type: none"> • Делать грамотные оценки приближенных значений термодинамических величин (если такие данные отсутствуют), • Использовать результаты различных диаграмм состояния; • Применять теоретические законы химии к решению различных задач, успешно проводить расчеты выхода продуктов химической реакции, • Пользоваться современными справочниками термодинамических данных для вычисления констант равновесия • Применять понятия об обратимых и необратимых окислительно-восстановительных системах. • Обосновать выбор ионселективных электродов: электроды с гомогенными и гетерогенными кристаллическими мембранами, стеклянные электроды, электроды с подвижными носителями, ферментные и газочувствительные электроды.
	Владеет	<p>Системой фундаментальных понятий физической и аналитической химии, основных законов термодинамики и их приложения, методов расчета термодинамических функций, основных закономерностей термохимии, методов расчета теплового эффекта реакций, коллигативных свойств растворов, свойств неидеальных систем.</p> <ul style="list-style-type: none"> • Владеет знаниями основных законов химического

		равновесия и как описываются обратимые и необратимые окислительно-восстановительные системы.
Способность использовать полученные знания теоретических основ фундаментальных разделов химии при решении профессиональных задач (ОПК-1)	Знает	<ul style="list-style-type: none"> • Теоретические основы фундаментальных разделов физической химии для решения профессиональных задач • Методы анализа материала для теоретических занятий, лабораторных работ и научных исследований • Способы планирования и научного прогнозирования результатов физико-химических процессов
	Умеет	<ul style="list-style-type: none"> • Теоретические основы фундаментальных разделов физической химии для решения профессиональных задач • Применять методы анализа материала для теоретических занятий, лабораторных работ и научных исследований • Планировать и научно прогнозировать результатов физико-химических процессов
	Владеет	<ul style="list-style-type: none"> • Теоретическими основами фундаментальных разделов физической химии для решения профессиональных задач • Методами анализа материала для теоретических занятий, лабораторных работ и научных исследований • Навыками планирования и научного прогнозирования результатов физико-химических процессов

№ п/п	Контролируемые разделы / темы дисциплины	Коды и этапы формирования компетенций		Оценочные средства - наименование	
				текущий контроль	промежуточная аттестация
1	Раздел 1. Введение. Экспериментальные данные в физико-химическом эксперименте. Агрегатные состояния вещества (6 ч). Тема 1. Способы представления и обработки экспериментальных данных в физико-химическом эксперименте Тема 2. Характерист	ПК-3	Знает	Тестирование (ПР-1).	Экзаменационные вопросы №№1-10
			Умеет	Тестирование (ПР-1). Контрольные работы (ПР-2)	Экзаменационные вопросы №№1-10
			Владеет	Тестирование (ПР-1). Контрольные	Экзаменационные вопросы №№1-10

<p>ика агрегатных состояний вещества. Жидкое состояние и твердое состояние. Тема 2. Жидкое состояние и твердое состояние. Тема 3. Расчеты свойств идеальных газов. Раздел2. Основные понятия термодинамики. Термодинамические системы (8ч) Тема 1. Применение первого закона термодинамики к идеальным газам Тема 2. Статистический характер второго закона термодинамики. Тема3. Применение третьего закона термодинамики для расчета химических равновесий. Раздел3. Основные понятия о фазовых переходах в термодинамике (8ч) Тема 1. Фазовые переходы. Тема 2. Расчеты для однокомпонентных систем Раздел4. Элементарные химические процессы (12 час.) Те-ма1. Диссоциация молекул под действием света, электронного удара. Тема2. Применение теории столкновений к бимолекулярным реакциям.</p>			<p>работы (ПР-2)</p>	
---	--	--	----------------------	--

	Тема 3. Химические реакции в тлеющем и дуговом разрядах.				
2	Раздел5. Химические реакции в аналитической химии (6 ч). Тема 1. Основные типы химических реакций в аналитической химии Тема 2. Кислотно-основные реакции. Тема 3. Типы комплексных соединений Раздел6. Окислительно-восстановительные реакции в аналитической химии (8ч) Тема 1. Окислительно-восстановительные реакции. Электродный потенциал Тема 2. Характеристика электрохимических методов. Раздел7. Теоретические основы использования аналитических методов (8ч) Тема 1. Методы, основанные на	ОПК-1	Знает	Тестирование (ПР-1).	Экзаменационные вопросы №№10-20
			Умеет	Тестирование (ПР-1). Контрольные работы (ПР-2)	Экзаменационные вопросы №№10-20

<p>измерении электрохимического отклика системы - потенциала</p> <p>Тема 2. Методы, основанные на измерении электрохимического отклика системы – тока</p> <p>Раздел 8. Примеры использования электрохимических методов анализа (12 час.)</p> <p>Тема 1. Общая характеристика электрогравиметрических методов</p> <p>Тема 2. Хронопотенциометрия - вольтамперометрия . Практическое применение методов</p> <p>Тема 3. Сравнительная характеристика чувствительности и избирательности, областей применения электрохимических методов</p>		<p>Владеет</p>	<p>Тестирование (ПР-1). Контрольные работы (ПР-2)</p>	<p>Экзаменационные вопросы №№10-20</p>
--	--	----------------	---	--

Шкала оценивания уровня сформированности компетенций

Код и формулировка компетенции	Этапы формирования компетенции		критерии	показатели
<p>ОПК-1 - Способность использовать полученные знания теоретических основ фундаментальных разделов химии при решении</p>	<p>знает (пороговый уровень)</p>	<p>Теоретические основы фундаментальных разделов физической химии для решения профессиональных задач Методы анализа материала для</p>	<p>Знает теоретические основы фундаментальных разделов физической химии для решения профессиональных задач, знает методы анализа</p>	<p>Знание методов решения профессиональных задач, связанных с теоретическими основами специальных глав физической и аналитической</p>

профессиональных задач		теоретических занятий, лабораторных работ и научных исследований Способы планирования и научного прогнозирования результатов физико-химических процессов	материала для теоретических занятий, лабораторных работ и научных исследований, способах планирования и научного прогнозирования результатов физико-химических процессов.	химии.
	умеет (продвинутый)	Теоретические основы фундаментальных разделов физической химии для решения профессиональных задач Применять методы анализа материала для теоретических занятий, лабораторных работ и научных исследований Планировать и научно прогнозировать результаты физико-химических процессов	Умение применять знания о теоретических основах фундаментальных разделов физической химии для решения профессиональных задач, методах анализа материала для теоретических занятий, лабораторных работ и научных исследований, способах планирования и научного прогнозирования результатов физико-химических процессов.	Умение решать профессиональные задачи, связанные с методами анализа материала для теоретических занятий, лабораторных работ и научных исследований. Способность планирования и научного прогнозирования результатов физико-химических процессов.
	владеет (высокий)	Теоретически основами фундаментальных разделов физической химии для решения профессиональных задач Методами анализа материала для	Владеть навыками применения знаний о теоретических основах фундаментальных разделов физической химии, методах анализа для решения	Способность решения профессиональных задач, связанных с методами анализа материала для теоретических занятий, лабораторных работ и

		теоретических занятий, лабораторных работ и научных исследований Навыками планирования и научного прогнозирования результатов физико-химических процессов	профессиональных задач, лабораторных работ и научных исследований; навыками планирования и научного прогнозирования результатов физико-химических процессов.	научных исследований. Способность планирования и научного прогнозирования результатов физико-химических процессов
ПК-3 Владеет системой фундаментальных химических понятий	знает (пороговый уровень)	Основные законы термодинамики и их приложения Методы расчета термодинамических функций. Основные закономерности и термодинамики. Методы расчета теплового эффекта реакций Коллигативные свойства растворов. Свойства неидеальных систем. Основные законы химического равновесия. Обратимые и необратимые окислительно-восстановительные системы. Индикаторные электроды. Ионометрия. Классификация ионселективных электродов:	Знание основных законов термодинамики, методов расчета термодинамических функций. Знания о основных закономерностях термодинамики, коллигативных свойствах растворов, основных законах химического равновесия, законах формальной кинетики, основах теории катализа, свойствах электрохимических систем.	Способность демонстрировать знания основных законов термодинамики, методов расчета термодинамических функций, знания о основных закономерностях термодинамики, коллигативных свойствах растворов, основных законах формальной кинетики

		<p>электроды с гомогенными и гетерогенными кристаллическими мембранами, стеклянные электроды, электроды с подвижными носителями, ферментные и газочувствительные электроды. Примеры практического применения ионометрии. Определение рН, ионов щелочных металлов, галогенид-ионов.</p>		
	умеет (продвинутый)	<p>Делать грамотные оценки приближенных значений термодинамических величин (если такие данные отсутствуют), Использовать результаты различных диаграмм состояния; Применять теоретические законы химии к решению различных задач, успешно проводить расчеты выхода продуктов химической реакции,</p>	<p>Умеет применять основные законы термодинамики, умеет использовать методы расчета термодинамических функций, умеет применять знания основных закономерностей термохимии, коллигативных свойствах растворов, основных законах химического равновесия, законах формальной кинетики, основах теории катализа, свойствах электрохимических систем, методов</p>	<p>Умение обоснованно применять знания основных законов термодинамики, методов расчета термодинамических функций, знания о основных закономерностях термохимии, коллигативных свойствах растворов, основных законах химического равновесия, законах формальной кинетики, методов аналитической</p>

		<p>Пользоваться современными справочниками термодинамических данных для вычисления констант равновесия. Применять понятия об обратимых и необратимых окислительно-восстановительных системах. Обосновать выбор ионселективных электродов: электроды с гомогенными и гетерогенными кристаллическими мембранами, стеклянные электроды, электроды с подвижными носителями, ферментные и газочувствительные электроды.</p>	<p>аналитической химии.</p>	<p>химии.</p>
	<p>владеет (высокий)</p>	<p>Системой фундаментальных понятий физической и аналитической химии, основных законов термодинамики и их приложения, методов расчета термодинамических функций, основных закономерностей</p>	<p>Навыки применения основных законов термодинамики, навыки использования методов расчета термодинамических функций, умеет применять знания основных закономерностей термохимии, коллигативных свойствах растворов, основных законах</p>	<p>Способность аргументировать и обосновать применение основных законов термодинамики, методов расчета термодинамических функций, знания о основных закономерностях термохимии, коллигативных свойствах</p>

		стей термохимии, методов расчета теплового эффекта реакций, коллигативных свойств растворов, свойств неидеальных систем. Владеет знани- ями основных законов химического равновесия и как описыва- ются обратимые и необратимые окислительно- восстановитель ные системы.	химического равновесия, законах формальной кинетики, основах теории катализа, свойствах электрохимическ их систем, методов аналитической химии.	растворов, основных законах химического равновесия, законах формальной кинетики, методов аналитической химии.
--	--	---	---	---

**Методические рекомендации, определяющие процедуры оценивания
результатов освоения дисциплины**

I. Промежуточная аттестация студентов.

Промежуточная аттестация студентов по дисциплине проводится в соответствии с локальными нормативными актами ДВФУ и является обязательной. Экзамен. Вопросы к экзамену. Образцы билетов.

Вопросы к экзамену по дисциплине

«Специальные главы физической и аналитической химии»

1. Термодинамические системы и термодинамический метод их описания. Термическое равновесие системы. Термодинамические переменные. Интенсивные и экстенсивные величины. Обратимые и необратимые процессы.
2. Способы представления и обработки данных химического эксперимента. Графическое дифференцирование.
3. Температура. Теплота и работы различного рода. Первый закон термодинамики. Внутренняя энергия.
4. Стандартные состояния и стандартные теплоты химических реакций. Теплоты сгорания и теплоты образования.

5. Зависимость теплового эффекта реакции от температуры. Зависимость теплоемкости от температуры и расчеты тепловых эффектов реакций. Таблицы стандартных термодинамических величин и их использование в термодинамических расчетах.
6. Второй закон термодинамики и его различные формулировки. Энтропия. Уравнение второго начала термодинамики для обратимых и необратимых процессов. Неравенство Клаузиуса и его объяснение.
7. Энтропия как функция состояния. Условия равновесия и критерии самопроизвольного протекания процессов в изолированных и неизолированных системах.
8. Химические потенциалы, их определение, вычисление и свойства. Химический потенциал идеального и неидеального газов. Метод летучести. Различные методы вычисления летучести из опытных данных.
9. Определение понятия “раствор”. Различные способы выражения состава раствора. Смеси идеальных газов.
10. Давление насыщенного пара жидких растворов. Закон Рауля. Идеальные жидкие растворы и их определение. Отклонения от закона Рауля. Неидеальные растворы и их свойства. Метод активностей.
11. Изменение температуры затвердевания и кипения растворов. Криоскопический метод определения молярной массы. Осмотические явления. Уравнения Вант-Гоффа для осмотического давления, его термодинамический вывод и область применения.
12. Термодинамическая классификация растворов. Функции смешения для идеальных и неидеальных растворов. Атермические и регулярные растворы и их свойства.
13. Парциальные мольные величины, их свойства и методы определения из опытных данных (для бинарных систем). Уравнение Гиббса-Дюгема.
14. Равновесие жидкость-пар в двухкомпонентных системах. Различные виды диаграмм состояния. Законы Гиббса-Коновалова. Разделение веществ путем перегонки. Азеотропные смеси и их свойства.
15. Гетерогенные системы. Понятие фазы, компонента системы, числа степеней свободы. Правило фаз Гиббса и его применение.
16. Однокомпонентные системы. Диаграммы состояния воды. Фазовые переходы первого рода. Уравнение Клаузиуса-Клапейрона и его применение. Двухкомпонентные системы.
17. Закон действия масс. Различные виды констант равновесия и связь между ними. Химическая переменная. Термодинамический вывод закона действия масс.
18. Изотерма химической реакции, ее использование.

Термодинамическая трактовка понятия о химическом сродстве и работе реакции.

19. Расчеты констант равновесия химических реакций с использованием таблиц стандартных значений термодинамических функций. Расчеты выхода продуктов химических реакций различных типов. Влияние инертного газа на смещение химического равновесия.

20. Зависимость констант равновесия от температуры. Уравнения изобары и изохоры реакции и их термодинамический вывод и использование.

21. Гетерогенные химические равновесия и особенности их термодинамического описания.

22. Основные понятия и постулаты формальной кинетики. Прямая и обратная кинетические задачи. Параметры кинетических уравнений. Молекулярность и порядок реакции. Методы определения порядка реакции. Реакции переменного порядка.

23. Применение закона действующих масс в аналитической химии. Основные типы равновесий, применяемых в анализе. Константы равновесий для различного типа реакций.

24. Протолитическое равновесие. Протолитическая теория кислот и оснований. рН водных растворов. Константа кислотности и основности.

25. Окислительно-восстановительные системы. Типы окислительно-восстановительных электродов и их потенциалов.

26. Потенциал реакции. (ЭДС. реакции). Направление протекания окислительно-восстановительных реакций. Влияние различных факторов на направление протекания окислительно-восстановительных реакций.

27. Вывод константы равновесия окислительно-восстановительной реакции. Использование окислительно-восстановительных реакций в аналитической химии.

28. Общая характеристика комплексных систем. Равновесия в растворах комплексных соединений. Константа устойчивости и нестойкости. Способность металлов и лигандов к комплексообразованию. Комплексы металлов с органическими лигандами.

29. Потенциометрический метод анализа. Определение концентрации анализируемого вещества в прямой. Электроды, применяемые при различных типах потенциометрических титрований.

30. Построение и анализ кривых потенциометрического титрования. Интегральные и дифференциальные кривые, метод второй производной, метод Грана. Применение потенциометрии и потенциометрического титрования в фармации. Кулонометрический анализ. Принцип метода.

Образцы экзаменационных билетов

МИНИСТЕРСТВО ОБРАЗОВАНИЯ И НАУКИ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ

Федеральное государственное автономное образовательное
учреждение

высшего профессионального образования
«Дальневосточный федеральный университет»
Школа естественных наук

ООП 04.03.01- Химия

шифр, название направления подготовки

Дисциплина **Специальные главы физической и аналитической
химии**

Форма обучения очная

Семестр 5 2015- 2016 учебного года

Реализующая кафедра: Физической и аналитической химии

Экзаменационный билет № 1

1. Расчеты констант равновесия химических реакций с использованием таблиц стандартных значений термодинамических функций. Приведенная энергия Гиббса и ее использование для расчетов химических равновесий.
2. Метод активностей. Коэффициенты активности и их определение по парциальным давлениям компонент.
3. Задача.

Зав. кафедрой

М.П. (школы)

**МИНИСТЕРСТВО ОБРАЗОВАНИЯ И НАУКИ РОССИЙСКОЙ
ФЕДЕРАЦИИ**

**Федеральное государственное автономное образовательное
учреждение**

**высшего профессионального образования
«Дальневосточный федеральный университет»**

Школа естественных наук

ООП 04.03.01- Химия

шифр, название направления подготовки

Дисциплина **Специальные главы физической и аналитической**

химии

Форма обучения очная

Семестр 5 2015- 2016 учебного года

Реализующая кафедра: Физической и аналитической химии

Экзаменационный билет № 2

1. Построение и анализ кривых потенциметрического титрования. Интегральные и дифференциальные кривые, метод второй производной, метод Грана.
2. Расчеты выхода продуктов химических реакций различных типов. Влияние инертного газа на смещение химического равновесия.
3. Задача.

Зав. кафедрой _____

М.П. (школы)

II. Текущая аттестация студентов.

Текущая аттестация студентов по дисциплине проводится в соответствии с локальными нормативными актами ДВФУ и является обязательной.

Письменный контроль:

Тестирование (ПР-1). (Средство контроля, организованное как выполнение тестов на темы, связанные с изучаемой дисциплиной, и рассчитанное на выяснение объема знаний обучающегося по определенному разделу, теме, проблеме и т.п.) - Вопросы по темам/разделам дисциплины.

1. Контрольная работа (ПР-2) -(Средство проверки умений применять полученные знания для решения задач определенного типа по теме или разделу) – Примеры контрольных заданий.

Тестовые задания для текущей проверки

ВАРИАНТ 1

1. ИЗОЛИРОВАННАЯ ТЕРМОДИНАМИЧЕСКАЯ СИСТЕМА

1) закрыта для массопереноса, открыта для теплопереноса

2) открыта для тепло- и массопереноса

3) закрыта для тепло- и массопереноса

2. ХИМИЧЕСКИЙ ПОТЕНЦИАЛ КОМПОНЕНТА ПРИ $P, T = \text{const}$, ЭТО

1) полная энергия одного моль

2) парциальная мольная энергия Гельмгольца

3) парциальная энергия Гиббса на 1 моль

3. ПО ЗАКОНУ ГИББСА-КОНОВАЛОВА ГАЗ НАД РАСТВОРОМ ОБОГАЩЕН КОМПОНЕНТОМ:

1) более летучим

2) менее летучим

3) более легким

4. В ТОЧКЕ ФАЗОВОГО ПЕРЕХОДА ВЫПОЛНЯЕТСЯ РАВЕНСТВО (при $P, T = \text{const}$)

1) $\Delta G = 0$

2) $\Delta S = 0$

3) $\Delta H = 0$

ВАРИАНТ 2

1. НЕЗАВИСИМЫМИ ТЕРМОДИНАМИЧЕСКИМИ ПАРАМЕТРАМИ ЯВЛЯЮТСЯ

1) давление и объем

2) внутренняя энергия и химический потенциал

3) давление и энергия Гиббса

2. ХИМИЧЕСКИЙ ПОТЕНЦИАЛ КОМПОНЕНТА ИДЕАЛЬНОЙ СИСТЕМЫ С УВЕЛИЧЕНИЕМ ЕГО КОНЦЕНТРАЦИИ

1) увеличивается

2) увеличивается, затем уменьшается

3) уменьшается

3. ДЛЯ РАБОТЫ (A) СПРАВЕДЛИВО ВЫРАЖЕНИЕ:

1) $\oint \partial A = 0$

2) $\oint \partial A \geq 0$

3) $\oint \partial A \neq 0$

4. УРАВНЕНИЕ КЛАУЗИУСА-КЛАПЕЙРОНА ДЛЯ ФАЗОВЫХ ПЕРЕХОДОВ ПЕРВОГО РОДА СВЯЗЫВАЕТ

1) теплоту перехода и изменение теплоемкости

2) теплоту и температуру перехода с изменением теплоемкости

3) теплоту и температуру перехода с изменением объема

ВАРИАНТ 3

5. ЭКСТЕНСИВНЫМИ ТЕРМОДИНАМИЧЕСКИМИ
ПАРАМЕТРАМИ ЯВЛЯЮТСЯ

- 1) масса и энтропия
- 2) температура и масса
- 3) температура и энтропия

6. ФУНДАМЕНТАЛЬНОЕ УРАВНЕНИЕ ГИББСА СВЯЗЫВАЕТ
ИЗМЕНЕНИЕ ЭНЕРГИИ ГИББСА С ИЗМЕНЕНИЕМ ВЕЛИЧИНЫ:

- 1) Q , A , количества вещества
- 2) P , T , количества вещества
- 3) P , V , T

7. МЕХАНИЧЕСКАЯ РАБОТА В АДИАБАТИЧЕСКОМ ПРОЦЕССЕ
РАВНА:

- 1) $-\Delta U$
- 2) ΔU
- 3) 0

8. ДАВЛЕНИЕ ПАРА ВЕЩЕСТВА НАД РАСТВОРОМ С
УВЕЛИЧЕНИЕМ КОНЦЕНТРАЦИИ ВЕЩЕСТВА

- 1) увеличивается
- 2) уменьшается
- 3) не изменяется

9. ОКИСЛИТЕЛЬНО-ВОССТАНОВИТЕЛЬНОЕ ТИТРОВАНИЕ
МОЖЕТ БЫТЬ

- | | |
|---------------------|---|
| 1) только прямым | 2) только обратным |
| 3) только косвенным | 4) и прямым, и обратным, и
косвенным |

10. ВЕЛИЧИНУ ОКИСЛИТЕЛЬНО-ВОССТАНОВИТЕЛЬНОГО
ПОТЕНЦИАЛА МОЖНО РАССЧИТАТЬ, ИСПОЛЬЗУЯ УРАВНЕНИЕ

- | | |
|-------------------------|--------------------------|
| 1) Нернста | 2) Клапейрона-Менделеева |
| 3) Ламберта-Бугера-Бера | 4) Больцмана |

Примеры контрольных работ

Вариант 1

Задание 1. Какая масса кофеина ($C_8H_{10}O_2N_4$) растворена в 200 мл воды, если давление пара раствора на 0,1% ниже давления пара чистой воды?

Задание 3. При какой температуре начнет замерзать раствор, содержащий 250 г воды и 0,5 г аспирина (ацетилсалициловой кислоты – $CH_3COOC_6H_4COOH$)?

Задание 4. При $20^\circ C$ осмотическое давление раствора, в 100 мл которого содержится 6,33 г красящего вещества крови - гематина, равно 243,4 кПа. Определить молекулярную массу гематина.

Задание 5. При 100°C давление пара раствора, содержащего 0,05 моль сульфата натрия в 450 г воды равно 100,8 кПа. Определить кажущуюся степень диссоциации сульфата натрия.

Вариант 2

Задание 1. Давление пара в комнате над чистой водой 24 мм рт.ст. Каким будет давление пара над поверхностью воды в стакане, если в воду (160 мл) добавить 20 г сахара ($\text{C}_{12}\text{H}_{22}\text{O}_{11}$).

Задание 3. В радиатор автомобиля залили 10 л воды и прибавили 2 л этиленгликоля ($\rho=1,109$ г/мл). При какой самой низкой температуре можно оставлять автомобиль на открытом воздухе зимой?

Задание 4. Раствор дуриловой кислоты в ацетоне, 1 мл которого содержит 0,0148 г этой кислоты, изотоничен с 0,09 М водным раствором сахара (при 20°C). Вычислите молекулярную массу дуриловой кислоты.

Задание 5. Раствор, содержащий 0,71 г гидрофосфата натрия (Na_2HPO_4) в 200 г воды, кристаллизуется при $-0,11^{\circ}\text{C}$. Определить кажущуюся степень диссоциации гидрофосфата натрия.

Вариант 3

Задание 1. Рассчитать общее давление пара при 80°C над 678 г смеси бромбензола и иодбензола, если в смеси содержится 188,4 г бромбензола. Определите мольную долю бромбензола в парах. При 80°C давление пара чистого бромбензола равно 60 мм рт. ст., чистого иодбензола – 22 мм рт. ст.

Задание 3. 1,06%-ный раствор кумаровой кислоты в этаноле кипит при температуре $78,47^{\circ}\text{C}$. Вычислите молярную массу кумаровой кислоты.

Задание 4. Осмотическое давление раствора миндальной кислоты в уксусной кислоте при температуре 20°C равно 2,403 атм. Найдите давление пара этого раствора, если давление чистой уксусной кислоты при этой температуре равно 12 мм рт.ст. (плотность раствора примите равной плотности чистой уксусной кислоты 1,372 г/мл).

Задание 5. В медицинской практике используют раствор хлорида натрия изотоничный крови человека. Это так называемый физиологический раствор (0,9 % хлорида натрия). Рассчитайте осмотическое давление крови (плотность раствора хлорида натрия приблизительно равна 1 г/мл; степень диссоциации хлорида натрия 100%).

Вариант 4

Задание 1. Чему равно внешнее давление, если водный раствор, в котором мольная доля мальтозы равна 0,043, начинает кипеть при 101°C . Для чистой воды при 101°C давление пара составляет 105 кПа. (При решении задачи учесть, что условием закипания раствора является

равенство давления пара над раствором внешнему давлению).

Задание 3. Давление пара водного раствора маннита при 28°C равно 28,01 мм рт.ст. Давление пара воды при той же температуре 28,07 мм рт.ст. Каковы температуры замерзания и кипения этого раствора?

Задание 4. Осмотическое давление раствора, содержащего 1,00 г фермента химотрипсина в 100 мл воды равно 994 Па при 27°C . Вычислите молярную массу химотрипсина.

Задание 5. Вычислите температуру замерзания раствора, содержащего 7,308 г хлорида железа (III) в 250 г воды, если при 20°C осмотическое давление этого раствора $1,408 \cdot 10^6$ Па (плотность раствора ~ 1 г/см³). Какова эффективная степень диссоциации хлорида железа (III) в этом растворе?

Вариант 5

Задание 1. При 20°C давление паров воды равно 17,535 мм рт. ст. Вычислить давление паров над раствором, содержащим 9 г глюкозы в 180 г воды при той же температуре.

Задание 3. Раствор, содержащий 0,345 г ацетанилида $\text{C}_6\text{H}_5\text{ONHC}_2\text{H}_3$ в 25 г фенола, кристаллизуется при температуре $40,24^{\circ}\text{C}$. Определить криоскопическую постоянную и теплоту плавления фенола, если температура плавления его равна $41,0^{\circ}\text{C}$.

Задание 4. Осмотическое давление концентрированного раствора сахарозы в воде при 37°C равно 50 атм. Чему равно давление пара этого раствора, если давление пара чистой воды при этой температуре равно 46,648 мм рт. ст.?

Задание 5. Какова должна быть концентрация (моль/л) раствора глюкозы, чтобы этот раствор был при 18°C изотоничен с раствором, содержащим 0,1 моль/л хлорида кальция, если степень диссоциации соли при указанной температуре составляет 75,2%?

Вариант 6

Задание 1. При температуре 298 К давление паров воды равно 23,756 мм рт. ст. Рассчитайте давление паров над водным раствором, содержащим 12 г мочевины $(\text{NH}_2)_2\text{CO}$ (нелетучий неэлектролит) в 180 г воды.

Задание 3. Раствор, содержащий 0,4896 г камфоры в 21,38 г ацетона, кипит при температуре $56,55^{\circ}\text{C}$. Температура кипения чистого ацетона равна $56,30^{\circ}\text{C}$, молекулярная масса камфоры равна 152 г/моль. Определите эбулиоскопическую постоянную и теплоту испарения ацетона.

Задание 4. Рассчитайте осмотическое давление раствора, содержащего 0,624 г мочевины в 400 г воды при 25°C .

Задание 5. Водный раствор, содержащий в 100 г воды 1,010 г KNO_3 , закипает при $100,095^{\circ}\text{C}$. Определить степень диссоциации KNO_3 .

Вариант 7

Задание 1. Давление паров диэтилового эфира при 25°C равно 537 мм рт. ст. Рассчитайте давление пара раствора, содержащего 2 г бензальдегида в 100 г эфира при этой температуре.

Задание 3. Температура затвердевания чистого бензола равна $5,50^{\circ}\text{C}$, температура кристаллизации раствора, содержащего 0,2487 г камфоры в 30,55 г бензола равна $5,25^{\circ}\text{C}$. Определите молекулярную массу камфоры.

Задание 4. Осмотическое давление концентрированного водного раствора сахара при 25°C равно 100 атм. Определите массу сахара в 1 л этого раствора.

Задание 5. Дихлоруксусная кислота обратимо диссоциирует в водных растворах. Водные растворы, содержащие 0,1 и 0,01 моль/л дихлоруксусной кислоты, имеют соответственно температуры замерзания $-0,278^{\circ}\text{C}$ и $-0,033^{\circ}\text{C}$. Чему равна степень диссоциации дихлоруксусной кислоты в каждом из этих растворов?

Вариант 8

Задание 1. Раствор гликокола, содержащий 1,5 г гликокола в 100 г воды, имеет давление пара такое же, как и 6,35% раствор сахара ($\text{C}_{12}\text{H}_{22}\text{O}_{11}$). Определить молекулярную массу гликокола, приняв, что это нелетучий неэлектролит.

Задание 3. Нафталин плавится при $80,10^{\circ}\text{C}$. При растворении 0,1110 г антралиновой кислоты ($M=137,12$ г/моль) в 20 г нафталина температура плавления смеси стала равной $79,82^{\circ}\text{C}$. Вычислить криоскопическую константу нафталина.

Задание 4. При 0°C давление пара воды равно 4,579 мм рт. ст., а давление пара разбавленного раствора мочевины равно 4,509 мм рт. ст. Вычислите осмотическое давление этого раствора при 37°C .

Задание 5. Раствор, содержащий 1,141 г трифторуксусной кислоты в 0,1 кг бензола, кристаллизуется на $0,253^{\circ}\text{C}$ ниже, чем чистый бензол. Раствор, содержащий столько же трифторуксусной кислоты в 0,1 кг воды, кристаллизуется на $0,270^{\circ}\text{C}$ ниже, чем чистая вода. В каком состоянии, диссоциированном или ассоциированном находится кислота в этих растворах. Определите степень диссоциации трифторуксусной кислоты и количество молекул трифторуксусной кислоты в ассоциате.

Критерии оценки знаний умений и навыков при текущей проверке

I. Оценка устных ответов:

Отметка "Отлично"

1. Дан полный и правильный ответ на основе изученных

теорий.

2. Материал понят и изучен.
3. Материал изложен в определенной логической последовательности, литературным языком.
4. Ответ самостоятельный.

Отметка "Хорошо"

- 1, 2, 3, 4 – аналогично отметке "Отлично".
5. Допущены 2-3 несущественные ошибки, исправленные по требованию учителя, наблюдалась "шероховатость" в изложении материала.

Отметка "Удовлетворительно"

1. Учебный материал, в основном, изложен полно, но при этом допущены 1-2 существенные ошибки (например, неумение применять законы и теории к объяснению новых фактов).
2. Ответ неполный, хотя и соответствует требуемой глубине, построен несвязно.

Отметка "Неудовлетворительно"

1. Незнание или непонимание большей или наиболее существенной части учебного материала.
2. Допущены существенные ошибки, которые не исправляются после уточняющих вопросов, материал изложен несвязно.

II. Оценка умения решать задачи:

Отметка "Отлично"

1. В решении и объяснении нет ошибок.
2. Ход решения рациональный.
3. Если необходимо, решение произведено несколькими способами.
4. Допущены ошибки по невнимательности (оговорки, описки).

Отметка "Хорошо"

1. Существенных ошибок нет.
2. Допущены 1-2 несущественные ошибки или неполное объяснение, или использование 1 способа при заданных нескольких.

Отметка "Удовлетворительно"

1. Допущено не более одной существенной ошибки, записи неполны, неточности.
2. Решение выполнено с ошибками в математических расчетах.

Отметка "Неудовлетворительно"

1. Решение осуществлено только с помощью учителя.
2. Допущены существенные ошибки.

3. Решение и объяснение построены не верно.

Примеры тестов для проверки сформированности компетенций:

ПК-3

1. Целью маскирования является:

- А) Устранение влияния мешающих компонентов;
- Б) Установление точной концентрации вещества;
- В) Определение качественного состава смеси.

2. Экстракция это:

- А) Метод разделения веществ, основанный на образовании выделяемыми компонентами раствора малорастворимых соединений;
- Б) Гетерогенная химическая реакция обратимого стехиометрического обмена ионами между контактирующими фазами;
- В) Физико-химический процесс разделения веществ, основанный на различиях в их распределении между двумя несмешивающимися жидкими фазами.

3. Процесс увеличения содержания целевых компонентов по отношению к матрице или матричным компонентам это:

- А) Разделение;
- Б) Распределение;
- В) Концентрирование.

4. Ионный обмен это:

- А) Метод разделения веществ, основанный на образовании выделяемыми компонентами раствора малорастворимых соединений;
- Б) Гетерогенная химическая реакция обратимого стехиометрического обмена ионами между контактирующими фазами;
- В) Физико-химический процесс разделения веществ, основанный на различиях в их распределении между двумя несмешивающимися жидкими фазами.

ОПК-1

1. Практическое устранение влияния мешающих катионов в растворе можно осуществить:

- А) Замаскировав их путём перевода в комплексное соединение;
- Б) Экстрагировав в виде органического комплекса;
- В) Сорбируя на соответствующем катионообменнике;
- Г) Можно применить любое из описанных действий.

2. К несомненным преимуществам практического использования мембран из неорганических материалов относится:

- А) Высокая термо-, механо- и химическая стойкость;
- Б) Красивый внешний вид;
- В) Высокая стоимость;
- Г) Все ответы верны.

3. Областями практического применения мембран являются:

- А) Фармацевтика и медицина;
- Б) Аналитическая практика и очистка вод;
- В) Химическое и нефтехимическое производство;
- Г) Все описанные выше области.

4. Ионообменные смолы на практике можно применять для:

- А) Очистки воздуха рабочих помещений;
- Б) Очистки воды от катионов, смягчения воды;
- В) Крекинга нефти.