



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

ШКОЛА ЕСТЕСТВЕННЫХ НАУК

СОГЛАСОВАНО
Руководитель ОП


(подпись) Капустина А.А.
(ФИО)



УТВЕРЖДАЮ
Заведующий кафедрой общей, неорганической и
элементоорганической химии
Капустина А.А.
(подпись) (ФИО.)
«29» января 2020 г.

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

курс 2 семестр 4
лекции 36 час.
практические занятия 36 час.
лабораторные работы 0 час.
в том числе с использованием МАО лек. 20 час.
всего часов аудиторной нагрузки 72 час.
в том числе с использованием МАО 20 час.
самостоятельная работа 72 час.
в том числе на подготовку к экзамену 36 час.
контрольные работы 4 семестр
курсовая работа / курсовой проект не предусмотрены
зачет не предусмотрен
экзамен 4 семестр

Рабочая программа составлена в соответствии с требованиями Федерального образовательного стандарта, утвержденного приказом Министерства образования и науки РФ 17.07.2017 г. №671.

Рабочая программа обсуждена на заседании кафедры Физической и аналитической химии ШЕН протокол № 2 от 29.10.2019 г.

ВРИО Заведующая кафедрой
Физической и аналитической химии ШЕН к.х.н., профессор Соколова Л.И.

Составители: к.х.н., доцент Артемьянов А.П., к.х.н., старший преподаватель Шкуратов А.Л.

Владивосток
2020

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

Дисциплина «Специальные главы физической и аналитической химии» разработана для студентов направления 04.03.01- Химия, профиль «Фундаментальная химия» в соответствии с ФГОС ВО 3++ по данному направлению. Входит в часть учебного плана, формируемую участниками образовательных отношений: Б1.В.ДВ.08.01. Трудоемкость дисциплины 4 зачетных единиц (144 часов). Дисциплина включает 36 часов лекций, 36 часов практических занятий, 72 часа самостоятельной работы, 36 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.

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.

В результате изучения данной дисциплины у обучающихся формируются следующие общепрофессиональные и профессиональные компетенции.

Профессиональные компетенции выпускников и индикаторы их достижения:

Задача ПД	Код и наименование профессиональной компетенции	Код и наименование индикатора достижения профессиональной компетенции	Основание (ПС, анализ опыта)
Тип задач профессиональной деятельности: научно-исследовательский			
Осуществление вспомогательной научно-исследовательской деятельности по решению фундаментальных задач химической направленности; разработка веществ и материалов, создание новых видов химической продукции	ПК-2 Способен оказывать информационную поддержку специалистам, осуществляющим научно-исследовательские работы	ПК-2.1. Знает правила проведения первичного поиска информации о физико-химических свойствах веществ и аналитических методах (в т.ч., с использованием патентных баз данных) ПК-2.2. Умеет проводить первичный поиск информации о физико-химических свойствах веществ и аналитических методах (в т.ч., с использованием патентных баз данных) ПК-2.3. Способен проводить первичный поиск информации о физико-химических свойствах веществ и аналитических методах (в т.ч., с использованием патентных баз данных)	Анализ опыта, ПС: 19.002 26.014 40.011 40.012 40.033 40.136
Тип задач профессиональной деятельности: технологический			
Осуществление вспомогательной научно-исследовательской деятельности	ПК-5. Способен оказывать информационную поддержку специалистам, осуществляющим научно-	ПК-5.1. Владеет навыками поиска необходимой информации в профессиональных базах данных о физико-химических свойствах веществ и аналитических методах (в т.ч., патентных) ПК-5.2. Составляет обзор	ПС: 19.002 24.028 26.001 26.006 26.014 40.043

	конструкторские работы и технологические испытания	литературных источников по заданной теме физической и аналитической химии, оформляет отчеты о выполненной работе по специальным главам физической и аналитической химии по заданной форме	40.044 40.105
--	--	---	------------------

Для формирования вышеуказанных компетенций в рамках дисциплины «Специальные главы физической и аналитической химии» применяются следующие методы активного/ интерактивного обучения: лекции-беседы, проблемные лекции

I. СТРУКТУРА И СОДЕРЖАНИЕ ТЕОРЕТИЧЕСКОЙ ЧАСТИ КУРСА

(36 часов)

Модуль 1. «Специальные главы физической химии» (22 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 час.), в том числе с использованием МАО- лекция –беседа (2 часа).

Тема 2. Характеристика агрегатных состояний вещества. Жидкое состояние и твердое состояние. (2 час.), в том числе с использованием МАО- лекция –беседа (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 час.)

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

Раздел 2. Основные понятия термодинамики. Термодинамические системы (6 ч)

Тема 1. Применение первого закона термодинамики к идеальным газам (2 час.), в том числе с использованием МАО- лекция –беседа (2 часа).

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

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

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 час.), в том числе с использованием МАО- лекция –беседа (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 (4 ч).

Тема 1. Фазовые переходы. (2 час.).

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

Тема 2. Расчеты для однокомпонентных систем (2 час.), в том числе с использованием МАО- проблемная лекция (2 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 (6 час.)

Тема 1. Диссоциация молекул(2 час.).

Диссоциация молекул под действием света, электронного удара. Термическая диссоциация. Свободные атомы и радикалы. Закон распределения Больцмана, закон Максвелла- Больцмана.

Тема 2. Диаметр столкновения. Мономолекулярные и бимолекулярные реакции в растворах. Сопряженные реакции (2 час.) , в том числе с использованием МАО- проблемная лекция (2 часа).

Эффективный диаметр столкновения. Применение теории столкновений к бимолекулярным реакциям. 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. Возникновение разряда в газе. Химические реакции в тлеющем и дуговом разрядах. Механизм химических реакций в разрядах (2 час.)

Модуль 2. «Специальные главы аналитической химии» (14 часов).

Раздел 1. Химические реакции в аналитической химии (6 ч).

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

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 час.), , в том числе с использованием МАО- лекция –беседа (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 час.)

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 2. Окислительно-восстановительные реакции в аналитической химии (4 ч)

Тема 1. Окислительно-восстановительные реакции. Электродный потенциал (2 час.) , в том числе с использованием МАО- проблемная лекция (2 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. (2 час.)

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 3. Теоретические основы использования аналитических методов (4 ч)

Тема 1. Методы, основанные на измерении электрохимического отклика системы – потенциала (2 час.), в том числе с использованием МАО- лекция –беседа (2 часа).

Прямая потенциометрия. Измерение потенциала. Обратимые и необратимые окислительно-восстановительные системы. Индикаторные электроды. Ионнометрия. 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 (2 час.)

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.

II. СТРУКТУРА И СОДЕРЖАНИЕ ПРАКТИЧЕСКОЙ ЧАСТИ КУРСА

Практические занятия (36 часов)

Модуль 1. «Специальные главы физической химии» 18 часов практических занятий.

Занятие №1 Тема: Термодинамика, основные понятия (2 часа).

План:

1. Основные понятия термодинамики – термодинамические параметры и функции.
2. Применение I закона термодинамики к химическим процессам (термохимия).
3. Основные понятия термохимии.
4. Закон Гесса.
5. Расчет ΔU , ΔH , Q , A для изо-процессов.

Занятие №2 Тема: Применение I закона термодинамики (2 часа).

План:

1. Уравнение Кирхгофа.
2. Расчет тепловых эффектов химических реакций при различных температурах.
3. Уравнение Кирхгофа для качественной зависимости тепловых эффектов химических реакций при различных температурах.
4. Работа изо-процессов.
5. Закон Гесса и сложные реакции.
6. Уравнение Кирхгофа для тепловых эффектов химических реакций при различных температурах с фазовыми переходами.

Занятие №3 Тема: Зависимость тепловых эффектов от температуры (2 часа).

План:

1. II закон термодинамики, формулировки, математическое выражение.
2. Энтропия. Расчет изменения энтропии в различных термодинамических процессах.
3. Расчет абсолютных значений энтропий.
4. II закон термодинамики, формулировки, математическое выражение.
5. Критерии самопроизвольного течения процессов и равновесия в изолированных и неизолированных изотермических системах.
6. Характеристические функции идеального газа.

Занятие №4 Тема: Решение задач по второму закону термодинамики (2 часа).

План:

1. Свободные энергии Гиббса и Гельмгольца в различных процессах.
2. Расчеты изменения ΔG и ΔF в различных процессах.
3. Идеальные растворы, коллигативные свойства.
4. Неидеальные растворы и их свойства.
5. Термодинамика растворов, функции смешения. Парциальные молярные величины и их определение из опытных данных (для бинарных систем).

Занятие №5 Тема: Равновесие жидкость-пар в двухкомпонентных системах (2 часа).

План:

1. Различные виды диаграмм состояния.
2. Законы Гиббса-Коновалова.
3. Различные виды констант равновесия и связь между ними.
4. Расчет констант равновесия по термодинамическим данным. Расчет выхода продуктов химических реакций.
5. Влияние различных факторов на степень полноты реакции и констант равновесия.

Занятие №6 Тема: Зависимость констант равновесия от температуры (2 часа).

План:

1. Расчет констант равновесия химических реакций при различных температурах
2. Использование различных приближений для теплоемкостей реагентов, приведенных энергий Гиббса
3. Метод Темкина-Шварцмана.

Занятие №7 Тема: О скоростях химических превращений (2 часа).

План:

1. Кинетика сложных химических реакций - обратимые реакции.
2. Кинетика сложных химических реакций - параллельные реакции.

3. Кинетика последовательных реакции.
4. Метод стационарных концентраций.
5. Влияние температуры на скорость химических реакций по закону Вант-Гоффа.
6. Уравнение Аррениуса
7. Метод расчета энергии активации

Занятие №8 Тема: Физика химических реакций(2 часа).

План:

1. Бимолекулярные реакции.
2. Применение теории к бимолекулярным реакциям.
3. Применение теории к мономолекулярным реакциям.
4. Теория активированного комплекса, применение теории реакциям
5. Применение теории к мономолекулярным реакциям
6. Статистический аспект. Расчет константы скорости

Занятие №9 Тема: Основы катализа (2 часа).

План:

1. Термодинамический аспект теории активированного комплекса, применение теории реакциям
2. Трактровка “стерического множителя”
3. Расчет энтропии и энтальпии активации.
4. Мономолекулярные реакции.
5. Теория активированного комплекса в применении к мономолекулярным реакциям.
6. Расчет истинной энергии активации.

Модуль 2. «Специальные главы аналитической химии», 18 часов практических занятий.

Занятие 1 Тема: Решение задач по теме «Комплексные соединения и их свойства» (2 часа).

План:

1. Комплексные соединения и их свойства
2. Расчет мольной доли частиц In^{3+} , InBr^{2+} , InBr_2^+ и InBr_3 в 0,1М растворе бромида индия (III) при условии, что $C_{\text{Br}} \gg C_{\text{In}}$
3. Раствор слабокислый, и поэтому образование гидроксокомплексов можно не учитывать). Логарифмы общих констант устойчивости равны: $\lg\beta_1=1,2$; $\lg\beta_2=1,8$; $\lg\beta_3=2,5$.

Занятие 2 Тема: Решение задач по теме «Комплексные соединения и их свойства» (2 часа).

План:

1. Расчет pH
2. pH, при котором в растворе, содержащем 0,0100M FeCl₃ и 0,1000M NaH₂PO₄, 99% железа (III) находится в виде комплекса FeHPO₄⁺.

3. Комплексные соединения и их свойства

Занятие 3 Тема: Спектроскопия (2 часа)

План:

1. Оже-спектроскопия
2. Мёссбауэровская спектроскопия
3. Рамановская спектроскопия

1. **Занятие 4 Тема:** Сведения по порозиметрическим методам (2 часа).

Современные порозиметрические методы

2. Ртутная порометрия
3. Азотная порометрия
4. Дифференциальное определение компонентов с использованием комплексообразования

Занятие 5 Тема: Экстракция (2 часа).

План:

1. Пример задания: Fe (III) экстрагировали в виде HFeCl₄ из 6M HCl равным объёмом метилизобутилкетона.
2. Рассчитайте коэффициент распределения и степень извлечения (%) Fe (III) при условии, что в водной фазе его исходная концентрация равна 10,0 мкг/мл, а концентрация после экстракции – 0,1 мкг/мл.

Занятие 6 Тема: Экстракция комплексных соединений (2 часа).

План:

1. Встряхивают 10,0 мл 1,0·10⁻²M раствора 1-нитрозо-2-нафтола (НЛ) в СНCl₃ с 20,0 мл 0,1M водного раствора KCl.
2. Известно, что pK_{a, НЛ}=7,63; растворимость НЛ в воде s_(в)=1,06·10⁻³M, а в СНCl₃ – s_(о)=1,35M.
3. Рассчитайте концентрацию НЛ в обеих фазах при pH 8,33.

Занятие 7 Тема: Разделение компонентов методом экстракции (2 часа).

План:

1. Подберите условия разделения компонентов методом экстракции:
2. Реагент - 8-Ох в СНCl₃. Компоненты для разделения: Fe(III) - Cu.
3. Реагент - 8-Ох в СНCl₃. Компоненты для разделения: Fe(III) - Ga.
4. Подберите условия разделения компонентов методом экстракции:
5. Реагент - 8-Ох в СНCl₃. Компоненты для разделения: Ga - Tl.
6. Подберите условия разделения компонентов методом экстракции:
7. Реагент - 8-Ох в СНCl₃. Компоненты для разделения: Cu - Tl.

Занятие 8 Тема: Сведения по современным методам рентгеноспектрального анализа (2 часа).

План:

1. Рентгеноструктурный анализ
2. Энергодисперсионный метод анализа
3. Волнодисперсионный метод анализа
4. Рентгенофлуоресцентные метод анализа
5. Подберите условия разделения веществ методом осаждения.

Занятие 9 Тема: Методы комплексообразования в аналитической химии; экстракция; сорбция; осаждение и соосаждение; мембранные технологии; электрофорез (2 часа).

План:

1. Сорбция как метод разделения и концентрирования. Физическая сорбция.
2. Химическая сорбция. Коэффициент адсорбции. Классификация сорбентов по размерам пор.
3. Ионный обмен как вид сорбции. Иониты. Виды неорганических ионитов.
4. Иониты. Органические иониты, ионообменные смолы.
5. Физико-химические характеристики ионитов по ГОСТу (*общая суть каждой из характеристик, без способов определения*).
6. Определение обменной ёмкости ионитов.
7. Влажность, набухание ионитов. Определение кислотности катионитов, основности анионитов.
8. Равновесная и полная обменная ёмкость. Определение рабочей и полной обменной динамической ёмкости ионитов.

Контроль самостоятельной работы осуществляется еженедельно.

III. УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ САМОСТОЯТЕЛЬНОЙ РАБОТЫ ОБУЧАЮЩИХСЯ

Учебно-методическое обеспечение самостоятельной работы обучающихся по дисциплине **«Специальные главы физической и аналитической химии»** 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.

План-график выполнения самостоятельной работы по дисциплине

№ п/п	Дата/сроки выполнения	Вид самостоятельной работы	Примерные нормы времени на выполнение	Форма контроля
1.	февраль 2022 (2-4 нед.)	Подготовка к выполнению практических работ	9 час	Устный опрос (УО-1). Тестирование по вопросам, вынесенным на самостоятельное изучение (ПР-1).
2.	март 2022 (1-4 нед.)	Подготовка к выполнению практических работ	9 час	Устный опрос (УО-1). Контрольная работа (ПР-2).
3.	апрель 2022 (1-4 нед.)	Подготовка к выполнению практических работ	9 час	Устный опрос (УО-1). Тестирование по вопросам, вынесенным на самостоятельное изучение (ПР-1).
4.	май 2022 (1-4 нед.)	Подготовка к выполнению практических работ	9 час	Устный опрос (УО-1). Контрольная работа (ПР-2).
	Подготовка к экзамену		36 часов	Экзамен

Задание на дом для подготовки к практическим занятиям

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

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 термохимических 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.

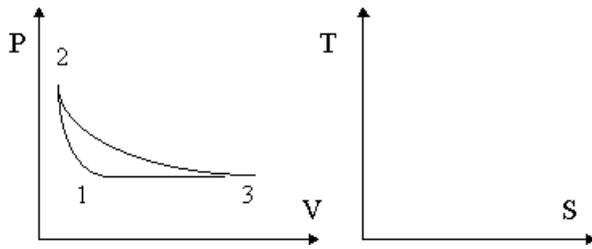
Вариант 1

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 ($\sum \nu_i C_{Pi}$) и продуктов ($\sum \nu_j C_{Pj}$) 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.

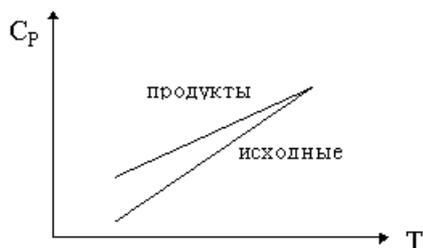


3. Энергия Гиббса некоторого газа описывается зависимостью $G = U_0 + C_p T(1 - \ln T) - TS_0 + RT \ln P$, где U_0, S_0, C_p - постоянные. Найти уравнение состояния этого газа.
4. Выразите константу равновесия K_p реакции между идеальными газами А и В, взятыми в стехиометрическом отношении: $2A + B = C$, 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.

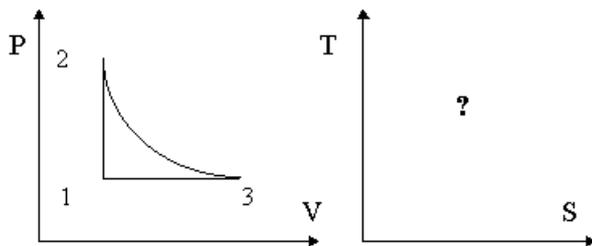
Вариант 2

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.

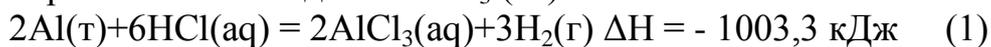
Вариант 3

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.

Критерии оценки выполнения самостоятельной работы

Подготовка к практическим занятиям оценивается в ходе устного опроса и/или написания тестовых заданий.

Оценка «Отлично»

- А) Задание выполнено полностью.
- Б) Ответ составлен грамотно.
- В) Ответы на вопросы полные и грамотные.
- Г) Материал понят, осознан и усвоен.

Оценка «Хорошо»

- А), Б) - те же, что и при оценке «Отлично».
- В) Неточности в ответах на вопросы, которые исправляются после уточняющих вопросов.
- Г) Материал понят, осознан и усвоен.

Оценка «Удовлетворительно»

- А), Б) - те же, что и при оценке «Отлично».
- В) Неточности в ответах на вопросы, которые не всегда исправляются после уточняющих вопросов.
- Г) Материал понят, осознан, но усвоен не достаточно полно.

Оценка «Неудовлетворительно»

- А) Программа не выполнена полностью.
- Б) Устный отчет и ответы на вопросы не полные и не грамотные.
- В) Материал не понят, не осознан и не усвоен.

IV. КОНТРОЛЬ ДОСТИЖЕНИЯ ЦЕЛЕЙ КУРСА

№ п/п	Контролируемые разделы / темы дисциплины	Коды и этапы формирования компетенций		Оценочные средства - наименование	
				текущий контроль	промежуточная аттестация
1	Модуль 1. «Специальные главы физической химии». Раздел 1. Введение. Экспериментальные данные в физико-химическом эксперименте. Агрегатные состояния вещества. Раздел 2. Основные понятия термодинамики. Термодинамические системы Раздел 3. Основные понятия о фазовых переходах в термодинамике Раздел 4. Элементарные химические процессы	ПК-2	Знает Умеет Владеет	Устный опрос (УО-1). Тестирование (ПР-1). Контрольная работа (ПР-2).	Экзаменационные вопросы №№1-7
2	Модуль 2. «Специальные главы аналитической химии». Раздел 5. Химические реакции в аналитической химии. Раздел 6.	ПК-2	Знает Умеет Владеет	Устный опрос (УО-1). Тестирование (ПР-1). Контрольная работа (ПР-2).	Экзаменационные вопросы №№16-22

	Окислительно-восстановительные реакции в аналитической химии Раздел 7. Теоретические основы использования аналитических методов	ПК-5	Знает Умеет Владеет	Устный опрос (УО-1). Тестирование (ПР-1). Контрольная работа (ПР-2).	Экзаменационные вопросы №№23-30
--	--	------	---------------------------	--	---------------------------------

V. СПИСОК УЧЕБНОЙ ЛИТЕРАТУРЫ ИНФОРМАЦИОННО-МЕТОДИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

Основная литература

(электронные и печатные издания)

1. 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>

2. 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>

3. 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>

4. 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/product/485700>

5. 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. <https://new.znanium.com/catalog/document?pid=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>
3. 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>
4. 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>
5. Кубасов А.А. Химическая кинетика и катализ (часть 1 и часть 2)
<http://www.chem.msu.ru/rus/teaching/kubasov/welcome.html>

**Перечень ресурсов информационно-телекоммуникационной сети
«Интернет»**

6. <http://e.lanbook.com/>
7. <http://http://www.studentlibrary.ru/>
8. <http://znanium.com/>
9. <http://www.nelbook.ru/>

VI. МЕТОДИЧЕСКИЕ УКАЗАНИЯ ПО ОСВОЕНИЮ ДИСЦИПЛИНЫ

Рекомендации по планированию и организации времени, отведённого 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

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

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 на сколько осознанна 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 практическим занятиям

При подготовке к практическим занятиям рекомендуется пользоваться материалами лекций, рекомендованной литературой и ресурсами интернет. Вопросы, которые вызывают затруднение при подготовке, должны быть заранее сформулированы и озвучены во время занятий в аудитории для дополнительного разъяснения преподавателем. Ответы, выносимые на обсуждение, должны быть тщательно подготовлены и по ним составлена схема (план), которой студент пользуется на занятии. При ответе надо логически грамотно выражать и обосновывать свою точку зрения, свободно оперировать понятиями и категориями. При самостоятельном решении задач нужно обосновывать каждый этап решения, исходя из теоретических положений курса.

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, неутомительные 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). Мультимедийное оборудование:

ЖК-панель 47", Full HD, LG M4716 CCBA - 1 шт. Парты и стулья.

Читальные залы Научной библиотеки ДВФУ с открытым доступом к фонду: Моноблок Lenovo C360G-i34164G500UDK – 15 шт.

Интегрированный сенсорный дисплей Polymedia FlipBox - 1 шт.

Копир-принтер-цветной сканер в e-mail с 4 лотками Xerox WorkCentre 5330 (WC5330C – 1 шт. Скорость доступа в Интернет 500 Мбит/сек. Рабочие места для людей с ограниченными возможностями здоровья оснащены дисплеями и принтерами Брайля; оборудованы: портативными устройствами для чтения плоскочечатных текстов, сканирующими и читающими машинами видеоувеличителем с возможностью регуляции цветовых спектров; увеличивающими электронными лупами и ультразвуковыми маркировщиками.

VIII. ФОНД ОЦЕНОЧНЫХ СРЕДСТВ

Профессиональные компетенции выпускников и индикаторы их достижения:

Задача ПД	Код и наименование профессиональной компетенции	Код и наименование индикатора достижения профессиональной компетенции	Основание (ПС, анализ опыта)
Тип задач профессиональной деятельности: научно-исследовательский			

<p>Осуществление вспомогательной научно-исследовательской деятельности по решению фундаментальных задач химической направленности; разработка веществ и материалов, создание новых видов химической продукции</p>	<p>ПК-2 Способен оказывать информационную поддержку специалистам, осуществляющим научно-исследовательские работы</p>	<p>ПК-2.1. Знает правила проведения первичного поиска информации о физико-химических свойствах веществ и аналитических методах (в т.ч., с использованием патентных баз данных) ПК-2.2. Умеет проводить первичный поиск информации о физико-химических свойствах веществ и аналитических методах (в т.ч., с использованием патентных баз данных) ПК-2.3. Способен проводить первичный поиск информации о физико-химических свойствах веществ и аналитических методах (в т.ч., с использованием патентных баз данных)</p>	<p>Анализ опыта, ПС: 19.002 26.014 40.011 40.012 40.033 40.136</p>
<p>Тип задач профессиональной деятельности: технологический</p>			
<p>Осуществление вспомогательной научно-исследовательской деятельности</p>	<p>ПК-5. Способен оказывать информационную поддержку специалистам, осуществляющим научно-конструкторские работы и технологические испытания</p>	<p>ПК-5.1. Владеет навыками поиска необходимой информации в профессиональных базах данных о физико-химических свойствах веществ и аналитических методах (в т.ч., патентных) ПК-5.2. Составляет обзор литературных источников по заданной теме физической и аналитической химии, оформляет отчеты о выполненной работе по специальным главам физической и аналитической химии по заданной форме</p>	<p>ПС: 19.002 24.028 26.001 26.006 26.014 40.043 40.044 40.105</p>

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.

К аттестации по дисциплине допускаются студенты, выполнившие все лабораторные и защитившие отчеты по ним.

Устный опрос

Экзамен (Средство промежуточного контроля).

**Вопросы к экзаменам 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. pH 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.

Критерии оценки знаний, умений и навыков при промежуточной аттестации

Отметка "Отлично"

Дан полный и правильный ответ на основе изученных теорий.

Материал понят и изучен.

Материал изложен в определенной логической последовательности, литературным языком.

Ответ самостоятельный.

Отметка "Хорошо"

1, 2, 3, 4 – аналогично отметке "Отлично".

Допущены 2-3 незначительные ошибки, исправленные по требованию учителя, наблюдалась "шероховатость" в изложении материала.

Отметка "Удовлетворительно"

Учебный материал, в основном, изложен полно, но при этом допущены 1-2 существенные ошибки (например, неумение применять законы и теории к объяснению новых фактов).

Ответ неполный, хотя и соответствует требуемой глубине, построен несвязно.

Отметка "Неудовлетворительно"

Незнание или непонимание большей или наиболее существенной части учебного материала.

Допущены существенные ошибки, которые не исправляются после уточняющих вопросов, материал изложен несвязно.

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

I. Устный опрос

1. Собеседование (УО-1) (Средство контроля, организованное как специальная беседа преподавателя с обучающимся на темы, связанные с изучаемой дисциплиной, и рассчитанное на выяснение объема знаний обучающегося по определенному разделу, теме, проблеме и т.п.).

II. Письменные работы

1. Тестирование (ПР-1). (Система стандартизированных заданий, позволяющая автоматизировать процедуру измерения уровня знаний и умений обучающегося) - Фонд тестовых 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 |

2. Контрольная работа (ПР-2).

Контрольные работы к модулю «Специальные главы физической химии»

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

Задание 3. 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 4. При $100^{\circ}C$ 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 ($C_{12}H_{22}O_{11}$).

Задание 2. 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 3. Раствор дуриловой кислоты в ацетоне, 1 мл которого содержит 0,0148 г этой кислоты, изотоничен с 0,09 М водным раствором сахара (при $20^{\circ}C$). Вычислите молекулярную массу дуриловой кислоты.

Задание 4. Раствор, содержащий 0,71 г гидрофосфата натрия (Na_2HPO_4) в 200 г воды, кристаллизуется при $-0,11^{\circ}C$. 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 2. 1,06%-ный раствор кумаровой кислоты в этаноле кипит при температуре $78,47^{\circ}\text{C}$. Вычислите молярную массу кумаровой кислоты.

Задание 3. 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 4. 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%).

Контрольные работы к модулю «Специальные главы аналитической химии»

Вариант 1

Задание 1. Рассчитайте мольные доли частиц In^{3+} , InBr^{2+} , InBr_2^{+} и InBr_3 в 0,1М растворе бромида индия (III) при условии, что $C_{\text{Br}} \gg C_{\text{In}}$ (раствор слабокислый, и поэтому образование гидрокомплексов можно не учитывать).

Задание 2. Подберите условия дифференциального определения (рН, маскирование) следующих компонентов: Реагент 2-2-дипиридил, $pK=4,47$. Компоненты для разделения: Со - Си.

Задание 3. В 1,0М раствор KSCN содержится 0,0100М $\text{Ag}(\text{SCN})_4^{3-}$. Сколько миллилитров 2М раствора KCN надо добавить к 100 мл этого раствора, чтобы концентрация $\text{Ag}(\text{SCN})_4^{3-}$ понизилась до $1,0 \cdot 10^{-4}\text{M}$ за счёт образования комплекса $\text{Ag}(\text{SCN})_4^{3-}$?

Вариант 2

Задание 1. Рассчитайте максимальное значение рН, при котором в 0,0200М растворе $\text{Cd}(\text{NO}_3)_2$ 99,0% кадмия находится в виде аквакомплекса, а 1,0% - в

виде гидроксокомплекса $\text{Cd}(\text{OH})^+$ ($\lg\beta=4,3$).

Задание 2. Подберите условия разделения веществ методом осаждения: Реагент H_2CrO_4 . Компоненты для разделения: Ag - Ba.

Задание 3. Fe (III) экстрагировали в виде HFeCl_4 из 6М HCl равным объёмом метилизобутилкетона. Рассчитайте коэффициент распределения и степень извлечения (%) Fe(III) при условии, что в водной фазе его исходная концентрация равна 10,0 мкг/мл, а концентрация после экстракции – 0,1 мкг/мл.

Вариант 3

Задание 1. Рассчитайте pH, при котором в растворе, содержащем 0,0100М FeCl_3 и 0,1000М NaH_2PO_4 , 99% железа (III) находится в виде комплекса FeHPO_4^+ .

Задание 2. Подберите условия разделения компонентов методом экстракции: Реагент - HCl (CHCl_3). Компоненты для разделения: Ga - In.

Задание 3. Коэффициент распределения 2,6-динитрофенола между водой и октиловым спиртом равен 15. Рассчитайте степень извлечения 2,6-динитрофенола, а также его концентрацию, оставшуюся в водной фазе после экстракции из 100 мл $1,0 \cdot 10^{-3}$ М раствора 20,0 мл октилового спирта. Как можно повысить степень извлечения?

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 письменных работ:

Оцениваются контрольные работы.

Отметка "Отлично"

1. В тексте работы нет ошибок.
2. Ход решения рациональный.
3. Описаны все основные стадии решения и корректно произведены вычисления результатов.
4. Допущены ошибки по невнимательности (оговорки, описки).

Отметка "Хорошо"

1. Существенных ошибок нет.
2. Допущены 1-2 несущественные ошибки или неполное решение, нечетко написаны отдельные стадии решения.

Отметка "Удовлетворительно"

1. Допущено не более одной существенной ошибки, записи неполны, неточности.
2. Вычисления результатов выполнены с ошибками в математических расчетах.

Отметка "Неудовлетворительно"

1. Решение осуществлено только с помощью учителя.
2. Допущены существенные ошибки.
3. Вычисления результатов выполнены неверно.