

МИНОБРНАУКИ РОССИИ
Федеральное государственное бюджетное образовательное
учреждение высшего образования "Пермский
государственный национальный исследовательский
университет"

Кафедра физической химии

Авторы-составители: **Шеин Анатолий Борисович**

Рабочая программа дисциплины
ФИЗИЧЕСКАЯ ХИМИЯ
Код УМК 86230

Утверждено
Протокол №6
от «14» мая 2020 г.

Пермь, 2020

1. Наименование дисциплины

Физическая химия

2. Место дисциплины в структуре образовательной программы

Дисциплина входит в Блок « Блок1.А.00 » образовательной программы по направлениям подготовки (специальностям):

Направление: **04.06.01** Химические науки
направленность Аналитическая химия

3. Планируемые результаты обучения по дисциплине

В результате освоения дисциплины **Физическая химия** у обучающегося должны быть сформированы следующие компетенции:

04.06.01 Химические науки (направленность : Аналитическая химия)

ПК.1 Владеет фундаментальными знаниями в области химических наук в объеме, достаточном для решения научно-исследовательских задач

Индикаторы

ПК.1.5 Владеет фундаментальными знаниями в области физической химии в объеме, достаточном для решения научно-исследовательских задач

4. Объем и содержание дисциплины

Направления подготовки	04.06.01 Химические науки (направленность: Аналитическая химия)
форма обучения	очная
№№ триместров, выделенных для изучения дисциплины	7
Объем дисциплины (з.е.)	4
Объем дисциплины (ак.час.)	144
Контактная работа с преподавателем (ак.час.), в том числе:	48
Проведение лекционных занятий	24
Проведение практических занятий, семинаров	24
Самостоятельная работа (ак.час.)	96
Формы промежуточной аттестации	Экзамен (7 триместр)

5. Аннотированное описание содержания разделов и тем дисциплины

Физическая химия

Химическая термодинамика

Излагаются основы классической общей и химической термодинамики, анализируются законы термодинамики, дается понятие о фазовом и химическом равновесии, фазовых переходах, приводятся примеры расчетов в термохимии, химических равновесий.

Первый закон термодинамики. Внутренняя энергия. Энтальпия. Зависимость теплоты процесса от температуры. Уравнения Кирхгофа. Теплоемкость. Второй закон термодинамики. Характеристические функции.

Излагается введение в дисциплину «Физическая химия». Приводятся основные понятия и определения в классической общей и химической термодинамике. На основе понятий энергии, теплоты, работы формулируется Первый закон термодинамики, объясняется его значение. Вводится понятие энтальпии как функции состояния. Формулируется закон Гесса, приводятся примеры практических расчетов с его использованием в термохимии. Вводится понятие теплоемкости, выводятся уравнения Кирхгофа и объясняется их применимость в термохимических расчетах.

Формулируется Второй закон термодинамики, объясняется его роль в классической термодинамике. Объясняются обратимый и необратимый циклы Карно. Вводится понятие энтропии в равновесных и неравновесных процессах. Объясняется значение энтропии как критерия направления процессов и равновесия в изолированных системах. Вводятся понятия энергии Гельмгольца и энергии Гиббса, объясняется их значение как термодинамических потенциалов и характеристических функций, их важность для описания процессов в открытых системах.

Фазовые переходы. Уравнение Клапейрона-Клаузиуса. Фазовые переходы первого и второго рода. Зависимость давления насыщенного пара от температуры. Закон смещения равновесия.

Обсуждаются фазовые переходы первого рода (плавление, испарение, возгонка). Выводится фундаментальное уравнение фазовых переходов (уравнение Клапейрона-Клаузиуса). Дается понятие фазовых переходов второго рода, объясняется их отличие от переходов первого рода. Формулируется и объясняется принцип смещения равновесия в физических и химических процессах (Ле-Шателье – Брауна).

Термодинамика многокомпонентных систем. Химические потенциалы. Уравнения Гиббса-Дюгема.

Вводится понятие химического потенциала. Выводятся и анализируются уравнения Гиббса-Дюгема. Обсуждается их значение для химической термодинамики.

Гетерогенные фазовые равновесия. Фазы и компоненты, степени свободы. Правило фаз Гиббса. Однокомпонентные системы. Двухкомпонентные системы.

Обсуждаются гетерогенные фазовые равновесия. Вводятся понятия фазы, компонента, степени свободы. Формулируется правило фаз Гиббса, выводятся уравнение Гиббса. Обсуждаются и анализируются конкретные примеры применения правила фаз Гиббса для расчетов фазовых равновесий в однокомпонентных (диаграммы воды, серы) и двухкомпонентных системах. Даются понятия эвтектики, перитектики.

Химическое равновесие в газах и растворах. Закон действия масс. Изобарный потенциал химической реакции. связь изобарного потенциала с константой равновесия реакции.

Обсуждается химическое равновесие в гомогенных системах. Выводится закон действующих масс, устанавливается связь между изобарным потенциалом химической реакции и константой равновесия.

Вводится понятие стандартного изобарного и изохорного потенциалов, объясняется их значение для расчетов различных химических равновесий.

Гомогенные и гетерогенные химические равновесия. Влияние температуры на химическое равновесие. Уравнение изобары и изохоры процесса.

Обсуждаются гомогенные равновесия в газах и жидкостях. Выводится закон действующих масс для гетерогенных равновесий. Выводятся уравнения изобары и изохоры процессов. Анализируется взаимосвязь и зависимость изобарного потенциала реакции и константы равновесия от температуры. Приводятся методы расчета химических равновесий и конкретные примеры.

Химическая кинетика и катализ

Излагаются основы химической кинетики и катализа, анализируются законы и методы расчета скорости, порядка и молекулярности химических реакций, обсуждаются основные теории гомогенного и гетерогенного катализа.

Скорость химической реакции. Молекулярность и порядок реакции. Кинетическая классификация реакций. Сложные реакции. Методы определения порядка реакции. Влияние температуры на скорость реакции.

Даются понятия и определения скорости химической реакции, молекулярности и порядка реакции, объясняются различия между данными понятиями. Приводится кинетическая классификация реакций. Обсуждаются необратимые реакции первого, второго, N-го и нулевого порядков, приводятся конкретные примеры. Анализируются сложные реакции: обратимые, параллельные, последовательные. Приводятся и обсуждаются методы определения порядка реакций. Анализируется влияние температуры на скорость реакций: рассматриваются правило Вант-Гоффа, уравнение Аррениуса, энергия активации и ее экспериментальное определение.

Теория активных столкновений. Применение теории столкновений к бимолекулярным реакциям. Теория активного комплекса (переходного состояния).

Излагаются основы теории активных столкновений, обсуждается ее применение к рассмотрению бимолекулярных реакций. Детально рассматривается и анализируется теория активного комплекса.

Мономолекулярные и тримолекулярные реакции. Реакции в растворах. Методы изучения кинетики сложных реакций.

Вводится понятие цепных реакций, приводятся конкретные примеры. Излагается теория простых и разветвленных цепей. Обсуждается теория взрывов и воспламенений. Дается понятие теплового взрыва. Рассматриваются сопряженные реакции. Анализируются фотохимические реакции. Приводятся и обсуждаются основные законы фотохимии. Рассматриваются типы фотохимических процессов. Дается понятие о мономолекулярных и тримолекулярных реакциях. Обсуждаются реакции в растворах. Рассматриваются различные методы изучения кинетики сложных реакций.

Общие сведения о катализе. Гомогенный катализ. Катализ кислотами и основаниями. Гетерогенный катализ. Теория промежуточных соединений. Теория активных центров в гетерогенном катализе. Мультиплетная теория катализа. Теория активных ансамблей

Вводится понятие о катализе, даются общие сведения о катализе. Детально рассматривается и анализируется на конкретных примерах гомогенный катализ. Обсуждается катализ кислотами и основаниями. Вводится понятие и приводятся конкретные примеры гетерогенного катализа. Анализируется теория промежуточных соединений. Излагается и анализируется теория активных центров в гетерогенном катализе. Приводится и анализируется мультиплетная теория катализа.

Описывается теория активных ансамблей. Рассматриваются и обсуждаются электронные представления в гетерогенном катализе.

Электрохимия

Излагаются основы теоретической электрохимии.

Особенности электрохимической реакции. Электрохимическая система. Теория электролитической диссоциации Аррениуса. Недостатки теории Аррениуса и их причины. Причины диссоциации. Сольватация и гидратация.

Излагается введение в раздел «Электрохимия». Дается понятие электрохимической системы, электрохимических реакций, описываются явления на границе раздела фаз «металл/электролит». Формулируются законы Фарадея. Излагаются основы теории электролитической диссоциации Аррениуса, анализируются ее достоинства и недостатки. Рассматривается закон разбавления Оствальда. Вводится понятие сольватации и гидратации.

Активность и коэффициент активности электролитов. Ионная сила. Распределение ионов в растворе. Ионное равновесие в растворах электролитов.

Дается понятие активности и коэффициента активности электролитов. Обсуждается понятие ионная сила. Рассматривается распределение ионов в растворе. Обсуждается и анализируется ионное равновесие в растворах электролитов: диссоциация воды, pH растворов, диссоциация слабых электролитов, гидролиз, буферные растворы. Излагаются основы теории электролитов Дебая и Гюккеля. Вводится понятие электропроводности (удельная и эквивалентная), обсуждается ее зависимость от концентрации и температуры, анализируются причины аномальной подвижности ионов водорода и гидроксила.

Электродный потенциал. Водородная шкала потенциалов. Формула Нернста.

Стандартный электродный потенциал. Классификация электродов. Электроды первого и второго рода. Электроды сравнения. Классификация электрохимических цепей.

Дается понятие об электродном потенциале. Приводится водородная шкала потенциалов. Выводится и анализируется уравнение Нернста. Вводится понятие о стандартном электродном потенциале. Обсуждается его значение. Приводится и анализируется классификация электродов. Рассматриваются на конкретных примерах электроды первого и второго рода, электроды сравнения, газовые электроды, амальгамные электроды. Приводится классификация электрохимических цепей. Рассматриваются физические цепи. концентрационные цепи. химические цепи.

6. Методические указания для обучающихся по освоению дисциплины

Освоение дисциплины требует систематического изучения всех тем в той последовательности, в какой они указаны в рабочей программе.

Основными видами учебной работы являются аудиторские занятия. Их цель - расширить базовые знания обучающихся по осваиваемой дисциплине и систему теоретических ориентиров для последующего более глубокого освоения программного материала в ходе самостоятельной работы. Обучающемуся важно помнить, что контактная работа с преподавателем эффективно помогает ему овладеть программным материалом благодаря расстановке необходимых акцентов и удержанию внимания интонационными модуляциями голоса, а также подключением аудио-визуального механизма восприятия информации.

Самостоятельная работа преследует следующие цели:

- закрепление и совершенствование теоретических знаний, полученных на лекционных занятиях;
- формирование навыков подготовки текстовой составляющей информации учебного и научного назначения для размещения в различных информационных системах;
- совершенствование навыков поиска научных публикаций и образовательных ресурсов, размещенных в сети Интернет;
- самоконтроль освоения программного материала.

Обучающемуся необходимо помнить, что результаты самостоятельной работы контролируются преподавателем во время проведения мероприятий текущего контроля и учитываются при промежуточной аттестации.

Обучающимся с ОВЗ и инвалидов предоставляется возможность выбора форм проведения мероприятий текущего контроля, альтернативных формам, предусмотренным рабочей программой дисциплины. Предусматривается возможность увеличения в пределах 1 академического часа времени, отводимого на выполнение контрольных мероприятий.

Процедура оценивания результатов обучения инвалидов и лиц с ограниченными возможностями здоровья по дисциплине предусматривает предоставление информации в формах, адаптированных к ограничениям их здоровья и восприятия информации.

При проведении текущего контроля применяются оценочные средства, обеспечивающие передачу информации, от обучающегося к преподавателю, с учетом психофизиологических особенностей здоровья обучающихся.

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

При самостоятельной работе обучающимся следует использовать:

- конспекты лекций;
- литературу из перечня основной и дополнительной учебной литературы, необходимой для освоения дисциплины (модуля);
- текст лекций на электронных носителях;
- ресурсы информационно-телекоммуникационной сети "Интернет", необходимые для освоения дисциплины;
- лицензионное и свободно распространяемое программное обеспечение из перечня информационных технологий, используемых при осуществлении образовательного процесса по дисциплине;
- методические указания для обучающихся по освоению дисциплины.

8. Перечень основной и дополнительной учебной литературы

Основная:

1. Физическая химия.[учебник] : в 2 кн./ред. К. С. Краснов.-Москва:Высшая школа,2001.Кн. 1.Строение вещества. Термодинамика.-2001.-512, ISBN 5-06-004025-9
2. Физическая химия.[учебник] : в 2 кн./ред. К. С. Краснов.-Москва:Высшая школа,2001.Кн. 2.Электрохимия. Химическая кинетика и катализ.-2001.-319, ISBN 5-06-004026-7
3. Стромберг А. Г.,Семченко Д. П. Физическая химия:учебник для студентов вузов, обучающихся по химическим специальностям/А. Г. Стромберг, Д. П. Семченко ; ред. А. Г. Стромберг.-Москва:Высшая школа,2006, ISBN 5-06-003627-8.-527.-Библиогр.: с. 511-515

Дополнительная:

1. Физическая химия. Теоретическое и практическое руководство:учебное пособие для химических и химико-технологических специальностей вузов/ред. Б. П. Никольский.-2-е изд., перераб. и доп..- Ленинград:Химия,1987.-679.-Библиогр.: с. 861-862. - Предм. указ.: с. 863-870
2. Курс физической химии.учебное пособие для химических факультетов университетов/Я. И. Герасимов [и др.] ; ред. Я. И. Герасимов.-Москва:Химия,1969.Т. 1.-1969.-592.-Библиогр.: с. 558-563. - Предм. указ.: с. 577-592
3. Курс физической химии.учебное пособие для студентов химических факультетов университетов/Я. И. Герасимов [и др.] ; ред. Я. И. Герасимов.-Москва:Химия,1966.Т. 2.-1966.-656.-Библиогр.: с. 647-648

9. Перечень ресурсов сети Интернет, необходимых для освоения дисциплины

<http://www.chem.msu.ru/rus/library/welcome.html> Электронная библиотека химического факультета МГУ

<http://www.elibrary.ru> Научная электронная библиотека

<http://www.chemport.ru> Химический портал

<http://www.xumuk.ru> Сайт о химии для химиков

<http://www.scopus.com> Научная электронная библиотека

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

Образовательный процесс по дисциплине **Физическая химия** предполагает использование следующего программного обеспечения и информационных справочных систем: презентационные материалы (слайды по темам лекционных и практических занятий); доступ в режиме on-line в Электронную библиотечную систему (ЭБС); доступ в электронную информационно-образовательную среду университета.

При освоении материала и выполнении заданий по дисциплине рекомендуется использование материалов, размещенных в Личных кабинетах обучающихся ЕТИС ПГНИУ (student.psu.ru).

При организации дистанционной работы и проведении занятий в режиме онлайн могут использоваться:

система видеоконференцсвязи на основе платформы BigBlueButton (<https://bigbluebutton.org/>).

система LMS Moodle (<http://e-learn.psu.ru/>), которая поддерживает возможность использования текстовых материалов и презентаций, аудио- и видеоконтент, а так же тесты, проверяемые задания, задания для совместной работы.

система тестирования Indigo (<https://indigotech.ru/>).

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

Лекционные занятия: Аудитория, оснащенная презентационной техникой (проектор, экран, компьютер/ноутбук) с соответствующим программным обеспечением, меловой (и) или маркерной доской.

2. Занятий семинарского типа (семинары, практические занятия): Аудитория, оснащенная презентационной техникой (проектор, экран, компьютер/ноутбук) с соответствующим программным обеспечением, меловой (и) или маркерной доской.

3. Самостоятельная работа: Аудитория для самостоятельной работы, оснащенный компьютерной техникой с возможностью подключения к сети «Интернет», обеспеченный доступом в электронную информационно-образовательную среду университета.

4. Групповые (индивидуальные) консультации и текущий контроль: Аудитория для текущего контроля, консультаций, оснащенная проектором, экраном для проектора, доской.

Помещения научной библиотеки ПГНИУ для обеспечения самостоятельной работы обучающихся:

1. Научно-библиографический отдел, корп.1, ауд. 142. Оборудован 3 персональными компьютера с доступом к локальной и глобальной компьютерным сетям.

2. Читальный зал гуманитарной литературы, корп. 2, ауд. 418. Оборудован 7 персональными компьютерами с доступом к локальной и глобальной компьютерным сетям.

3. Читальный зал естественной литературы, корп.6, ауд. 107а. Оборудован 5 персональными

компьютерами с доступом к локальной и глобальной компьютерным сетям.

4. Отдел иностранной литературы, корп.2 ауд. 207. Оборудован 1 персональным компьютером с доступом к локальной и глобальной компьютерным сетям.

5. Библиотека юридического факультета, корп.9, ауд. 4. Оборудована 11 персональными компьютерами с доступом к локальной и глобальной компьютерным сетям.

6. Читальный зал географического факультета, корп.8, ауд. 419. Оборудован 6 персональными компьютерами с доступом к локальной и глобальной компьютерным сетям.

Все компьютеры, установленные в помещениях научной библиотеки, оснащены следующим программным обеспечением:

Операционная система ALT Linux;

Офисный пакет Libreoffice.

Справочно-правовая система «КонсультантПлюс»

**Фонды оценочных средств для аттестации по дисциплине
Физическая химия**

**Планируемые результаты обучения по дисциплине для формирования компетенции.
Индикаторы и критерии их оценивания**

ПК.1

Владеет фундаментальными знаниями в области химических наук в объеме, достаточном для решения научно-исследовательских задач

Индикатор	Планируемые результаты обучения	Критерии оценивания результатов обучения
<p>ПК.1.5 Владеет фундаментальными знаниями в области физической химии в объеме, достаточном для решения научно-исследовательских задач</p>	<p>ЗНАТЬ: Основные теоретические положения, описывающие физико-химические процессы; термодинамические аспекты физической химии; общие сведения о кинетике химических реакций, гомогенном и гетерогенном катализе; основные закономерности и факторы, определяющие протекание физико-химических процессов УМЕТЬ: проанализировать физико-химические процессы электрохимические и оценить характер влияния внешних и внутренних факторов на закономерности течения процессов. ВЛАДЕТЬ: основными экспериментальными методами физико-химических исследований и анализа</p>	<p align="center">Неудовлетворител</p> <p>Знания в области физической химии отсутствуют. Студент не знает теоретических основ дисциплины, необходимых для формирования компетенции. Отсутствуют умения сбора информации в области физической химии. Нет навыков экспериментальных исследований в области физической химии, достаточных для решения научно-исследовательских задач.</p> <p align="center">Удовлетворительн</p> <p>Общие, но не структурированные знания основ физической химии, алгоритма постановки и достижения цели, знает основные понятия и терминологию. Фрагментарное применение навыков мыслительной и экспериментальной деятельности для изучения физико-химических процессов.</p> <p align="center">Хорошо</p> <p>Сформированные, но содержащие отдельные пробелы знания основ физической химии, алгоритм постановки и достижения цели, терминологию и основные понятия, используемые в теории и практике физико-химических исследований. В целом успешное, но содержащее отдельные пробелы применение навыков мыслительной и экспериментальной деятельности для изучения физико-химических процессов.</p> <p align="center">Отлично</p>

Индикатор	Планируемые результаты обучения	Критерии оценивания результатов обучения
		<p style="text-align: center;">Отлично</p> <p>Сформированные систематические знания в области физической химии, алгоритмов постановки и достижения цели, знает терминологию и основные понятия используемые в теории и практике физической химии. Успешное и систематическое применение навыков мыслительной и экспериментальной деятельности для изучения физико-химических процессов.</p>

Оценочные средства

Схема доставки : Базовая

Вид мероприятия промежуточной аттестации : Экзамен

Способ проведения мероприятия промежуточной аттестации : Устное собеседование по вопросам

Продолжительность проведения мероприятия промежуточной аттестации :
время отводимое на подготовку 2

Показатели оценивания

<ul style="list-style-type: none"> - Не демонстрирует знание основного содержания дисциплины; - Не владеет основными понятиями, законами и теорией, необходимыми для объяснения явлений, закономерностей и т.д.; – не умеет выполнять типовые задания и задачи предусмотренные программой; 	Неудовлетворител
<ul style="list-style-type: none"> - Демонстрирует знание основного содержания дисциплины и его элементов в соответствии с прослушанным лекционным курсом; - Владение основными понятиями, законами и теорией, необходимыми для объяснения явлений, закономерностей и т.д.; –показывает умение выполнять типовые задания и задачи предусмотренные программой; – выполняет расчеты с ошибками 	Удовлетворительн
<ul style="list-style-type: none"> - ответ по вопросу или заданию аргументированный, демонстрирующий знание основного содержания дисциплины и его элементов в соответствии с прослушанным лекционным курсом и с учебной литературой; - демонстрирует понимание материала, приводит примеры; - Владение основными понятиями, законами и теорией, необходимыми для объяснения явлений, закономерностей и т.д.; –показывает владение методологией дисциплины, умение выполнять типовые задания и задачи предусмотренные программой; 	Хорошо

– выполняет расчеты с ошибками	Хорошо
<ul style="list-style-type: none"> - ответ по вопросу или заданию аргументированный, логически выстроенный, полный, демонстрирующий знание основного содержания дисциплины и его элементов в соответствии с прослушанным лекционным курсом и с учебной литературой; - демонстрирует полное понимание материала, выводы доказательны, приводит примеры; - свободное владение основными понятиями, законами и теорией, необходимыми для объяснения явлений, закономерностей и т.д.; – - показывает владение методологией дисциплины, умение выполнять типовые задания и задачи предусмотренные программой; – выполняет расчеты без ошибок; - демонстрирует способность творчески применять знание теории к решению профессиональных практических задач 	Отлично

Перечень вопросов для проведения промежуточной аттестации

Химическая термодинамика

1. Энергия, теплота, работа. Первый закон термодинамики. Внутренняя энергия и энтальпия – функции состояния системы.
2. Термохимия. Теплоты химических реакций. Закон Гесса. Стандартные теплоты образования и сгорания..
3. Простейшие термодинамические процессы, протекающие в идеальном газе (изохорный, изобарный и др.).
4. Уравнение изотермы химической реакции. Стандартный изобарный потенциал реакции, его значение и связь с константой равновесия. Комбинирование равновесий. Стандартные величины $\Delta_f G^\circ (A_i, 298)$ и их применение.
5. Термохимия. Теплоты химических реакций. Закон Гесса. Стандартные теплоты образования и сгорания.
6. Обратимые и необратимые, самопроизвольные и несамопроизвольные процессы. Обратимый цикл Карно. Формулировки 2-го закона термодинамики.
7. Некоторые термохимические закономерности: применение теплот разрыва связей, теплоты образования и сгорания органических соединений, теплоты нейтрализации, образования ионов, растворения и гидратации.
8. Гетерогенные химические равновесия. Вывод уравнения для расчета константы равновесия.
9. Зависимость теплоты процесса от температуры (уравнения Кирхгофа, их вывод и анализ).
10. Диаграммы состояния двухкомпонентных систем с ограниченной растворимостью компонентов в твердом состоянии (2 случая).
11. Обратимые и необратимые, самопроизвольные и несамопроизвольные процессы. Обратимый цикл Карно. Формулировки 2-го закона термодинамики.
12. Энтропия в случае равновесных и неравновесных процессов. Изменение энтропии изолированной системы и направление процесса. Условия равновесия в изолированной системе.
13. Вычисление энтропии. Постулат Планка.
14. Применение 3-го закона термодинамики для расчета химических равновесий. Приближения Улиха. Метод Темкина – Шварцмана.

15. Энергия Гельмгольца F и энергия Гиббса G .
 16. Диаграмма состояния двухкомпонентной системы с простой эвтектикой (бинарные сплавы, растворы солей).
 17. Характеристические функции. Критерии направления процесса и равновесия.
 18. Гетерогенные равновесия. Составляющие вещества системы, компоненты, фазы, степени свободы. Правило фаз Гиббса, его вывод и анализ.
 19. Фазовые переходы 1-го рода для индивидуальных веществ. Уравнение Клапейрона – Клаузиуса, его вывод, анализ и интегрирование. Фазовые переходы 2-го рода.
 20. Диаграммы состояния воды, серы, бензофенона.
 21. Уравнения для характеристических функций многокомпонентных систем, химические потенциалы. Уравнение Гиббса – Дюгема.
 22. Условия химического равновесия. Закон действующих масс (вывод, анализ). Различные формы выражения константы равновесия, связь между ними.
 23. Влияние температуры на химическое равновесие. Уравнения изохоры и изобары процесса, их вывод, анализ, интегрирование.
 24. Диаграммы состояния двухкомпонентных систем с химическими соединениями, плавящимися конгруэнтно и инконгруэнтно.
- Химическая кинетика и катализ. Электрохимия
1. Основные понятия химической кинетики. Кинетическая классификация реакций: по порядку и молекулярности, по природе частиц-участников элементарного акта, по степени сложности.
 2. Классификация электрохимических цепей:
 - a. физические цепи;
 - b. концентрационные цепи с переносом и без переноса;
 - c. химические цепи с переносом и без переноса.
 3. Необратимые реакции нулевого, первого, второго и третьего порядка. Вывод уравнений для расчёта констант скоростей. Период полупревращения.
 4. Классификация электродов: электроды первого, второго, третьего рода; редокси-электроды.
 5. Методы определения порядка реакции (метод изолирования Оствальда, интегральные и дифференциальные методы).
 6. Удельная и эквивалентная электрическая проводимость растворов электролитов. Зависимость их от концентрации (разведения) и температуры.
 7. Обратимые реакции первого и второго порядка. Определение констант скоростей прямой и обратной реакций.
 8. Определение констант скоростей параллельных реакций. Последовательные реакции. График изменения количества реагирующих веществ со временем для последовательных реакций первого порядка.
 9. Методы изучения кинетики сложных реакций: метод Боденштейна, метод лимитирующей стадии. Примеры.
 10. Индикаторные водородные электроды. Потенциометрическое титрование. Потенциометрическое определение активности и коэффициента активности.
 11. Влияние температуры на скорость реакции. Правило Вант - Гоффа. Уравнение Аррениуса, его термодинамический вывод, анализ.
 12. Теория Дебая и Гюккеля. Понятие об ионной атмосфере. Расчёт коэффициента активности. Первое, второе и третье приближения теории Дебая и Гюккеля.
 13. Применение теории столкновений к реакциям в жидких растворах. “Нормальные”, “быстрые” и

“медленные” реакции в растворах.

14. Электрохимический потенциал и равновесие на границе электрод – раствор.

15. Теория столкновений мономолекулярных реакций (теория Линдемана). Механизм активации.

Сходство и различие би- и мономолекулярных реакций с точки зрения теории столкновений.

16. Подвижности ионов; закон Кольрауша (вывод закона); аномальная подвижность ионов H^+ и OH^- в водных растворах электролитов.

17. Теория переходного состояния (активированного комплекса). Поверхность потенциальной энергии. Активированный комплекс. Путь и координата реакции.

18. Электролиз. Законы Фарадея. Токи обмена. Идеально поляризуемые электроды.

19. Основное уравнение теории ПС (АК). Его анализ.

20. Активность и коэффициент активности электролитов. Средняя ионная активность, средний ионный коэффициент активности. Закон ионной силы.

21. Фотохимические реакции. Закон Эйнштейна. Квантовый выход. Различие в кинетике фотохимических и темновых реакций.

22. Числа переноса ионов. Экспериментальное определение чисел переноса по Гитторфу. Кажущиеся и истинные числа переноса.

23. Цепные реакции. Основные понятия и примеры. Кинетика неразветвлённых цепных реакций.

24. Зависимость подвижности ионов от концентрации и температуры; электрофоретический и релаксационный эффекты торможения; эффекты Вина и Дебая – Фалькенгагена; уравнение Онзагера.

25. Кинетика разветвлённых цепных реакций. Тепловой вызов. Теория воспламенений (работы Н.Н. Семёнова и сотрудников, Хиншельвуда).

26. Равновесие в электрохимической цепи; формула Нернста:

- эквивалентные правильно разомкнутые цепи;

- скачки потенциала в правильно замкнутой цепи

(цепь $Ag|Pt, H_2|HCl|AgCl, Ag$);

связь э.д.с. с изменением энергии Гиббса.

- Компенсационная схема измерения э.д.с.;

- Уравнение Нернста для э.д.с. электрохимической цепи.

27. Катализ. Общие сведения о катализе. Гомогенный катализ. Механизм действия гомогенного катализатора. Схема расчёта кинетики гомогенных каталитических реакций.

28. Уравнение Гиббса – Гельмгольца в применении к электрохимическим цепям/

29. Автокатализ в гомогенных реакциях. Кислотно – основной катализ. Теории кислот и оснований Бренстеда – Лоури и Льюиса.

30. Полярография. Уравнение Ильковича для диффузионного (предельного) тока. Уравнение полярографической волны Гейровского – Ильковича.

31. Методы изучения кинетики сложных реакций: метод Боденштейна, метод лимитирующей стадии. Примеры.

32. Окислительно – восстановительные полуреакции и понятие электродного потенциала:

a. современное понятие электродного потенциала;

b. величина э.д.с. электрохимической цепи как разность электродных потенциалов;

c. формула Нернста для расчёта электродного потенциала;

d. применение величин стандартных электродных потенциалов.