

ТЕОРЕТИЧЕСКАЯ ЧАСТЬ

Раздел 1. Учебная дисциплина «Неорганическая химия»

Тема 1. Теоретические основы неорганической химии

1. Волновая теория строения атома. Квантовые числа как характеристика состояния электрона в атоме. Понятие об энергетическом уровне, подуровне, атомной орбитали. Принцип Паули. Правило Хунда. Двойственная природа электрона. Волновая функция электрона в атоме. Принцип неопределенности Гейзенберга. Стационарные и возбужденные состояния атома. Понятие об эффективном заряде ядра атома.

2. Периодичность свойств атомов химических элементов. Радиусы атомов. Изменение атомных и ионных радиусов по периодам и группам. Энергия ионизации атомов. Энергия сродства к электрону. Факторы, их определяющие. Электроотрицательность элементов. Различные подходы для определения электроотрицательности.

3. Природа химической связи, ее типы, количественные характеристики: порядок, энергия, длина, степень ионности, дипольный момент. Кратность связи. Сигма (σ)- и пи (π)-связи. Направленность химических связей. Угол связи. Полярность и поляризуемость химических связей. Трактовка полярных связей в рамках концепции поляризации ионов. Пространственная конфигурация молекул и ионов в рамках представления об отталкивании электронных пар (метод Гиллеспи) и в рамках концепции гибридизации атомных орбиталей. Силы Ван-дер-Ваальса. Энергия межмолекулярного взаимодействия. Водородная связь. Влияние водородной связи на физические свойства веществ.

4. Особенности химической связи в комплексных соединениях и механизм ее образования. Типичные комплексообразователи и лиганды. Пространственная конфигурация комплексных ионов. Особенности диссоциации комплексных соединений в растворе. Основные положения теории кристаллического поля применительно к комплексным соединениям. Энергия расщепления d -орбиталей в октаэдрическом и тетраэдрическом поле лигандов. Спектрохимический ряд лигандов. Понятие о высоко- и низкоспиновых комплексах. Комплексообразование с точки зрения теории кислот и оснований Льюиса и концепции жестких и мягких кислот и оснований. Изомерия комплексных соединений.

5. Химические процессы и реакции. Оценка направления и полноты протекания реакции по величине и знаку изменения энергии Гиббса реакции. Зависимость между величинами окислительно-восстановительных потенциалов систем с изменением энергии Гиббса. Использование стандартных электродных потенциалов для оценки возможности протекания окислительно-восстановительных реакций. Подбор окислителей и восстановителей с учетом стандартных окислительно-восстановительных потенциалов.

Тема 2. Химия элементов и их соединений

1. Основные классы неорганических соединений. Простые вещества: металлы и неметаллы. Общие методы получения простых веществ. Кисотно-основные и окислительно-восстановительные свойства оксидов: изменение по периодам и группам, влияние степени окисления элемента. Гидроксиды. Типы гидроксидов: гидроксиды с ионной, молекулярной, полимерной структурой. Кисотно-основные и окислительно-восстановительные свойства гидроксидов: изменение по периодам и группам, влияние степени окисления элемента. Кислоты, основания и соли с точки зрения теории электролитической диссоциации. Равновесие в растворах слабых электролитов. Константа и степень диссоциации кислот и оснований. Простые, двойные и комплексные соли. Особенности диссоциации различных типов солей. Кристаллогидраты. Гидролиз солей. Условия подавления гидролиза.

2. Водород. Типы химических связей в соединениях: ионные, ковалентные полярные и ковалентные неполярные. Гидриды. Типы гидридов: ионные, ковалентные, нестехиометрические (соединения внедрения).

3. *p*-Элементы 13–18 групп. Изменение атомных радиусов, энергии ионизации и энергии сродства к электрону, электроотрицательности по периодам и группам. Наиболее устойчивые степени окисления в химических соединениях. Склонность к образованию катионных и анионных форм, комплексообразованию. Изменение устойчивости соединений в высшей степени окисления по группам. Характер изменения энергии связи Э–Э по группе. Склонность образовывать одинарные и кратные связи Э–Э, соединения с гомоцепями –Э–Э–. Химические свойства простых веществ. Соединения элементов с кислородом; химические свойства. Характер изменения кислотно-основных свойств оксидов и гидроксидов по группе. Гидроксиды в высших степенях окисления; строение молекул, сила кислот, окислительно-восстановительные свойства. Особенности химии фтора. Галогениды металлов и неметаллов. Особенности гидролиза галогенидов разных типов. Полимерные галогениды. Галогенокомплексы. Кислородсодержащие кислоты хлора и их соли: пространственное строение, кислотно-основные и окислительно-восстановительные свойства. Кислородсодержащие кислоты серы и их соли: пространственное строение, кислотно-основные и окислительно-восстановительные свойства. Кислородсодержащие кислоты фосфора и их соли: пространственное строение, кислотно-основные и окислительно-восстановительные свойства.

4. *s*-Элементы 1 и 2 групп. Типы химических связей в соединениях. Склонность к образованию катионных и анионных форм, комплексообразованию. Характер изменения кислотно-основных свойств оксидов и гидроксидов по группе. Особенности химии лития. Особенности химии бериллия.

5. *d*-Элементы. Общая характеристика элементов. Изменение атомных радиусов и энергий ионизации по группам, периодам. Типы химических

связей в соединениях. Изменение устойчивости соединений в высшей степени окисления по группам. Склонность к образованию катионных и анионных форм, комплексообразованию. Характер изменения кислотно-основных свойств оксидов и гидроксидов по группам и периодам.

Литература

1. Неорганическая химия: в 3 т. /Под ред. Ю.Ю. Третьякова. – М.: Академия, 2004.
2. Шевельков, А.В. Неорганическая химия. Учебник/ А.В. Шевельков, А.А. Дроздов, М.Е. Тамм; под редакцией А.В. Шевелькова. – Москва : Лаборатория знаний, 2021.

Раздел 2. Учебная дисциплина «Аналитическая химия»

Тема 1. Равновесия в растворах

1. Закон действия масс. Коэффициенты активности. Слабые и сильные электролиты. Теория сильных электролитов Дебая–Хюккеля. Константы химического равновесия (термодинамические, концентрационные, условные) и связь между ними.

2. Кислотно-основные равновесия. Теории кислот и оснований. Влияние растворителя на кислотно-основные свойства. Автопротолиз растворителя. Шкала pH в водных и неводных средах. Классификация растворителей. Нивелирующее и дифференцирующее действие растворителя. Вычисление pH растворов протолитов (слабых кислот и оснований, гидролизующихся солей, амфолитов). Буферные кислотно-основные системы: их свойства, интервалы pH буферных систем. Буферная емкость. Кислотно-основные равновесия в растворах амфолитов.

3. Реакции комплексообразования в аналитической химии. Равновесия в растворах комплексных соединений. Функция и степень образования комплекса. Теория жестких и мягких кислот и оснований. Теория аналогий в приложении к аналитическому использованию минеральных и органических реагентов. Органические реагенты, наиболее часто применяющиеся в анализе. Хелатные комплексы металлов. Внутрикмплексные соединения. Факторы, влияющие на устойчивость хелатов (ФАГ, ААГ, природа атома металла и лиганда, размер и количество циклов, геометрия внутренней координационной сферы). Хелатный эффект.

4. Окислительно-восстановительные реакции в анализе. Стандартный и формальный окислительно-восстановительный потенциал. Уравнение Нернста. Факторы, определяющие состояние равновесия в окислительно-восстановительных системах: E^0 , pH среды, температура, побочные реакции.

5. Экстракция молекулярных форм. Константа и коэффициент распределения. Движущие силы экстракции. Применение экстракции молекулярных форм для выделения, концентрирования и разделения веществ. Абсолютное и относительное концентрирование. Количественные характеристики экстракционного процесса: константа распределения, константа экстракции, коэффициент распределения, степень извлечения, коэффициент концентрирования, фактор разделения. Экстракция ионных ассоциатов и ионообменная экстракция, их достоинства, недостатки и области применения.

6. Факторы, определяющие состояние равновесия в системах раствор-осадок: природа и концентрация осаждаемого иона и осадителя, pH среды, побочные реакции, ионная сила раствора, температура. Механизм образования осадка. Условия получения кристаллических и аморфных осадков. Полнота осаждения. Соосаждение, его разновидности и роль в анализе. Закон распределения Хлопина.

Тема 2. Методы аналитической химии

1. Классификация катионов в качественном анализе: кислотно-основный метод. Аналитическая классификация катионов: аммиачно-фосфатный метод. Аналитическая классификация катионов: сульфидный метод.

2. Титриметрические методы анализа. Классификация методов объемного анализа. Первичные и вторичные стандарты. Кривые титрования. Скачок титрования. Виды титриметрических определений: прямое, обратное, заместительное. Классификация индикаторов и требования к ним. Индикаторы кислотно-основного титрования. Выбор индикатора. Кислотно-основное титрование. Стандартизация рабочих растворов.

3. Окислительно-восстановительное титрование. Окислительно-восстановительные индикаторы. Перманганатометрия и бихроматометрия. Иодометрия. Сущность, условия проведения титрования, стандартизация растворов. Индикация конечной точки титрования. Определение окислителей и восстановителей.

4. Комплексонометрическое титрование. Кривые титрования индикаторы. Селективное определение металлов методом комплексонометрии. Осадительное титрование. Определение катионов и анионов методами осадительного титрования. Кривые титрования и факторы, влияющие на величину скачка титрования. Индикаторы, используемые в осадительном титровании.

Тема 3. Метрологические основы химического анализа

1. Погрешности анализа. Классификация. Систематические и случайные погрешности. Способы количественной оценки и устранения систематических погрешностей.

2. Оценка воспроизводимости результатов анализа. Распределение Стьюдента. Стандартное отклонение, доверительный интервал.

Литература

1. Жебентяев, А. И. Аналитическая химия. Химические методы анализа : учебное пособие для студентов высших учебных заведений по фармацевтическим и химическим специальностям / А.И. Жебентяев, А.К. Жерносек, И.Е. Талуть. – 2-е изд. – Минск : Новое знание ; Москва : ИНФРА-М, 2020. – 541 с.

2. Основы аналитической химии : учебник для студ. вузов, обуч. по хим. направлениям : в 2 т. / под ред. Ю.А. Золотова. – 6-е изд., перераб. и доп. – Москва : Академия, 2014. Т. 1 : / [авт.: Т.А. Большова и др.]. – Москва : Академия, 2014. – 391 с.

3. Мельситова, И.В. Аналитическая химия : учебное пособие для студентов учреждений высшего образования по специальностям «Биология», «Биоэкология», «Биохимия», «Микробиология» / И.В. Мельситова : БГУ. – Минск : БГУ, 2021. – 183 с.

Раздел 3. Учебная дисциплина «Органическая химия»

Тема 1. Углеводороды

1. Алканы. Гомологический ряд, номенклатура и изомерия алканов. Строение молекулы метана. Химические свойства алканов. Общие представления о механизме цепных свободнорадикальных реакций замещения в алканах: галогенирование, сульфохлорирование, нитрование. Углеводороды в природе. Нефть и ее переработка, окисление.

2. Алкены. Строение молекулы этилена. Номенклатура, структурная и пространственная изомерия алкенов. Способы образования двойной связи. Дегидрогалогенирование алкилгалогенидов, дегидратация спиртов (правило Зайцева). Общие сведения о реакционной способности алкенов. Присоединение электрофильных реагентов по двойной связи. Механизм и региоселективность этих реакций. Правило Марковникова и его интерпретация.

3. Алкадиены. Особенности электронного строения и химических свойств 1,3-диенов. Образование продуктов 1,2- и 1,4-присоединения в диенах. Реакция Дильса–Альдера (диеновый синтез). Понятие об изопреноидах.

4. Алкины. Методы получения и гомологизации ацетилена. Важнейшие химические свойства алкинов, гидратация (реакция Кучерова).

5. Ароматические углеводороды. Особенности электронного строения и химических свойств. Понятие об ароматичности и ее критериях. Механизм и закономерности реакций электрофильного замещения в ароматическом ядре, их значение для функционализации и промышленной переработки аренов.

Тема 2. Гомофункциональные органические соединения

1. Галогенпроизводные углеводородов. Способы образования связи углерод-галоген. Реакции нуклеофильного замещения атома галогена как метод получения органических соединений различных классов. Представление о механизмах нуклеофильного замещения у насыщенного атома углерода. Конкуренция реакций нуклеофильного замещения и элиминирования. Использование представлений о закономерностях их протекания при планировании направленных синтезов на основе галогенпроизводных углеводородов. Особенности реакционной способности арилгалогенидов в реакциях нуклеофильного замещения. Активированные галогенарены. Получение литий- и магнийорганических соединений, их применение в органическом синтезе.

2. Спирты, методы синтеза важнейших представителей. Строение ОН-группы и типы реакций спиртов. Активация ОН-группы в реакциях нуклеофильного замещения. Дегидратация спиртов, получение простых и сложных эфиров. Диэтиловый эфир. Окисление спиртов. Многоатомные спирты. Этиленгликоль. Глицерин, 1,4-бутандиол. Циклические простые эфиры. Краун-эфиры. Комплексные гликоляты меди.

3. Фенолы. Методы получения фенола. Строение молекулы фенола и типы реакций. Сравнительная характеристика химических свойств спиртов и фенолов. Гидрохинон.

4. Альдегиды и кетоны. Способы синтеза важнейших представителей. Строение карбонильной группы и типы реакций альдегидов и кетонов. Реакции с гетероатомными нуклеофилами, получение и использование производных по карбонильной группе (ацетали, имины, оксимы, гидразоны). Взаимодействие карбонильных соединений с металлоорганическими соединениями (синтез Гриньяра). Кето-енольная таутомерия и связанные с ней свойства карбонильных соединений. Строение енолят-иона. Альдольно-кратоновая конденсация и ее механизм. α,β -Непредельные карбонильные соединения, синтез и реакции 1,2- и 1,4-присоединения. Хиноны.

5. Карбоновые кислоты и их производные. Основные методы получения. Сложные эфиры. Реакция этерификации и гидролиз сложных эфиров, их механизм. Взаимопревращения карбоновых кислот и их производных, представление о механизмах, роль кислотного и основного катализа. Галогенангидриды и ангидриды кислот, сложные эфиры, амиды, нитрилы. Жиры, их состав. Жирные кислоты. Непредельные и дикарбоновые кислоты.

6. Амины. Классификация и основные способы получения. Химические свойства. Роль неподеленной электронной пары азота в проявлении основных и нуклеофильных свойств. Особенности свойств ароматических аминов. Реакция диазотирования и ее значение в органическом синтезе. Азосочетание, получение азокрасителей. Метилоранж.

Тема 3. Гетерофункциональные органические соединения

1. Гидроксикислоты. Природные источники и важнейшие представители гидроксикислот: молочная, яблочная, винная, лимонная кислоты. Особенности их пространственного строения. Салициловая кислота. Представление об альдегидо- и кетокислотах. Пировиноградная, ацетоуксусная кислоты. Ацетоуксусный эфир.

2. Аминокислоты. Важнейшие природные α -аминокислоты, особенности их строения и свойств. Представление о составе и структуре белков. Капролактамы. Пара-аминобензолсульфокислота, представление о сульфаниламидных препаратах.

3. Углеводы. Важнейшие представители моносахаридов, особенности их строения и свойств. Глюкоза. Фруктоза. Представление о строении дисахаридов и полисахаридов: сахароза, крахмал, целлюлоза.

Литература

1. Реутов О.А., Курц А.Л., Бутин К.П. Органическая химия: в 4 т. — М. : МГУ, 2004–2007.
2. Травень В.Ф. Органическая химия. В 3 т. — М.: Лаборатория знаний, 2019.
3. Тюкавкина Н.А., Зурабян С.Э., Белобородов В.Л. Органическая химия: учебник для вузов. Под ред. Тюкавкиной Н.А. — М.: ГЭОТАР-Медиа, 2019. — 640 с.
4. Шабаров Ю.С. Органическая химия. — СПб.: Лань, 2011. — 848 с.

Раздел 4. Учебная дисциплина «Физическая химия»

Тема 1. Основные понятия, терминология и постулаты химической термодинамики. Первый закон термодинамики. Термохимия

1. Исходные постулаты и первый закон термодинамики.
2. Теплоемкость кристаллических тел, жидкостей и газов. Зависимость теплоемкости веществ от температуры.
3. Термохимия. Закон Гесса и следствия из него. Зависимость теплового эффекта химической реакции от температуры.

Тема 2. Второй и третий законы термодинамики и его приложения.

Фундаментальные уравнения термодинамики

1. Второй и третий законы термодинамики. Абсолютная энтропия. Методы ее определения.
2. Абсолютная температура. Температурные шкалы. Термодинамическая температурная шкала (ТТШ). Международная температурная шкала (МТШ).
3. Фундаментальные уравнения термодинамики. Общие условия равновесия в закрытых системах.
4. Фазовые равновесия в однокомпонентных системах. Уравнение Клапейрона–Клаузиуса.

Тема 3. Термодинамика растворов и гетерогенных систем

1. Характеристические функции многокомпонентных систем. Химический потенциал. Условия равновесия в многокомпонентных гетерогенных системах.

Тема 4. Химические равновесия

1. Способы вычисления стандартной энергии Гиббса и константы равновесия химических реакций. Определение максимального выхода целевого продукта.
2. Уравнение изотермы химической реакции. Зависимость константы равновесия от температуры (уравнение изобары). Влияние давления на химическое равновесие.

Тема 5. Основные понятия и постулаты химической кинетики

1. Основные понятия химической кинетики: скорость химической реакции, константа скорости, порядок и молекулярность реакции.
2. Закон действующих масс – основной постулат химической кинетики. Принцип независимости химических реакций, принцип лимитирующей стадии химического процесса, принцип детального равновесия. Особенности применения закона действующих масс для простых и сложных реакций.

Тема 6. Кинетика химических реакций в статических условиях

1. Кинетические особенности протекания простых реакций целочисленных порядков.

2. Методы определения порядка реакции. Понятие об интегральных и дифференциальных методах определения порядка реакции: метод подстановки, метод определения порядка реакции по времени полупревращения (метод Оствальда–Нойеса), дифференциальный метод Вант–Гоффа.

Тема 7. Зависимость скорости реакции от температуры

1. Зависимость скорости реакции от температуры.
2. Уравнение Аррениуса и различные формы его записи.
3. Энергия активации химической реакции и ее определение по экспериментальным данным.

Тема 8. Теории химической кинетики

1. Теория активных столкновений. Расчет числа столкновений между одинаковыми частицами и частицами разных типов. Частота столкновений. Уравнение Траутца–Льюиса для бимолекулярной реакции.
2. Основные положения теории активированного комплекса. Уравнение Эйринга. Термодинамический аспект теории активированного комплекса.

Тема 9. Основы кинетики отдельных типов химических реакций

1. Особенности кинетики химических реакций в растворах. «Клеточный эффект». Зависимость константы скорости реакций в растворах от ионной силы. Уравнение Бренстеда–Бьеррума. Первичный и вторичный солевой эффекты.
2. Кинетика цепных реакций. Элементарные стадии возникновения, продолжения, развития и обрыва цепи. Особенности кинетики разветвленных и неразветвленных цепных реакций.
3. Кинетика фотохимических реакций. Основные законы фотохимии: законы Гротгуса, Вант–Гоффа и Эйнштейна. Квантовый выход. Процессы, происходящие при поглощении света веществом. Схема Штерна–Фольмера.
4. Скорость гетерогенной химической реакции. Роль диффузии и адсорбции при протекании гетерогенного процесса. Диффузионная и кинетическая области протекания гетерогенной реакции.
5. Кинетические особенности топохимических реакций. Уравнение Ерофеева–Колмогорова.

Тема 10. Катализ

1. Основные принципы катализа. Особенности механизма и энергетический профиль гомогенных и гетерогенных каталитических процессов.
2. Ферментативный катализ. Уравнение Михаэлиса–Ментен. Методы определения кинетических параметров уравнения Михаэлиса–Ментен по экспериментальным данным.

Литература

1. Мечковский, Л.А. Химическая термодинамика: учебное пособие в 2-х ч. / Л.А. Мечковский, А.В. Блохин – Минск : БГУ. – Ч.1: Феноменологическая термодинамика. Основные понятия, фазовые равновесия. – 2012. – 144 с.
2. Мечковский, Л.А. Химическая термодинамика: учебное пособие в 2-х ч. / Л.А. Мечковский, А.В. Блохин – Минск : БГУ. – Ч. 2: Термодинамика многокомпонентных систем. Химические равновесия. Элементы статистической термодинамики. – 2013. – 200 с.
3. Буданов, В.В. Химическая термодинамика : учебное пособие / В.В. Буданов, А.И. Максимов. – 3-е изд., стер. – Санкт-Петербург : Лань, 2022. – 320 с. – Текст : электронный // Лань : электронно-библиотечная система. – URL: <https://e.lanbook.com/book/209705>
4. Буданов, В.В. Химическая кинетика : учебное пособие / В.В. Буданов, Т.Н. Ломова, В.В. Рыбкин. – Санкт-Петербург : Лань, 2022. – 288 с. – Текст : электронный // Лань : электронно-библиотечная система. – URL: <https://e.lanbook.com/book/211475>.

Раздел 5. Учебная дисциплина «Высокомолекулярные соединения»

Тема 1. Синтез высокомолекулярных соединений

1. Ступенчатая полимеризация: уравнения реакций полиэтерификации, полиамидирования, полиимидирования, синтеза полиуретанов, полисилоксанов, фенолоформальдегидных сополимеров и сополимеров. Кинетика линейной поликонденсации.

2. Цепная полимеризация виниловых, винилиденовых и диеновых мономеров: уравнения реакций инициирования, роста, передачи и обрыва цепи при радикальной, катионной, анионной и координационной полимеризации. Кинетика радикальной, катионной, анионной полимеризации при малых степенях превращения.

3. «Живая» гомо- и гетерополимеризация.

4. Полимераналогичные превращения.

Тема 2. Структура и свойства высокомолекулярных соединений

1 Конфигурационная изомерия. Конформационная изомерия. Гибкость цепи. Молекулярно-массовое распределение.

2. Фазовые (кристаллическое, жидкокристаллическое, аморфное, аморфно-кристаллическое) состояния высокомолекулярных соединений. Морфологическая структура. Релаксационные состояния высокомолекулярных соединений.

3. Набухание и растворимость. Высокоэластические и вынужденноэластические деформации. Прочность.

Тема 3. Получение, структура, свойства и применение крупнотоннажных полимеров

Полиэтилен (высокого давления и низкого давления), *it*-полипропилен, *at*-поливинилхлорид, *at*-полистирол, политетрафторэтилен, *at*-полиакрилонитрил, *at*-полиметилметакрилат, *at*-поливиниловый спирт; *at*-полибута-1,3-диен, *ct*-1,4-полиизопрен, *tt*-1,4-полихлоропрен; простые и сложные полиэфиры, полиацетали (целлюлозы и ее производных, амилозы), полиамиды, полиимиды, полиуретаны, полисилоксаны.

Литература

1. Шишенок, М.В. Химия высокомолекулярных соединений: учебное пособие / М.В. Шишенок. Минск : Вышэйшая школа, 2021. 624 с.

Раздел 6. Учебная дисциплина «Коллоидная химия»

Тема 1. Общая характеристика и классификация дисперсных систем

1. Коллоидное состояние вещества. Классификация дисперсных систем. Нанодисперсные системы как объекты коллоидной химии.

2. Термодинамически устойчивые лиофильные дисперсные системы и кинетически устойчивые лиофобные дисперсные системы. Отдельные представители. Методы получения лиофобных дисперсных систем. Мицеллы как структурные единицы дисперсной фазы гидрозолей и мицеллярных растворов ПАВ.

Тема 2. Поверхностные явления

1. Причины возникновения поверхностных явлений. Поверхностное натяжение и методы его оценки на различных межфазных границах. Межфазное натяжение на границе двух жидкостей.

2. Смачивание и растекание. Явления капиллярности и смачивания. Капиллярное давление. Закон Лапласа. Капиллярное поднятие жидкости, уравнение Жюрена. Зависимость давления насыщенного пара и растворимости от кривизны поверхности раздела сосуществующих фаз; закон Томсона (Кельвина).

3. Адсорбция на различных поверхностях раздела фаз. Адсорбционное уравнение Гиббса. Поверхностно-активные и поверхностно-инактивные вещества на разных межфазных границах. Изменение поверхностной активности в гомологических рядах.

4. Адсорбция газов и паров на твердой поверхности. Локализованная адсорбция газов на твердой поверхности по теории Ленгмюра. Теории полимолекулярной адсорбции: теория Поляни и теория БЭТ.

5. Двухмерное состояние вещества. Двухмерное состояние вещества в адсорбционном слое. Слои малорастворимых ПАВ на поверхности воды. Весы Ленгмюра. Уравнение двухмерного состояния вещества. Изотерма двухмерного давления. Основные типы поверхностных пленок нерастворимых ПАВ

Тема 3. Свойства и устойчивость дисперсных систем

1. Электрические свойства. Причины образования и строение двойного электрического слоя (ДЭС) на границе раздела фаз. Модели строения ДЭС (теории Гельмгольца–Перрена, Гуи–Чепмена, Штерна). Потенциалы двойного электрического слоя и влияние на них электролитов.

2. Мицеллярные растворы ПАВ. Термодинамика мицеллообразования. Критическая концентрация мицеллообразования. Температура Крафта и точка помутнения как характеристики мицеллярных растворов ПАВ. Области применения.

3. Устойчивость дисперсных систем и её виды. Факторы агрегативной устойчивости гидрозолей. Теория ДЛФО.

Литература

1. Савицкая, Т.А. Коллоидная химия: Опорный конспект лекций для студентов специальности 1-31 05 01 «Химия» / Т.А.Савицкая, Д.А.Котиков. – Минск : БГУ, 2009. – 123 с.
2. Савицкая, Т.А. Коллоидная химия. Строение двойного электрического слоя, получение и устойчивость дисперсных систем / Т.А. Савицкая, Д.А. Котиков, Т.А. Шичкова. – Минск : БГУ, 2013. – 76с.
3. Щукин, Е.Д. Коллоидная химия. Учебник для академического бакалавриата / Е.Д. Щукин, А.Д. Перцов, Е.А. Амелина. – М. : Юрайт, 2023. – 444 с.
4. Фридрихсберг, Д.А. Курс коллоидной химии / Д.А. Фридрихсберг. – 6-е изд. стер. – Санкт-Петербург : Лань, 2023. – 412 с.

Раздел 7. Учебная дисциплина «Электрохимия»

Тема 1. Электрохимическая цепь и ее компоненты.

Электролизеры и гальванические элементы. Законы Фарадея

1. Электрохимическая цепь и ее компоненты. Электролизеры (электрохимические ванны) и гальванические элементы (химические источники тока).
2. Законы Фарадея. Выход по току.
3. Кулонометры и кулонометрия. Понятие о кулонометрическом анализе веществ.

Тема 2. Ион-дипольные и ион-ионные взаимодействия в растворах электролитов

1. Сольватация и гидратация ионов. Энергия ионной кристаллической решетки и энергия сольватации. Энергия ионной кристаллической решетки и энергия сольватации ионов (подходы Борна и Фрумкина). Факторы, влияющие на эти величины.
2. Межионное взаимодействие в растворах электролитов. Понятия активности, средней ионной активности и среднего ионного коэффициента активности. Ионная сила раствора. Основные положения теории сильных электролитов Дебая–Гюккеля.

Тема 4. Диффузия и миграция ионов в растворах

1. Определение понятий «диффузия» и «миграция» ионов в растворах. Потоки диффузии и миграции. Первый закон Фика. Коэффициент диффузии.
2. Электрическая подвижность ионов. Формула Нернста–Эйнштейна. Диффузионный потенциал. Способы устранения диффузионного потенциала.

Тема 5. Удельная, эквивалентная и молярная электропроводность

1. Понятия «удельная», «эквивалентная» и «молярная» электропроводности. Зависимость от концентрации для сильных и слабых электролитов.
2. Измерение удельной электропроводности растворов. Закон Кольрауша. Электропроводности ионов. Аномальная подвижность катионов водорода и гидроксид-анионов. Определение произведения растворимости труднорастворимых соединений (солей) путем измерения удельной электропроводности их насыщенных растворов.

Тема 6. Числа переноса ионов и методы их определения.

Сольватированные ионы

1. Числа переноса ионов, их зависимость от концентрации и температуры. Предельные числа переноса. Определения чисел переноса методами движущейся границы и Гитторфа.
2. Определение радиусов сольватированных ионов по Стоксу.

Тема 7. Электродвижущая сила. Классификация электродов и электрохимических цепей

1. Правильно разомкнутая электрохимическая цепь. Электродвижущая сила (ЭДС) и ее связь с изменением энергии Гиббса. Понятие электродного потенциала. Стандартный электродный потенциал. Уравнение Нернста.

2. Электроды первого, второго, третьего рода, газовые, окислительно-восстановительные, специального назначения. Электроды сравнения: водородный электрод, хлорсеребряный, каломельный.

3. Классификация электрохимических цепей. Примеры практически используемых химических источников тока.

Литература

1. Антропов, Л.И. Теоретическая электрохимия / Л.И. Антропов. – М. : Высшая школа, 1984.
2. Дамаскин, Б.Б. Электрохимия / Б.Б. Дамаскин, О.А. Петрий, Г.А. Цирлина. – М. : Химия, КолосС, 2008.
3. Лукомский, Ю.А., Физико-химические основы электрохимии / Ю.А. Лукомский, Ю. Д. Гамбург. – Долгопрудный : Издательский Дом «Интеллект», 2008.
4. Ротинян, А.Л., Теоретическая электрохимия / А.Л. Ротинян, К.И. Тихонов, И.А. Шошина, под ред. А.Л. Ротиняна. – Л.: Химия, 1981.

Раздел 8. Учебная дисциплина «Химия твердого тела»

Тема 1. Структурные дефекты в кристаллах

1. Дефекты в кристаллах. Типы точечных дефектов. Принцип сохранения электронейтральности.
2. Равновесные и биографические дефекты в кристаллах с ионным и ковалентным типами химической связи.

Тема 2. Структурно-чувствительные физические свойства твердых тел

1. Структурно-чувствительные и структурно нечувствительные механические свойства твердых тел.
2. Магнитные свойства твердых тел. Влияние на них структуры материала.
3. Сегнетоэлектрические и пьезоэлектрические свойства твердых тел.

Тема 3. Диффузия и фазовые переходы в твердых телах

1. Диффузия в твердых телах. Механизмы диффузии. Законы Фика. Коэффициент диффузии; самодиффузия. Распределение примесей, вводимых методом диффузии в твердых телах в зависимости от разных факторов.
2. Фазовые переходы в твердых телах. Переходы реконструктивные и деформационные, затрагивающие первую и вторую координационную сферу. Переходы 1 и 2-го рода. Зародышеобразование и диффузия в процессах фазовых переходов.
3. Стеклообразное состояние твердого тела: влияние различных факторов на стеклообразование, особенности структуры, кинетическая заторможенность кристаллизации.

Тема 4. Топохимические реакции

1. Общие особенности различных типов химических реакций с участием твердых тел. Понятие «топохимическая реакция». Лимитирующие стадии твердофазных реакций.
2. Кинетика разложения твердых тел. Пути увеличения скорости реакции.
3. Кинетика реакций типа «твердое + твердое». Пути увеличения скорости реакции.

Тема 5. Общая характеристика материалов различных типов

1. Металлические материалы (индивидуальные металлы и сплавы разных типов). Факторы, определяющие механические свойства металлов и сплавов. Твердые растворы, интерметаллические соединения, гетерогенные сплавы. Диаграммы состояния бинарных систем, в которых образуются твердые растворы и/или интерметаллиды.
2. Полупроводниковые материалы. Особенности физических свойств, кристаллической структуры и химической связи в полупроводниковых материалах. Влияние различных факторов на ширину запрещенной зоны, подвижность носителей заряда, тип и величину проводимости. Донорные и

акцепторные примеси в полупроводниках. Уровень Ферми в полупроводниках и металлах.

3. Особенности химического состава, химической связи и дефектной структуры неорганических люминофоров. Спектры поглощения и люминесценции. Механизмы люминесценции (возбуждение, сенсбилизация, рекомбинационный механизм). Условия тушения люминесценции. Применение люминофоров.

Тема 6. Методы синтеза неорганических материалов с заданной структурой

1. Представления о механизмах, термодинамике и кинетике процессов формирования зародышей и роста кристаллов из растворов и расплавов. Использование этих представлений для выбора условий выращивания монокристаллов с применением приемов пересыщения и переохлаждения. Получение монокристаллов из расплавов методами Бриджмена–Стокбаргера, Чохральского, Вернейля, градиентной зонной плавки.

2. Получение пленок неорганических веществ с использованием парофазных реакций (разложения, восстановления, диспропорционирования, обратимых реакций окисления-восстановления, методы ближнего и дальнего переноса). Влияние условий получения на структуру пленок.

3. Получение пленок оксидов металлов и металлов с использованием золь-гель- технологий и реакций восстановления металлов из растворов. Управление процессами для предотвращения образования продукта в объеме растворов.

Литература

1. Воробьева, Т.Н. Химия твердого тела : учебник для студ. учреждений высш. образования по хим. спец. / Т.Н. Воробьева, А.И. Кулак, Т.В. Свиридова. – Минск : БГУ, 2011. – 320 с.

2. Е.И. Ефремова. Химия и физика твердофазных систем : учебное пособие / Е.И. Ефремова. – Москва : РТУ МИРЭА, 2021 – Часть 1 – 2021. – 66 с. – Текст : электронный // Лань : электронно-библиотечная система. – URL: <https://e.lanbook.com/book/218651> (дата обращения: 21.09.2023). — Режим доступа: для авториз. пользователей.

3. Уваров, Н.Ф. Химия твердого тела : учеб. пособие / Н.Ф. Уваров, Ю.Г. Матейшина. – 2-е изд., испр. – Новосибирск : Новосибирский государственный технический университет, 2022. – 108 с.