

Санкт-Петербургский государственный университет

Институт химии

Программы коллоквиумов. Аналитическая химия. Химические методы. 2 курс, траектория 2

Коллоквиум 1: «Качественный неорганический анализ»

Дробный и систематический методы проведения качественного анализа. Групповые реагенты. Различные схемы разделения катионов на группы: кислотнo-основная, сульфидно-карбонатная, фосфатно-аммиачная и другие.

Частные реакции катионов I - III аналитических групп по кислотнo-основной классификации (ионов калия, натрия, аммония, стронция, бария, кальция, ртути, свинца, серебра). Общие и различные реакции катионов соответствующих групп. Характеристика малорастворимых соединений катионов I – III групп. Действие групповых реагентов – растворов серной и соляной кислот.

Систематический ход анализа смеси катионов I - III аналитических групп. Частные реакции катионов IV-VI аналитических групп. Действие растворов щелочей и аммиака на растворы катионов IV-VI групп. Малорастворимые и окрашенные соединения катионов IV-VI групп. Групповые реагенты. Дробное открытие ряда катионов IV-VI групп после маскирования или частичного отделения мешающих ионов.

Систематический ход анализа смеси катионов IV-VI аналитических групп.

Особенности обнаружения анионов. Формы существования слабых кислот, влияние величины рН растворов на соотношение равновесных концентраций анионов слабых кислот. Летучие слабые кислоты и их существование в растворе в зависимости от кислотности среды.

Классификация анионов по образованию малорастворимых соединений и по их окислительно-восстановительным свойствам. Классификация анионов по летучести кислот.

Подготовка проб для анализа анионов. Предварительные пробы в анализе анионов. Соотношение дробного и систематического методов анализа при обнаружении анионов. Групповые реагенты.

Кислотное и щелочное переведение веществ в раствор. Содовая вытяжка. Три основные функции содовой вытяжки. Анализ остатка от содовой вытяжки.

Химические свойства анионов: Cl^- , Br^- , I^- , SO_4^{2-} , CO_3^{2-} , PO_4^{3-} , $\text{C}_2\text{O}_4^{2-}$, SO_3^{2-} .

Общий ход качественного анализа смеси неизвестного состава. Предварительные пробы и подготовка вещества к анализу. Обнаружение катионов и анионов.

Коллоквиум 2: «Равновесия в гетерогенных системах, гравиметрия, осадительное титрование»

Равновесия в гетерогенных системах. Константа равновесия гетерогенной реакции. Растворимость, произведение растворимости и ионное произведение, общие условия выпадения и растворения осадков. Влияние одноимённых электролитов и ионной силы раствора на растворимость и полноту осаждения малорастворимых соединений. Расчёт растворимости и условий осаждения малорастворимых солей сильных и слабых кислот и оснований. Влияние pH раствора на осаждение и растворение солей слабых кислот и оснований.

Амфотерность. Поведение амфотерных гидроксидов в водных растворах. Осаждение и растворение амфотерных гидроксидов. Расчёт кислотно-основных равновесий в растворах, содержащих амфотерные гидроксиды.

Кинетика осадкообразования. Факторы, определяющие размер частиц осадка. Механизм образования осадка. Относительное пересыщение. Осадки аморфные и кристаллические. Осаждение из гомогенного раствора. Старение осадков. Загрязнение осадков. Совместное осаждение, последующее осаждение, соосаждение. Адсорбция. Правило Панета-Фаянса-Гана. Окклюзия и инклюзия. Образование твёрдых растворов. Изоморфизм. Правило Хлопина.

Гравиметрический метод анализа. Форма осаждения и форма взвешивания. Фильтрование осадков. Выбор промывной жидкости. Высушивание и прокаливание осадков. Неорганические и органические осадители (гидроксиды, сульфаты, фосфаты, галогениды, диметилглиоксим, 8-оксихинолин и другие). Определение содержания сульфат-ионов путём осаждения сульфата бария.

Принципиальные основы титриметрического метода анализа. Требования к реакциям, используемым в титриметрическом анализе. Расчёты в количественном анализе. Виды титриметрических определений: прямое и обратное титрование, титрование заместителя.

Кривые титрования - основа для выбора и обоснования условий определения содержания вещества титриметрическим методом. Основные параметры кривой титрования: точка эквивалентности и точка конца титрования, скачок титрования, индекс крутизны. Способы установления точки конца титрования. Ошибки титрования.

Сущность метода осадительного титрования; основные условия, необходимые для выполнения титрования. Аргентометрия. Основные методы аргентометрии (методы Мора, Фольгарда, Фаянса). Адсорбционные индикаторы в методе Фаянса. Кривая осадительного титрования. Расчет положения точки эквивалентности и величины скачка титрования. Выбор условий выполнения титрования. Индикаторы в методах осадительного титрования.

Коллоквиум 3: «Равновесия в растворах комплексных соединений и комплексометрическое титрование»

Основные представления теории координационных соединений, образование комплексных соединений в растворе, роль растворителя в процессах комплексообразования, аквакомплексы. Конкурентный характер процессов комплексообразования.

Равновесия в растворах комплексных соединений. Ступенчатые и общие константы устойчивости. Расчёт равновесных концентрации и долей форм в растворах комплексных соединений. Влияние рН на протекание процессов комплексообразования.

Влияние процессов комплексообразования на осаждение и растворение малорастворимых соединений. Расчёт растворимости и условий осаждения малорастворимых соединений в растворах комплексных соединений.

Комплексометрическое титрование. Комплексообразующие реагенты в титриметрическом анализе. Комплексоны. ЭДТА, равновесия в водных растворах. Образование комплексов с ионами металлов. Константы устойчивости комплексонов (концентрационная и условная). Расчёт и построение кривой титрования. Уравнение кривой комплексометрического титрования. Влияние рН раствора и комплексообразующих агентов на ход кривой титрования, установление точки конца титрования. Металлоиндикаторы. Выбор условий комплексометрического титрования. Возможность последовательного титрования смеси ионов. Приготовление и стандартизация растворов ЭДТА.

Применение метода комплексометрического титрования для определения содержания алюминия, железа, кальция и магния в водных растворах.

Коллоквиум 4: «Равновесия в растворах окислительно-восстановительных систем. Окислительно-восстановительное титрование»

Окислительно-восстановительные реакции. Физико-химическая сущность окислительно-восстановительных процессов. Электрохимические ячейки. Окислительно-восстановительный потенциал (стандартный и формальный), уравнение Нернста.

Направление реакций окисления - восстановления. Влияние величины рН, концентрации реагирующих веществ, комплексообразующих агентов, образования малорастворимых соединений на протекание окислительно-восстановительных реакций. Константа равновесия окислительно-восстановительной реакции. Расчёт равновесных концентраций окисленной и восстановленной форм.

Расчёт кривых окислительно-восстановительного титрования. Влияние различных факторов на ход кривой титрования. Индикаторы в методах окисления-восстановления, ошибка титрования. Применение реакций окисления-восстановления для количественного определения ионов в растворе. Методы окислительно-восстановительного титрования: перманганатометрия, дихроматометрия, иодиметрия и иодометрия. Приготовление, стандартизация, хранение титрованных растворов окислителей и восстановителей. Применение методов окислительно-восстановительного титрования для определения содержания меди (II), оксида кальция, железа II.

Коллоквиум 5: «Кислотно-основные равновесия в растворах электролитов.

Кислотно-основное титрование»

Формальный математический аппарат расчёта ионных равновесий, уравнение химической реакции, константа равновесия, уравнение материального баланса и уравнение электронейтральности - основа для расчёта равновесных концентраций начальных и конечных продуктов химической реакции, степени ее протекания.

Основные представления современной теории электролитической диссоциации. Сильные и слабые электролиты, особенности их поведения в растворах. Кислоты и основания. Основные представления протолитической теории кислот и оснований. Роль растворителя при протекании протолитических процессов. Нивелирующие и дифференцирующие свойства растворителей.

Водные растворы сильных кислот и оснований, их диссоциация в растворах. Слабые одноосновные и многоосновные кислоты, однокислотные и многокислотные основания, их диссоциация в водных растворах. Расчёт равновесной концентрации ионов водорода и рН растворов кислот и оснований. Способы регулирования кислотности растворов. Формы существования слабых кислот и оснований. Расчёт равновесных концентраций различных форм кислот и оснований при заданной начальной концентрации электролита и величине рН раствора. Построение диаграмм α - рН.

Реакция нейтрализации. Буферные растворы. Химизм действия буферных растворов. Расчёт рН буферных растворов. Буферная ёмкость. Приготовление буферных растворов с заданной величиной рН. Типы буферных систем, наиболее распространённые буферные системы: ацетатная, формиатная, фосфатная, карбонатная, аммонийная.

Кислые соли. Расчёт рН растворов кислых солей. Гидролиз. Физико-химическая сущность процессов гидролиза. Гидролиз многозарядных ионов. Подавление и усиление гидролиза. Расчёт рН гидролизующихся солей и равновесных концентраций форм гидролизованного вещества.

Кислотно-основное титрование. Кривые титрования одно- и многопротонных протолитов. Влияние изменения концентрации реагирующих веществ, силы кислот (оснований) на ход кривой титрования. Влияние растворителя на кислотно-основные свойства веществ. Титрование смеси кислот (оснований) и многопротонных протолитов. Кислотно-основные индикаторы. Выбор индикатора. Приготовление и стандартизация титрованных растворов кислот и оснований. Первичные стандарты и требования, предъявляемые к ним.

Определение содержания смеси кислот (оснований) методом нейтрализации. Определение азота методом Кьельдаля.