МИНОБРНАУКИ РОССИИ

федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение

высшего образования

«Омский государственный университет им. Ф.М. Достоевского»

Химический факультет

«Утверждаю»

Проректор по учебной работе,

\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_ Т. Б. Смирнова

«\_\_\_\_\_» \_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_ 2017 г.

**ПРОГРАММА**

#### ВСТУПИТЕЛЬНОГО ИСПЫТАНИЯ ПО СОВРЕМЕННОЙ ХИМИИ

#### ДЛЯ ПРИЕМА НА ОСНОВНЫЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНЫЕ ПРОГРАММЫ

#### НАПРАВЛЕНИЯ ПОДГОТОВКИ 04.04.01 - ХИМИЯ

Омск – 2017

Составители программы:

Голованова О.А., д.г.м.н., профессор кафедры неорганической химии;

Вершинин В.И., д.х.н., проф., зав. кафедрой аналитической химии;

Фисюк А.С., д.х.н., проф., зав. кафедрой органической химии.

Программа рассмотрена и одобрена на заседании ученого совета химического факультета

(протокол № 1 от 15 сентября 2017 г.).

Декан химического факультета И.В. Власова

**Процедура проведения вступительного испытания**

Вступительное испытание проводится в форме устного экзамена. Объем требований соответствует подготовке выпускников по направлению подготовки бакалавров «Химия».

В состав экзаменационного билета входят три теоретических вопроса:

Первый вопрос проверяет общехимические знания абитуриента (раздел 1 программы). Второй и третий вопросы проверяют знания по химии металлов и неметаллов (раздел 2 программы), по аналитической химии и химическим методам анализа (раздел 3 программы) и по органической химии (раздел 4 программы). При этом второй и третий вопросы обязательно относятся к разным разделам программы (пример билета приведен в разделе «Контрольно-измерительные материалы»).

Время подготовки к экзамену: 60 минут.

**Раздел 1. Общехимические знания**

Современные представления о строении атомов и молекул. Химическая связь, основные виды химической связи. Валентность и степень окисления. Периодическая система элементов Д.И. Менделеева. Сравнительная характеристика свойств элементов разных подгрупп. Основные классы неорганических соединений. Основные типы химических реакций. Основные законы химии.

Растворы. Электролитическая диссоциация. Влияние природы вещества на его способность к диссоциации в водном растворе. Формы существования вещества в растворе. Общие и равновесные концентрации. Основные законы термодинамики. Энтальпия и энтропия. Энергия Гельмгольца, энергия Гиббса. Законы химического равновесия. Принцип смещения равновесия.

Основные понятия химической кинетики. Определение скорости реакции. Константа скорости и порядок реакции. Влияние температуры на скорость реакции. Энергия активации.

Особенности органических соединений. Характеристики химических связей в органических соединениях. Электронные и пространственные эффекты в органических молекулах. Гомология. Изомерия и ее виды. Общая характеристика свойств алканов, алкенов и алкинов. Ароматические углеводороды и их свойства.Правило Хюккеля, понятие об ароматичности. Реакции электрофильного и нуклеофильного замещения.

Протолитические реакции. Теории кислот и оснований. Влияние растворителей на силу кислот и оснований. Константы кислотности и основности. Автопротолиз. Обобщенные представления о кислых, щелочных и нейтральных средах, шкала рН в разных растворителях. Состояние вещества в водном растворе при разных рН, Буферные растворы. Механизм буферного действия. Расчет рН буферных систем.

Реакции комплексообразования. Комплексные соединения. Примеры типичных комплексообразователей и лигандов. Строение комплексных соединений. Внешняя и внутренняя сферы. Изомерия и пространственная конфигурация комплексных соединений. Координационное число, дентатность. Образование хелатов. Ступенчатый характер комплексообразования в растворе. Количественные характеристики равновесия комплексообразования: общие и ступенчатые константы устойчивости. Закомплексованность. Влияние концентрации свободного лиганда на равновесие комплексообразования.

Окислительно-восстановительные реакции. Редокс-потенциал как характеристика редокс-системы. Стандартные редокс-потенциалы Реальные (формальные) потенциалы, способы их измерения и расчета. Предсказание направления редокс-процесса в растворе с помощью потенциалов. Расчет констант равновесия через потенциалы. Важнейшие окислители и восстановители. Электрохимический ряд напряжений.

**Раздел 2. Химия металлов и неметаллов**

Общий обзор металлов. Положение в Периодической системе. Особенности физических свойств металлов. Формы нахождения металлов в природе. Руды. Полиметаллические руды. Редкие и рассеянные металлы. Пирометаллургия. Применяемые восстановители. Гидрометаллургия. Электрометаллургия. Термическое разложение соединений металлов (карбонилов, иодидов, азидов) для получения чистых металлов. Свойства неметаллов.

*S -э*лементы первой и второй групп. Нахождение в природе, методы получения, физические и химические свойства металлов и их важнейших соединений, применение.

*Р-э*лементы и *d*-элементы третьей группы. Нахождение в природе, методы получения, физические и химические свойства металлов и их важнейших соединений, применение.

*d*-элементы первой и второй групп. Нахождение в природе, методы получения, физические и химические свойства металлов и их важнейших соединений, применение.

*d*-элементы четвертой и пятой групп. Нахождение в природе, методы получения, физические и химические свойства металлов и их важнейших соединений, применение. Изменение свойств в рядах титан-гафний и ванадий-тантал.

*d*-элементы шестой и седьмой групп. Нахождение в природе, методы получения, физические и химические свойства металлов и их важнейших соединений, применение. Изменение свойств в рядах хром-вольфрам и марганец-рений .

*d*-элементы восьмой группы. Нахождение в природе, методы получения, физические и химические свойства металлов и их важнейших соединений, применение. Изменение свойств в рядах железо-никель и у металлов платиновой группы.

*f*-элементы. Лантаноиды и актиноиды. Особенности строения электронных оболочек их атомов. Нахождение в природе, методы получения, физические и химические свойства металлов и их важнейших соединений, применение.

*P-*элементы четвертой и пятой группы. Нахождение в природе, методы получения, физические и химические свойства простых веществ и их важнейших соединений, применение. Изменение свойств в рядах углерод – свинец и азот – висмут.

*P-*элементы шестой и седьмой группы. Нахождение в природе, методы получения, физические и химические свойства простых веществ и их важнейших соединений, применение. Изменение свойств в рядах кислород – полоний и фтор – астат.

**Раздел 3. Теоретические вопросы аналитической химии. Химические методы анализа**

Химический анализ. Виды анализа. Объекты анализа. Объекты определения. Стадии анализа. Методы и методики анализа. Классификация методов. Сопоставление достоинств и недостатков химических и инструментальных методов, области их применения. Взаимосвязь между аналитической химией и химическим анализом.

Абсолютные и относительные погрешности анализа. Правильность и прецизионность. Случайные и систематические погрешности. Источники погрешностей. Выявление систематических погрешностей. Стандартные образцы. Постоянные и пропорциональные систематические погрешности. Случайные погрешности, виды их распределения. Нормальное распределение и его закономерности. Грубые промахи, способы их выявления. Дрейф. Выборочные параметры. Статистическая обработка результатов анализа: расчет доверительных интервалов по Стъюденту, сопоставление выборок, выявление систематических погрешностей на фоне случайных.

Необходимость методов разделения и концентрирования, их классификация по типу используемых фазовых равновесий. Количественные характеристики: коэффициент распределения, степень извлечения, коэффициент обогащения, степень разделения. Закон распределения. Важнейшие экстрагенты и требования к ним. Экстракционные реагенты при извлечении металлов. Факторы, влияющие на степень извлечения при однократной и многократной экстракции. Хроматография. Обзор методов хроматографического анализа.

Основные задачи качественного анализа. Аналитические признаки, их характеристичность. Химические методы обнаружения ионов. Дробный анализ. Систематический качественный анализ. Групповые реагенты. Качественные реакции. Инструментальные методы качественного анализа. Достоверность идентификации.

Принципы гравиметрического анализа, области применения и аналитические возможности. Методы отгонки и методы осаждения. Важнейшие осадители. Требования к осаждаемой и весовой формам. Аморфные и кристаллические осадки. Правила получения осадков разного типа в гравиметрическом анализе.

Основные принципы титриметрического анализа, области его применения и аналитические возможности. Классификация титриметрических методов. Требования к стандартным веществам. Понятие об индикаторах, общие требования к ним. Расчет результатов анализа. Эквиваленты веществ в реакциях различного типа. Реакции осаждения в титриметрическом анализе.

Протолитические реакции в титриметрическом анализе (метод нейтрализации). Области применения, основные реакции, рабочие растворы, их стандартизация, индикаторные системы. Кривые титрования для сильных и слабых кислот (оснований) (качественно). Влияние природы и концентрации титруемого вещества на вид кривой титрования. Скачок титрования. Выбор индикатора.

Реакции комплексообразования в титриметрическом анализе. Применение полидентатных лигандов в качестве титрантов. Способы установления конечной точки титрования (к.т.т.) в комплексонометрии. Металлохромные индикаторы. Использование условных констант для определения возможности и порядка титрования различных металлов. Селективность комплексонометрии и пути ее повышения.

Реакции окисления-восстановления в титриметрическом анализе. Способы контроля к.т.т. Выбор редокс-индикатора. Методы предварительного окисления и восстановления определяемых веществ.

Общие принципы и классификация инструментальных методов. Области применения различных методов, сопоставление их возможностей. Выбор инструментального метода для решения конкретной аналитической задачи. Понятие об аналитическом сигнале.Связь сигнала с концентрацией аналита. Фон, его происхождение и способы уменьшения. Предел обнаружения и его оценка. Пути снижения предела обнаружения. Способы расчета концентрации по величине аналитического сигнала (методы градуировочного графика, сравнения, добавок).

**Раздел 4. Общие разделы органической химии**

Общая характеристика алканов. Галогенирование алканов. Сульфохлорирование, окисление, нитрование алканов. Механизм реакций радикального замещения.

Алкены. Относительная стабильность структурных и геометрических изомеров. Механизм электрофильного присоединения галогенов, галогеноводородов, воды. Правило Марковникова. Карбокатионы и их перегруппировки. Радикальная и ионная полимеризация алкенов. Свойства сопряженных диенов**:** реакции 1,2- и 1,4-присоединения, кинетический и термодинамический контроль. Диеновый синтез.

Алкины. Галогенирование, гидрогалогенирование, гидратация, присоединение спиртов, карбоновых кислот. Реакции подвижного атома водорода в терминальных алкинах. С-Н-кислотность. Отличия в реакционной способности тройной и двойной связей при взаимодействии с электрофилами. Конденсация ацетиленов с альдегидами и кетонами.

Ароматические углеводороды. Реакции сульфирования, нитрования, галогенирования, алкилирования, ацилирования бензола. Механизм электрофильного замещения, π- и σ-комплексы. Влияние заместителей в бензольном кольце на скорость и направление электрофильного замещения.

Реакции нуклеофильного замещения и элиминирования в алкилгалогенидах и спиртах.Электронная природа и полярность связей С-На1, С-O и О-Н. Кинетические и стереохимические критерии механизмов SN1, SN2, Е1, Е2 и Е1cb. Основность и нуклеофильность. Влияние структуры субстрата, реагента, растворителя, свойств уходящих групп, температуры реакции на скорость и меха­низм реакций. Конкуренция реакций элиминирования и замещения. Замещение гидроксильной группы при действии серной кислоты, галогенводородов, галогенпроизводных фосфора и хлористого тионила. Дегидратация. Межфазный катализ. Особенности протекания реакций нуклеофильного замещения в ароматическом ядре.

Фенолы. Сравнение свойств фенольного и спиртового гидроксила. Сравнение реакционной способности бензольного ядра фенолов с бензолом при взаимодействии с электрофилами. Образование фенолятов, простых и сложных эфиров. Реакции электрофильного замещения: галогенирование, сульфирование, нитрование, алкилирование, карбоксилирование, формилирование. Конденсация фенолов с карбонильными соединениями.

Карбонильные соединения.Реакции с О-, N- и С-нуклеофилами. Образование гидратов, полуацеталей, ацеталей, оксимов, гидразонов, замещенных гидразонов, азинов, семикарбазонов, иминов, оснований Шиффа, циангидринов. Влияние углеводородного радикала на реакционную способность карбонильных соединений. Уротропин. Енамины. Присоединение Мg-органических соединений. Реакция Виттига. Кислотность и основность карбонильных соединений. Кето-енольная таутомерия. Альдольно-кротоновая конденсация, ее механизм при кислотном и основном катализе.

Карбоновые кислоты и их производные. Основные пути превращений карбоновых кислот и их производных. Электронное строение карбоксильной группы и карбоксилат-аниона. Сравнение карбонильной активности и С-Н-кислотности производных карбоновых кислот, альдегидов и кетонов. Декарбоксилирование.

Амины, их электронное и пространственное строение. Основность и кислотность аминов в зависимости от природы углеводородных радикалов. Взаимодействие с электрофильными реагентами: образование солей, алкилирование, ацилирование, взаимодействие с азотистой кислотой.

Метод молекулярных орбиталей и теория резонанса для описания свойств органических соединений и путей их превращений. Электронные и пространственные эффекты в органических молекулах. Свободные радикалы, карбокатионы и карбоанионы как интермедиаты в реакциях органических соединений. Качественная трактовка их электронного строения и факторы, определяющие их относительную стабильность.

**Литература для подготовки**

**Основная литература**

Третьяков Ю.Д. и др. Неорганическая химия. Химия элементов. Изд-во МГУ; ИКЦ «Академкнига».2007. Т. 1.- 537 с. Т. 2. – 670 с.

Ахметов Н.С. Общая и неорганическая химия: Учеб.; 2-е изд., перераб. и доп. М.: Высш. шк., 2003. 743 с.

Голованова О.А.. Зырянова И.М. Химическая связь и комплексные соединения. ОмГУ, 2004, 210 с.

Мухин В.А. Окислительно-восстановительные процессы: учебное пособие. – Омск: Омск. гос. ун-т, 2009 – 160 с.

Основы аналитической химии. Учебник для вузов. В 2-х кн. Под ред. Ю.А. Золотова. М.: Высш. шк., 2004.

Вершинин В.И., Власова И.В., Никифорова И.А. Аналитическая химия. М.: Академия, 2011.

Реутов О.А., Курц А.Л., Бутин К.П. Органическая химия, в 4-х т., М.: «БИНОМ», 2007.

Шабаров Ю. С. Органическая химия. — М.: Химия, 2000.

Юровская, М.А. Основы органической химии [Электронный ресурс] : учебное пособие /М.А. Юровская, А.В. Куркин. — Электрон. дан. — СПб: Издательство «Лань», 2015. — 239 с. — Режим доступа: <http://e.lanbook.com/books/element.php?pl1_id=66365>

**Дополнительная литература**

Угай Я.А. Общая и неорганическая химия: Учеб.: 2-е изд., перераб. и доп. М.: Высш. шк., 1997. 528 с. 9 экз.

Борбат В.Ф. Комплексные соединения в химической технологии получения чистых платиновых металлов. Омск, 2007-55 с.

Аналитическая химия. Проблемы и подходы. Под ред. Р.Кельнера, Ж.Р.Мерме, М.Отто, Г.М. Видмера. В 2 т. М.: Мир. 2004.

Вершинин В.И., Власова И.В., Никифорова И.А. Основы аналитической химии. Омск: ОмГУ. 2007.

Вершинин В.И., Перцев Н.В. Планирование и математическая обработка результатов химического эксперимента. Омск: ОмГУ, 2005.

Золотов Ю.А., Вершинин В.И. История и методология аналитической химии. М.: Академия, 2007.

Днепровский А.С., Темникова Т. И., Теоретические основы органической химии, Л.: «Химия», 1991.

Органикум, в 2-х томах, М.: «Мир», «БИНОМ», 2008.

**Критерии оценок**

Максимальная оценка за ответы на вопросы билета – 100 баллов, в т.ч.: 20 баллов за ответ на первый вопрос, по 40 баллов за второй и третий вопросы.

Учитываются такие критерии, как полнота и правильность ответа на вопросы экзаменационного билета, логичное изложение и структурирование материала.

Основаниями для снижения оценки являются: фактические ошибки и (или) неточности в ответе абитуриента, искажение смысла излагаемых теоретических положений (научных концепций), пропуск абитуриентом существенной части программного материала по соответствующему вопросу, нарушение логики изложения материала, стилистические погрешности и т.д.

Ответ на каждый вопрос экзаменационного билета оценивается отдельно каждым членом комиссии, затем их оценки усредняются.

**Образец контрольно-измерительных материалов**

**Билет 1**

1. Стандартные редокс-потенциалы. Направление редокс-процесса в растворе, предсказание этого направления с помощью потенциалов.
2. Реакции комплексообразования в титриметрии. Применение полидентатных лигандов в качестве титрантов. Способы установления конечной точки титрования (к.т.т.) в комплексонометрии. Металлохромные индикаторы.
3. Амины. Электронное и пространственное строение. Взаимодействие аминов с электрофильными реагентами: образование солей, алкилирование, ацилирование, взаимодействие с азотистой кислотой.