



МИНОБРНАУКИ РОССИИ

Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение  
высшего образования

«МИРЭА — Российский технологический университет»

**РТУ МИРЭА**

Система менеджмента качества обучения

**УТВЕРЖДАЮ**

Заместитель председателя  
приёмной комиссии,

Советник по УМР  В.Л. Панков

27 октября 2021 г.

**ПРОГРАММА ВСТУПИТЕЛЬНОГО ИСПЫТАНИЯ  
ПО ХИМИИ ДЛЯ ПОСТУПАЮЩИХ В МАГИСТРАТУРУ**

Программа

**СМКО МИРЭА 8.5.1/03.Пр.80-21**



Система менеджмента качества  
ISO 9001

- Клиентоориентированность
- удовлетворённость клиента
- непрерывное совершенствование
- действенность системы /  
действенность процесса

ID 15 100 1910486

www.tuev-thueringen.de

Москва 2021

## 1. Цель вступительного испытания

Целью вступительного испытания по Химии является оценка уровня освоения лицами, поступающими на первый курс для обучения по программам магистратуры, дисциплин химической направленности в объёме программы бакалавриата по направлениям 04.04.01, 18.04.01, 19.04.01, 20.04.01, 33.04.01.

## 2. Форма и продолжительность проведения вступительного испытания

Вступительное испытание по химии проводится в форме письменного экзамена (включающего тестовую часть).

Продолжительность вступительного испытания по химии составляет 2,5 (два с половиной) астрономических часа (150 минут).

## 3. Критерии оценивания

Результаты вступительного испытания по химии оцениваются по 100 бальной шкале.

В структуру билета входят:

1. Тест по общей и неорганической химии, включающий комплексную задачу, оценивается максимально в 30 баллов. Тест содержит 10 вопросов (за каждый правильный ответ – 2 балла) и одну комплексную задачу (правильный ответ – 2 балла, правильное решение задачи – 8 баллов).

2. Тест по практической части (физическая химия, общая химическая технология), включающий расчетную задачу, оценивается максимально в 30 баллов. Тест содержит 5 вопросов (за каждый правильный ответ – 4 балла) и одну расчетную задачу (правильный ответ – 2 балла, правильное решение задачи – 8 баллов).

3. Вариативный теоретический вопрос в письменной форме, состоящий из нескольких составных частей, каждая из которых оценивается от 2 до 10 баллов за правильный ответ. Максимальная общая оценка – 40 баллов.

#### 4. Перечень принадлежностей

Экзаменуемый имеет право иметь при себе и пользоваться калькулятором и Периодической таблицей Д. И. Менделеева.

#### 5. Содержание разделов вступительного испытания

Содержание вступительного испытания по химии определяется Федеральными государственными образовательными стандартами высшего образования (уровень бакалавриата) по УГСН 04.00.00, 18.00.00, 19.00.00, 20.00.00, 33.00.00.

##### I. Общая и неорганическая химия

Основные понятия химии. Химические превращения. Закон сохранения массы и энергии. Закон постоянства состава. Стехиометрия. Строение электронных оболочек атомов. Квантовые числа. Атомные орбитали. Электронные конфигурации атомов. Принцип Паули, правило Хунда, правило Клечковского. Потенциал ионизации, сродство к электрону, электроотрицательность. Периодический закон Д. И. Менделеева и его обоснование с точки зрения электронного строения атомов. Периодическая система элементов. Периодичность: вертикальная, горизонтальная, диагональная. Типы химических связей: ковалентная, ионная, металлическая. Донорно-акцепторный механизм образования ковалентной связи. Кратные связи. Энергия связи. Валентность и степень окисления. Модель гибридизации орбиталей. Связь электронной структуры молекул с их геометрическим строением. Понятие о молекулярных орбиталях. Структурные формулы. Растворы. Межмолекулярные взаимодействия в растворах. Растворимость веществ и ее зависимость от температуры и природы растворителя. Способы выражения концентрации растворов: массовая доля, мольная доля, молярная концентрация, объемная доля. Электролиты. Растворы электролитов. Электролитическая диссоциация кислот,

оснований и солей. Константа диссоциации. Степень диссоциации. Сильные и слабые электролиты. Закон разбавления Оствальда. Ионное произведение воды. Водородный показатель. Гидролиз солей. Ионные уравнения реакций. Малорастворимые электролиты. Окислительно-восстановительные реакции в растворах. Стандартные потенциалы окислительно-восстановительных реакций. Ряд стандартных электродных потенциалов. Классификация и номенклатура химических веществ. Простые вещества, аллотропия. Сложные вещества. Основные классы неорганических веществ: оксиды, основания, кислоты, соли. Комплексные соединения. Теория строения органических соединений. Классификация органических соединений и генетическая связь между ними. Номенклатура. Изомерия. Электронные смещения в органических молекулах: понятие об индуктивном и мезомерном эффектах. Понятие о механизмах химических реакций. Химические свойства классов органических соединений. Закономерности изменения физических и химических свойств в гомологических рядах.

## **II. Практическая часть**

Агрегатные состояния вещества. Газы. Уравнение Клапейрона-Менделеева. Закон Авогадро. Мольный объем. Жидкости. Твердые тела. Кристаллическая структура. Основные понятия и законы термодинамики. Термодинамические функции. Направление протекания химических процессов. Термодинамика химического равновесия. Закон действующих масс. Константа равновесия, степень превращения. Смещение химического равновесия. Влияние температуры и давления на химическое равновесие. Равновесие в гетерогенных системах. Понятие фазы, компонента, числа степеней свободы. Химические потенциалы и условия равновесия в гетерогенных системах. Правило фаз Гиббса для открытых систем, содержащих химически инертные вещества. Равновесие в системах жидкость-пар и твердое тело-жидкость. Тепловые эффекты химических

реакций. Термохимические уравнения. Теплоты образования и сгорания химических соединений. Закон Гесса и следствия из него. Уравнение Кирхгофа. Химическая кинетика. Основные понятия и основные задачи химической кинетики. Скорость химической реакции. Кинетика простых и сложных гомогенных процессов, константа скорости и порядок реакции. Влияние температуры и концентрации реагирующих веществ на скорость химической реакции. Энергия активации. Катализ и катализаторы. Примеры каталитических процессов. Основные понятия, принципиальный механизм каталитического действия. Общие положения общей химической технологии. Физико-химическая концепция химико-технологических процессов.

### **III. Вариативная часть**

1) Титриметрические методы анализа. Физико-химические методы анализа. Молекулярно-абсорбционный анализ в УФ, видимой и ИК областях спектра. Люминесцентный анализ и его теоретические основы. Электрохимические методы анализа: потенциометрия, вольтамперометрия, кулонометрия. Комплексные соединения. Основные понятия координационной теории А. Вернера. Поведение комплексных соединений в растворах. Типы комплексных соединений. Химическая связь и строение комплексных соединений. Элементы IA–VII A и IB–VIII B групп. Простые вещества, важнейшие кислородные и водородные (для элементов IIIA–VIIA групп) соединения, соли и комплексные соединения. Строение соединений, методы получения и свойства. Фундаментальные особенности ультрадисперсного (коллоидного) состояния вещества. Адсорбция на твердой поверхности из газообразной и жидкой фазы. Поверхностно-активные (ПАВ), инактивные и неактивные вещества. Когезия и адгезия. Коллоидные поверхностно-активные вещества. Анионные, катионные, неионные ПАВ. Свойства водных растворов ПАВ. Мицеллообразование и солюбилизация.

Строение мицелл. Критическая концентрация мицеллообразования (ККМ), методы ее определения. Понятие о гидрофильно-липофильном балансе (ГЛБ) молекул ПАВ. Двойной электрический слой, дзета-потенциал. Электрокинетические явления. Влияние индифферентных и неиндифферентных электролитов на строение ДЭС. Перезарядка поверхности. Изоэлектрическая точка.

2) Строение, классификация и номенклатура природных аминокислот. Стереохимия аминокислот. Рацемизация аминокислот. Физико-химические свойства аминокислот. Химическая модификация аминокислот по функциональным группам. Структурная организация белковых молекул, пептидная связь и ее особенности. Основные этапы исследования белков; выделение и очистка белков. Определение аминокислотного состава пептидов и белков. Методы определения N- и C-концевых аминокислот. Силы, стабилизирующие пространственную структуры белков; установление наличия дисульфидных связей в белках. Ферментативные и химические методы фрагментации полипептидных цепей. Денатурация и ренатурация белков.

Химическое строение и номенклатура нуклеиновых кислот (НК). Нуклеозиды и нуклеотиды, их строение и номенклатура. Химическая модификация нуклеозидов по гетероциклическим основаниям и углеводным фрагментам. Гидролиз гликозидных связей. Нуклеотидная связь. Природные нуклеотиды. Свойства и реакции нуклеотидов. Особенности пространственной структуры РНК и ДНК. Макроструктура ДНК (модель Уотсона-Крика). Факторы, стабилизирующие двойную спираль ДНК. Биологические функции ДНК. Методы определения первичной структуры нуклеиновых кислот. Ферментативные методы фрагментации нуклеиновых кислот. Строение и классификация природных липидов. Компоненты, входящие в состав липидов. Физико-химические свойства липидов. Структурный анализ липидов с помощью химических и химико-

ферментативных методов. Биологическая роль липидов. Принципы организации биологических мембран. Строение и классификация углеводов. Особенности природных моносахаридов: строение, стереохимия, D- и L-ряды, таутомерия в растворах. Химические свойства моносахаридов. Биологическая роль углеводов. Олигосахариды и полисахариды, их биологические функции. Структура и свойства гликопротеинов и протеогликанов.

3) Термодинамика гетерогенных систем. Основные законы фазового равновесия. Понятие компонента. Химические потенциалы и условия равновесия в гетерогенных системах. Правило фаз Гиббса для открытых систем, содержащих химически инертные вещества. Равновесие в системах жидкость-пар. Типы бинарных и тройных азеотропов (в зависимости от соотношения температур кипения (давления) компонентов и азеотропов; наличия одной или двух жидких фаз). Законы Коновалова. Правило Вревского (влияние давления (температуры) на состав азеотропа). Типы диаграмм жидкость – жидкость трехкомпонентных систем. Определение хода линий дистилляции в трехкомпонентных системах. Массообменные процессы в технологии основного органического и нефтехимического синтеза. Процессы перегонки (дистилляция, ректификация). Понятие процесса. Движущая сила процесса. Определение возможных наборов продуктов разделения при разделении зеотропных и азеотропных смесей. Принцип работы ректификационной колонны. Материальный и тепловой баланс колонны. Статические параметры работы колонны непрерывного действия и их взаимосвязь. Специальные методы ректификационного разделения. Абсорбция, экстракция. Равновесия в системах газ-жидкость и жидкость – жидкость. Требования к абсорбентам и экстрагентам.

4) Классификация полимеров в зависимости от происхождения, химического состава и строения основной цепи. Молекулярные массы и

молекулярно-массовые распределения (ММР) полимеров. Методы измерения молекулярных масс, их особенности и ограничения. Конфигурация и конформация макромолекул, количественные характеристики гибкости макромолекул. Макромолекулы в растворах, фазовые диаграммы систем полимер-растворитель. Агрегатные, фазовые и физические состояния полимеров. Аморфные и кристаллические полимеры. Основные виды цепной полимеризации, их сходство и различие. Радикальная полимеризация, элементарные стадии радикальной полимеризации. Общая характеристика процессов ионной полимеризации и их отличия от радикальной полимеризации. Поликонденсация. Основные отличия поликонденсации от цепной полимеризации.

Основные физико-механические свойства полимеров. Три физических состояния полимеров (высокоэластическое, стеклообразное и вязко-текучее состояние). Термомеханическая кривая полимеров. Зависимость свойств полимеров от температуры. Основные виды деформаций полимеров. Термодеструкция и термостабильность полимеров. Релаксационные свойства полимеров. Прочностные свойства полимеров. Температура стеклования и температура текучести полимеров. Влияние молекулярной массы и молекулярно-массового распределения полимеров на перерабатываемость и деформационно-прочностные показатели полимерных материалов. Наполнение полимеров, влияние формы и размера частиц на реологические и механические свойства полимерных материалов, виды наполнителей для полимерных материалов. Пластификация полимеров, механизмы пластификации, ее влияние на свойства полимерных материалов, оценка совместимости пластификатора с полимером. Стабилизаторы полимерных материалов, их классификация. Виды старения. Защитное действие противостарителей. Полимеры на основе бутадиена и стирола, особенности их структуры, свойства и применение. Классификация полимерных материалов по принципу целевого использования. Основные типы полимерных материалов и их

особенности: каучуки, пластмассы, волокна, композиционные материалы. Формирование трехмерных пространственных структур (кинетика отверждения, кинетика вулканизации, радиационное сшивание). Технические способы вулканизации и отверждения. Основные технологические параметры процесса вулканизации и отверждения. Смеси полимеров и их применение.

5) Понятие «редкий элемент» и «редкий металл», классификация элементов. Распространенность в земной коре, кларк и коэффициент концентрирования, масштабы получения, роль редких элементов в современной технике. Сырьевые источники редких элементов, их виды и особенности. Принципиальная блок-схема переработки редкоэлементного сырья. Блоки принципиальной схемы и операции, которые в них используются, связь с особенностями сырья. Химическая технология редких элементов (литий, титан, цирконий, гафний, ванадий, тантал, ниобий). Методы разложения, методы получения металлов, методы очистки и разделения близких по свойствам элементов.

## 6. Рекомендуемая литература

1. Гринвуд Н. Н. Химия элементов: в 2 т. / Н. Н. Гринвуд, А. Эрншо. — М.: Бином, 2008.
2. Аналитическая химия и физико-химические методы анализа. В 2 т. / [Ю. М. Глубоков и др.]; под ред. А. А. Ищенко. — 3-е изд., стер. — М.: Издательский центр «Академия», 2014.
3. Даниэльс Ф., Олберти Р. Физическая химия. - М.: Мир, 1978.
4. Кукушкин Ю. Н. Химия координационных соединений. — М.: Высшая школа, 1985.
5. Фролов Ю. Г. Курс коллоидной химии. Поверхностные явления и дисперсные системы. М.: Химия, 1987.

6. Тимофеев В. С., Серафимов Л. А., Тимошенко А. В. Принципы технологии основного органического и нефтехимического синтеза. Учебное пособие для вузов – М.: Высшая школа, 2010.
7. Процессы и аппараты химической технологии. Общий курс. Айнштейн В. Г., Захаров М. К., Носов Г. А., и др. - 8-е изд. – СПб.: Лань., 2019.
8. Раева В. М. Фазовые равновесия бинарных систем. Учебное пособие для вузов. – РТУ МИРЭА, 2018.
9. Кулезнев В. Н., Шершнева В. А. Химия и физика полимеров – СПб.: Лань, 2014, 368 с.
10. Власов С. В., Кандырин Л. Б., Кулезнев В. Н. и др. Основы технологии переработки пластмасс. Учебное пособие для ВУЗов – М.: 2004, 596 с.
11. Корнев А. Е., Буканов А. М., Шевердяев О. Н. Технология эластомерных материалов, Москва, МГОУ, 2001, 472 с.
12. Киреев В. В. Высокомолекулярные соединения. — М.: ИД ЮРАЙТ, 2013, 602 с.
13. Дробот Д. В. Избранные главы ХитРРЭ. Химия и технология циркония и гафния. Учебное пособие /Д. В. Дробот, Е. И. Лысакова, А. М. Резник. – ИПЦ МИТХТ им. М. В. Ломоносова, 2014.
14. Дробот Д. В. Избранные главы ХитРРЭ. Химия и технология титана. Учебное пособие / Д. В. Дробот, Е. И. Лысакова, А. М. Резник. – ИПЦ МИТХТ им. М. В. Ломоносова, 2015.
15. Дробот Д. В. Избранные главы химии и технологии редких элементов. Редкоземельные элементы. Учебное пособие /Д. В. Дробот, Е. И. Лысакова, А. М. Резник, М. В. Цыганкова. – Московский технологический университет (МИРЭА), 2018.

16. Тюкавкина Н. А., Зурабян Ю. И., Бауков С. Э. Биоорганическая химия. Учебник. – Гэотар-Медиа, 2016, 416 с.
17. Нельсон Д., Кокс М. Основы биохимии Ленинджера (в 3-х томах) Т.1. Основы биохимии, строение и катализ., 2019, 696 с.
18. Кольман Я., Рём К. – Г. Наглядная биохимия. Лаборатория знаний, 2018, 510 с.

Председатель экзаменационной  
комиссии по химии



Е. Е. Никишина