



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**

Программа

СМКО МИРЭА 8.5.1/03.Пр.68-21



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 бакалавриата и (или) специалитета, общеобразовательной дисциплины химия в объёме программы среднего общего образования по направлениям 04.03.01, 18.03.01, 19.03.01, 20.03.01, 22.03.01.

## 2. Форма и продолжительность проведения вступительного испытания

Вступительное испытание по химии проводится в форме письменного экзамена.

Варианты письменного экзамена включают задания в тестовой форме с выбором одного или нескольких правильных ответов, задания на установление соответствия, задания открытой формы и комплексные задачи. К каждому билету прилагаются справочные материалы: Периодическая таблица химических элементов Д. И. Менделеева, таблица растворимости кислот, солей и оснований в воде и ряд активности металлов/ электрохимический ряд напряжений.

Продолжительность вступительного испытания по химии составляет 4 (четыре) астрономических часа (240 минут).

## 3. Критерии оценивания

Билет вступительного испытания по химии содержит 10 вопросов, в том числе две комплексные задачи, которые охватывают все темы курса.

Максимальное количество первичных баллов, которые можно набрать, выполнив все типы заданий — 100.

## 4. Перечень принадлежностей

Экзаменуемый имеет право иметь при себе и пользоваться чистыми листами бумаги, непрограммируемым калькулятором, ручкой, а также

РТУ МИРЭА Программа вступительного испытания по химии	Система менеджмента качества обучения Программа СМКО МИРЭА 8.5.1/03.Пр.68-21	стр.2 из 15
---	--	-------------

следующими справочными материалами: Периодическая таблица химических элементов Д. И. Менделеева, таблица растворимости кислот, солей и оснований в воде и ряд активности металлов/электрохимический ряд напряжений.

## 5. Содержание разделов вступительного испытания

Содержание вступительного испытания по химии определяется Федеральным государственным образовательным стандартом среднего общего образования (базовый и углублённый уровни), утверждённым приказом Минобрнауки России от 17 мая 2012 года № 413.

### 1. Строение вещества

Написание электронных конфигураций ионов и атомов элементов I-V периодов Периодической системы, определение элемента по электронной конфигурации атома и/или иона. Основное и возбужденное состояние атомов. Определение состава ядра по атомному номеру и атомной массе. Расчет относительной молекулярной массы сложного вещества с использованием Периодической системы. Расчет относительной плотности одного газа по-другому. Использование численных значений констант: постоянной Авогадро, молярного объема газа при нормальных условиях, универсальной газовой постоянной. Расчет количества вещества по массе, по количеству структурных единиц, по объему (для газов). Расчет массовой доли элемента в сложном веществе. Электроотрицательность элементов II и III периодов Периодической системы (в сравнении, без численных значений). Изменение электроотрицательности у галогенов и щелочных металлов. Определение типа связи в бинарных соединениях, образованных элементами I - V периодов. Определение типа связи в наиболее часто встречающихся солях. Определение степени окисления элементов по формулам неорганических соединений. Построение формул неорганических соединений с использованием значений степени окисления. Вещества молекулярного и немолекулярного строения. Определение типа кристаллической решетки.

## 2. Химические реакции

Определение типа реакции по предложенному уравнению. Составление уравнений реакций соединения, разложения, замещения, ионного обмена. Составление окислительно-восстановительных реакций с использованием метода электронного баланса. Составление уравнений реакций электролиза расплавов оксидов и галогенидов металлов (на инертных электродах). Составление уравнений реакций электролиза водных растворов солей, оснований, кислот.

Расчет теплового эффекта реакции с использованием известного количества выделившейся теплоты и массы вещества (количества вещества). Определение направления смещения равновесия обратимой реакции при изменении температуры, концентраций веществ, давления (для реакций в газовой фазе). Стехиометрические отношения между реагентами и продуктами реакций. Расчеты изменения концентраций веществ в равновесных системах.

Скорость химической реакции. Зависимость скорости простой реакции от концентрации реагентов. Вычисление средней скорости реакции. Влияние температуры на скорость реакции. Температурный коэффициент скорости реакции.

## 3. Растворы

Расчет массовой доли вещества в растворе, растворимости вещества в растворителе. Расчет объемной доли газа в смеси газов. Расчет средней молярной массы газовой смеси. Расчет молярной концентрации вещества в растворе.

Составление уравнений электролитической диссоциации сильных и слабых электролитов. Степень диссоциации. Понятие о кислотности среды и водородном показателе pH. Составление уравнений реакций, протекающих в водной среде, в ионной форме.

## 4. Основные классы неорганических соединений

Составление уравнений реакций с использованием таблицы растворимости важнейших кислот, оснований и солей.

Реакции оксидов с водой, кислотных оксидов с основаниями, основных оксидов с кислотами, кислотных и основных оксидов между собой.

Реакции оснований с кислотами (реакция нейтрализации), с кислотными оксидами, с солями, реакции разложения оснований.

Реакции кислот с металлами (с выделением водорода), с основными оксидами, с солями.

Амфотерность. Амфотерность соединений алюминия, бериллия, цинка, хрома (III). Реакции амфотерных оксидов и гидроксидов с кислотами и кислотными оксидами, с основаниями и основными оксидами.

Характерные химические свойства солей: средних, кислых, основных, комплексных (на примере гидроксосоединений алюминия, бериллия, цинка, хрома). Гидролиз солей. Гидролиз по аниону, гидролиз по катиону. Полный и взаимный гидролиз. Составление уравнений реакций гидролиза в ионном виде.

Реакции получения оксидов, кислот, оснований, солей.

## **5. Водород и его соединения**

Восстановительные способности. Горение. Реакции с другими неметаллами. Восстановление металлов из оксидов. Окислительные способности. Реакции с активными металлами. Гидриды металлов. Реакции гидридов с водой и кислотами.

Вода. Электролиз водных растворов. Образование кристаллогидратов.

## **6. Галогены и их соединения**

Изменение физических свойств и химической активности в группе галогенов. Вытеснение более активным галогеном менее активного.

Хлор. Взаимодействие с металлами. Взаимодействие с неметаллами. Окисление веществ, имеющих атомы в промежуточных степенях окисления. Хлорная вода. Диспропорционирование в холодном и горячем растворе щелочи.

Галогеноводороды и галогениды. Получение галогенов из галогеноводородов. Взаимодействие твердых хлоридов с концентрированной серной кислотой. Качественная реакция на галогениды.

Кислородосодержащие соединения хлора. Окислительные свойства хлоратов. Разложение бертолетовой соли. Хлорная кислота. Перхлораты.

## **7. Кислород, сера и их соединения**

Кислород. Образование оксидов неметаллов. Окисление щелочных металлов. Окисление других металлов. Горение сложных веществ.

Озон. Получение озона. Окислительные свойства озона.

Пероксид водорода. Реакции с восстановителями. Реакции с окислителями. Диспропорционирование.

Сера. Реакции с металлами. Реакции с неметаллами. Реакции с концентрированными  $\text{H}_2\text{SO}_4$  и  $\text{HNO}_3$  при нагревании.

Сероводород. Горение в избытке и недостатке кислорода. Окисление галогенами. Окисление другими сильными окислителями. Осаждение нерастворимых сульфидов (качественная реакция).

Оксид серы(IV) и сульфиты. Восстановительные свойства. Реакции с перманганатом калия, галогенами и кислородом. Окислительные свойства (реакция с сероводородом).

Серная кислота. Реакции концентрированной кислоты с неактивными металлами. Реакции разбавленной и концентрированной кислоты с активными металлами. Пассивирование при низкой температуре алюминия, железа, хрома; реакции с этими металлами при нагревании. Взаимодействие концентрированной кислоты с неметаллами при нагревании. Взаимодействие с галогеноводородами. Качественная реакция на серную кислоту и ее соли.

## **8. Азот, фосфор и их соединения**

Азот. Образование нитридов. Реакции с кислородом и водородом.

Аммиак. Основные свойства. Взаимодействие с кислотами и солями. Осаждение нерастворимых гидроксидов. Окисление аммиака кислородом с катализатором и без катализатора. Взаимодействие с другими окислителями.

Соли аммония. Взаимодействие со щелочами. Термическое разложение солей, образованных кислотами-окислителями и неокислителями.

Свойства нитридов металлов. Реакции с водой и кислотами.

Оксид азота(II). Реакции с кислородом и хлором.

Азотистая кислота и нитриты. Реакции с восстановителями (восстановление до NO). Реакции с окислителями (перманганатом калия, хлорной водой). Диспропорционирование азотистой кислоты при нагревании. Взаимодействие нитритов с сильными кислотами.

Оксид азота(IV). Окислительные свойства (реакции с фосфором, углеродом). Реакции с холодной и горячей водой (в том числе, в присутствии кислорода), Диспропорционирование в растворе щелочи.

Азотная кислота. Взаимодействие разбавленной и концентрированной кислоты с активными и неактивными металлами. Пассивирование хрома, алюминия и железа на холоде. Взаимодействие с неметаллами — углеродом, серой, фосфором.

Нитраты. Взаимодействие твердых нитратов с серной кислотой. Термическое разложение. Окислительные свойства в кислом и щелочном растворах.

Фосфор. Образование фосфидов при нагревании с металлами. Фосфин и его горение.

Оксид фосфора(V). Восстановление до фосфора. Реакция с водой.

Фосфорные кислоты и фосфаты. Полная и частичная нейтрализация ортофосфорной кислоты.

## **9. Углерод, кремний и их соединения**

Углерод. Окисление кислородом. Образование карбидов алюминия и кальция. Восстановление углеродом оксидов металлов и неметаллов при нагревании. Взаимодействие с концентрированными  $H_2SO_4$  и  $HNO_3$  при нагревании.

Карбиды. Гидролиз карбидов кальция и алюминия.

Оксид углерода(II). Восстановление металлов из оксидов при нагревании. Взаимодействие с водой при высокой температуре. Окисление кислородом.

Оксид углерода(IV). Окислительные свойства (реакция с углеродом, магнием). Кислотные свойства. Реакции со щелочами (в избытке и в недостатке).

Карбонаты. Термическое разложение карбонатов и гидрокарбонатов. Взаимные превращения карбонатов и гидрокарбонатов.

Кремний. Взаимодействие с активными неметаллами. Образование силицидов при нагревании с металлами. Реакция со щелочами.

Оксид кремния(IV). Сплавление со щелочами и карбонатами. Растворение в плавиковой кислоте.

Кремниевая кислота и силикаты. Вытеснение кремниевой кислоты из силикатов действием сильных кислот.

## **10. Металлы, и их соединения**

Реакции замещения между металлами и оксидами или хлоридами в расплаве. Реакции замещения между металлами и растворимыми солями в водном растворе в соответствии с электрохимическим рядом напряжений металлов.

Щелочные металлы. Изменение физических свойств и химической активности в группе щелочных металлов.

Натрий и калий. Реакция с водой. Взаимодействие с неметаллами. Восстановление металлов из оксидов и хлоридов.

Пероксид натрия. Взаимодействие с углекислым газом. Взаимодействие с серной кислотой. Окислительные свойства.

Магний и кальций. Восстановительные свойства. Реакции с  $TiO_2$ ,  $SiO_2$ . Взаимодействие с водой. Реакции, лежащие в основе устранения временной и постоянной жесткости воды.

Алюминий. Взаимодействие с неметаллами. Взаимодействие с водой после снятия защитной пленки. Растворение алюминия в щелочах и кислотах.

Алюмотермия

Оксид алюминия. Образование алюминатов при сплавлении.

РТУ МИРЭА Программа вступительного испытания по химии	Система менеджмента качества обучения Программа СМКО МИРЭА 8.5.1/03.Пр.68-21	стр.8 из 15
---	--	-------------



Гидроксид алюминия. Растворение в кислотах и щелочах. Термическое разложение.

Хром. Степени окисления хрома. Оксиды хрома. Взаимодействие хрома с активными неметаллами. Взаимодействие с разбавленными кислотами.

Соединения хрома(III). Амфотерные свойства оксида и гидроксида. Образование хромитов в растворе и в твердом виде (при сплавлении). Окисление Cr(III) до Cr(VI).

Соединения хрома(VI). Реакция оксида с водой. Переходы хромат  $\leftrightarrow$  дихромат. Восстановление до Cr(III) в кислой и щелочной среде. Термическое разложение дихромата аммония.

Железо. Степени окисления железа. Взаимодействие с кислородом, галогенами и серой. Взаимодействие с парами воды. Особенности взаимодействия с кислотами.

Соединения железа(II). Растворение FeS в кислотах. Окисление гидроксида и солей до Fe(III).

Соединения железа(III). Восстановление солей до Fe(II). Восстановление оксида Fe(III) углеродом и оксидом углерода(II). Обжиг сульфидов железа.

Медь. Степени окисления меди. Окисление меди простыми и сложными веществами. (HNO<sub>3</sub>, H<sub>2</sub>SO<sub>4</sub> конц.)

Соединения меди(II). Восстановление цинком, водородом.

Соединения серебра(I). Реакции серебра с кислотами. Нитрат серебра: термическое разложение, реакции с галогенид-ионами и щелочами. Образование комплексных соединений серебра в аммиачном растворе.

Марганец. Степени окисления. Оксиды.

Перманганат калия. Термическое разложение. Восстановление в кислой (до Mn<sup>2+</sup>), нейтральной (до MnO<sub>2</sub>) и щелочной (до MnO<sub>4</sub><sup>2-</sup>) средах.

## 11. Теоретические положения органической химии

Определение названия органического соединения по его формуле, построение структурной формулы по названию органического вещества.

Построение формул структурных и пространственных (цис-транс) изомеров. Определение принадлежности вещества к определенному гомологическому ряду.

## 12. Углеводороды

Алканы. Изменение физических свойств в гомологическом ряду. Названия алканов и радикалов (до бутила). Номенклатура алканов и галогеналканов. Хлорирование и бромирование алканов. Горение алканов (уравнение реакции в общем виде). Изомеризация алканов на примере бутана. Дегидрирование. Крекинг высших алканов. Крекинг метана. Конверсия метана с водяным паром. Получение алканов по реакции Вюрца. Получение метана из ацетатов и из карбида алюминия.

Циклоалканы. Гидрирование низших циклоалканов. Дегидрирование циклогексана. Реакции замещения (с хлором и бромом). Получение циклоалканов из дигалогеналканов.

Алкены. Номенклатура алкенов. Винил. Реакции присоединения хлора, брома. Реакции присоединения хлороводорода или бромоводорода, гидратация (в соответствии с правилом Марковникова).

Гидрирование. Дегидрирование. Мягкое окисление перманганатом калия в слабощелочной среде. Окисление этилена до ацетальдегида. Полимеризация. Получение алкенов: дегидрогалогенирование галогеналканов, дегалогенирование дигалогеналканов, дегидратация спиртов.

Алкадиены. Сопряженные и несопряженные диены. 1,4-присоединение брома к бутадиену-1,3. Полимеризация бутадиена-1,3 и изопрена (2-метил-бутадиена-1,3). Получение бутадиена из этанола и из бутана.

Алкины. Номенклатура алкинов. Реакции присоединения хлора и брома. Реакции присоединения хлороводорода, бромоводорода. Гидратация ацетилена с образованием ацетальдегида (в присутствии кислоты и солей ртути). Гидрирование при повышенном давлении в присутствии платины или никеля. Димеризация и тримеризация ацетилена. Получение алкинов:

РТУ МИРЭА Программа вступительного испытания по химии	Система менеджмента качества обучения Программа СМК МИРЭА 8.5.1/03.Пр.68-21	стр.10 из 15
---	---	--------------

дегидрогалогенирование дигалогеналканов, дегидрирование алкенов. Получение ацетилена из метана и из карбида кальция.

Ароматические углеводороды. Строение бензола, толуола, ксилолов, стирола. Нитрование в присутствии серной кислоты при нагревании. Галогенирование в кольцо и в боковую цепь (для гомологов бензола). Реакции присоединения для бензола: гидрирование, хлорирование. Окисление гомологов бензола перманганатом калия в кислой и нейтральной средах. Стирол. Реакции присоединения, характерные для алкенов. Полимеризация и сополимеризация стирола.

Получение ароматических углеводородов: дегидрирование циклогексанов, дегидрирование-циклизация алканов (гептана, гексана). Получение бензола тримеризацией ацетилена. Получение гомологов бензола алкилированием бензола (реакция Фриделя-Крафтса).

### **13. Кислородсодержащие органические соединения**

Спирты. Номенклатура спиртов. Спирты первичные, вторичные, третичные. Спирты одноатомные и многоатомные, алифатические и ароматические. Строение метанола, этанола, этиленгликоля, глицерина, бензилового спирта. Кислотные свойства спиртов (реакция с натрием). Реакция с HCl, HBr.

Межмолекулярная и внутримолекулярная дегидратация. Окисление спиртов до альдегидов (кетонов) и кислот. Особенности многоатомных спиртов. Комплексообразование с гидроксидом меди(II) (без уравнения реакции). Образование тринитрата глицерина.

Получение спиртов гидролизом галогеналканов и гидратацией алкенов. Получение этанола брожением глюкозы. Получение метанола из синтез-газа.

Фенолы. Фенолы одноатомные и многоатомные. Строение фенола. Кислотные свойства фенола (реакции с щелочными металлами и щелочами). Образование пикриновой кислоты (тринитрофенола) Качественные реакции. Взаимодействие фенола с бромной водой. Взаимодействие с хлоридом железа(III) — фиолетовое окрашивание (без уравнения). Вытеснение фенола

из феноксида (фенолята) углекислым газом. Получение фенола из хлорбензола и кумольным способом.

Альдегиды. Кетоны. Номенклатура альдегидов и кетонов. Гидратация альдегидов в водном растворе. Восстановление до спиртов. Окисление формальдегида до  $\text{CO}_2$ . Окисление других альдегидов. Реакция «серебряного зеркала» (качественная реакция на альдегиды). Реакция с гидроксидом меди(II) (качественная реакция на альдегиды). Полимеризация формальдегида. Поликонденсация формальдегида с фенолом (синтез фенолформальдегидной смолы). Получение альдегидов и кетонов. Получение формальдегида окислением метана. Получение ацетальдегида окислением этилена, гидратацией ацетилена. Получение альдегидов окислением спиртов.

Карбоновые кислоты. Карбоновые кислоты: одноосновные и многоосновные; предельные, непредельные, ароматические. Структура и названия карбоновых кислот гомологического ряда: от муравьиной кислоты до  $\text{C}_5$ , а также пальмитиновой и стеариновой; ненасыщенных кислот акриловой, метакриловой, олеиновой, линолевой, линоленовой; ароматических кислот бензойной и терефталевой. Название некоторых кислотных остатков (формиат, ацетат, стеарат, олеат, бензоат).

Общие свойства кислот: реакции с металлами, основными оксидами, основаниями, солями. Реакция этерификации. Радикальное хлорирование карбоновых кислот. Индивидуальные свойства муравьиной кислоты: дегидратация, реакция «серебряного зеркала». Реакции непредельных кислот: присоединение галогенов и галогеноводородов, гидрирование, полимеризация, окисление. Поликонденсация терефталевой кислоты с этиленгликолем (этандиолом-1,2).

Общие способы получения карбоновых кислот окислением альдегидов и спиртов, окислением алканов. Получение уксусной и муравьиной кислот.

Сложные эфиры. Принципы построения названий сложных эфиров. Кислотный гидролиз. Щелочной гидролиз.

#### **14. Азотсодержащие органические соединения**

Амины. Номенклатура. Первичные, вторичные, третичные амины. Основные свойства. Реакции с кислотами. Сравнение основных свойств алифатических и ароматических аминов. Горение аминов. Реакция анилина с бромной водой. Получение аминов восстановлением нитросоединений. Получение аминов действием аммиака на алкилгалогениды, спирты.

Аминокислоты. Изомерия ( $\alpha$ ,  $\beta$ ,  $\gamma$  — аминокислоты). Образование биполярного иона. Кислотные свойства. Основные свойства. Этерификация. Получение  $\alpha$  - аминокислот из  $\alpha$  - хлоркарбоновых кислот. Поликонденсация 6-аминогексановой кислоты (получение капрона).

#### **15. Важнейшие природные соединения**

Жиры. Структура жиров. Кислотный и щелочной гидролиз. Гидрирование жиров, содержащих остатки ненасыщенных кислот.

Углеводы. Классификация углеводов (моносахариды, дисахариды и полисахариды). Классификация моносахаридов (пентозы и гексозы: альдозы и кетозы). Структура глюкозы, рибозы и дезоксирибозы: открытая и циклическая формы ( $\alpha$  и  $\beta$ ). Структура фруктозы (только открытая форма). Свойства глюкозы. Реакция «серебряного зеркала». Реакции с гидроксидом меди(II) на холоде и при нагревании (без уравнений). Восстановление глюкозы до сорбита. Брожение глюкозы: спиртовое, молочнокислое, маслянокислое. Сахароза (только молекулярная формула). Кислотный гидролиз сахарозы. Суммарное уравнение фотосинтеза глюкозы.

Белки. Строение пептидной связи. Гидролиз (на примере ди- и трипептидов).

#### **16. Типовые расчетные задачи**

Вычисление массовой или объемной доли компонента.

Расчет массовой доли вещества в растворе, растворимости вещества в растворителе.

Вычисление относительных плотностей веществ.

Вычисление объема газообразного вещества известной массы или известного количества при нормальных условиях.

Установление молекулярной формулы вещества по массовой доле элементов или по массам продуктов сгорания.

Вычисление массы (объема, количества вещества) одного из участников реакции по известной массе (объему, количеству вещества) другого участника реакции.

То же, с предварительным нахождением, какое из веществ вступает в реакцию полностью.

То же, с учетом выхода продукта реакции в процентах от теоретически возможного.

То же, с учетом массовой доли примесей в реагенте.

Определение состава соли (кислая или средняя) по массам веществ, вступающих в реакцию.

Определение состава двух- или трехкомпонентной смеси по массам веществ, образующихся в ходе одной или нескольких реакций.

Сложные задачи включают в себя две или больше перечисленных типовых задач.

## **17. Типовые качественные задачи**

Идентификация веществ с использованием физических и химических свойств.

Распознавание вещества по совокупности его физических и химических свойств: определение строения органического вещества по его брутто-формуле и совокупности свойств.

Написание уравнений реакций, иллюстрирующих схемы, в которых оговорены все или только отдельные этапы.

Многостадийный синтез органического или неорганического вещества.

Разделение трех-, четырехкомпонентных смесей; выделение компонента в индивидуальном виде из смеси; подтверждение наличия примесей в образцах.

Выявление возможности протекания реакции между веществами в предложенной совокупности веществ.

Составление уравнения окислительно-восстановительных реакций с использованием метода электронного баланса (либо электронно-ионного баланса) или с помощью электронных схем.

Составление формул гомологов и изомеров органических веществ.

## 6. Рекомендуемая литература

1. А. А. Каверина, Н. В. Свириденкова, М. Г. Снастина, С. В. Стаханова. Под редакцией Д. Ю. Добротина. Единый государственный экзамен. Химия. Типовые экзаменационные варианты. (ЕГЭ ФИПИ – школе). – М.: Национальное образование – 2020.
2. В. Н. Доронькин, А. Г. Бережная, В. А. Февралева. Химия. ЕГЭ. Задания высокого уровня сложности. Ростов-на-Дону: Легион. – 2021.
3. В. Н. Доронькин, А. Г. Бережная, В. А. Февралева. Химия. ЕГЭ-2022. Тематический тренинг. Ростов-на-Дону: Легион. – 2021.
4. Н. Е. Кузьменко, В. В. Еремин, В. А. Попков. Начала Химии. Современный курс для поступающих в ВУЗы. – 16-е изд., доп. и перераб. — М.: Лаборатория знаний, 2016.

Председатель экзаменационной  
комиссии по химии

Н. В. Ганина