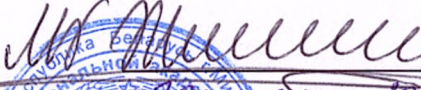



ГОСУДАРСТВЕННОЕ УЧРЕЖДЕНИЕ ОБРАЗОВАНИЯ
«УНИВЕРСИТЕТ НАЦИОНАЛЬНОЙ АКАДЕМИИ НАУК БЕЛАРУСИ»

УТВЕРЖДАЮ

Ректор

 М.Г. Жилинский

~~«30» 07 2026~~
Регистрационный № УД - 0531-26-7

ПРОГРАММА
ВСТУПИТЕЛЬНОГО ИСПЫТАНИЯ
для получения углубленного высшего образования (магистратура)
по специальности 7-06-0531-01 Химия

Минск 2026

СОСТАВИТЕЛИ:

Т.В. Плиско, профессор кафедры естественно-научных дисциплин, доктор химических наук, профессор;

Я.В. Диченко, доцент кафедры естественно-научных дисциплин, кандидат химических наук, доцент

РАССМОТРЕНА И РЕКОМЕНДОВАНА К УТВЕРЖДЕНИЮ:

кафедрой естественно-научных дисциплин
(протокол № 9 от 30.01.2026);

Советом Университета Национальной академии наук Беларуси
(протокол № 6 от 30.01.2026)

I. ПОЯСНИТЕЛЬНАЯ ЗАПИСКА

Программа вступительного испытания по специальности 7-06-0531-01 Химия разработана в соответствии с требованиями к вступительным испытаниям для получения углубленного высшего образования, установленными Министерством образования Республики Беларусь.

Основной *целью* вступительного испытания является комплексная проверка уровня подготовки абитуриентов и выявление склонности поступающих к научно-исследовательской деятельности.

Задачей вступительного испытания является оценка уровня знаний по разделам: «Неорганическая химия», «Органическая химия», «Аналитическая химия: химические методы», «Физическая химия и электрохимия».

Абитуриенты должны *знать*:

– условия и закономерности протекания химических процессов, включая условия равновесия, кинетику и термодинамику фазовых превращений;

– явлений на поверхностях раздела фаз, в электрохимических и дисперсных системах;

– строение атома;

– строение и свойства молекул;

– основные типы химической связи;

– строение и свойства неорганических соединений;

– строение и свойства органических соединений, в том числе высокомолекулярных;

– методы исследования и анализа различных объектов;

уметь:

– применять теоретические фундаментальные знания полученные на первой ступени высшего образования для проведения собственных научных исследований;

– работать с научной и справочной литературой по специальности.

Экзаменуемый должен показать высокий уровень теоретической и практической подготовки, владение специальной терминологией и методами работы с научной литературой.

II. СОДЕРЖАНИЕ УЧЕБНОГО МАТЕРИАЛА

РАЗДЕЛ I. ФИЗИЧЕСКАЯ ХИМИЯ И ЭЛЕКТРОХИМИЯ

Тема 1.1. Химическая термодинамика

Постулаты и законы химической термодинамики. Функции состояния: температура, внутренняя энергия, энтальпия, энтропия, энергия Гиббса. Условия равновесия и критерии самопроизвольного протекания процессов, выраженные через характеристические функции. Энергетика химических реакций, основные законы термохимии и термохимические расчеты, теплоёмкость газов, жидкостей и кристаллов.

Условия равновесия и термодинамика фазовых превращений одно- и многокомпонентных неизолированных систем. Химический потенциал компонента в идеальных и реальных конденсированных и газовых системах, выбор стандартного состояния. Растворимость твердых тел и газов в жидкости, влияние различных факторов на растворимость, произведение растворимости. Типы растворов, их термодинамическая классификация, свойства идеальных растворов. Активность, коэффициент активности и способы их определения. Ограниченная и полная взаимная растворимость компонентов в различных фазовых состояниях. Диаграммы состояния.

Тема 1.2. Дисперсное (коллоидное) состояние вещества

Коллоидное состояние вещества. Особенности свойств дисперсных систем и их классификация. Получение и молекулярно-кинетические свойства дисперсных систем, их устойчивость.

Основы термодинамического описания поверхностных явлений. Поверхностное натяжение, адгезия, смачивание, флотация, капиллярное давление. Адсорбция, уравнения адсорбции, изотерма адсорбции.

Тема 1.3. Химическое равновесие

Условия равновесия систем с химическими реакциями. Константа равновесия и изменение энергии Гиббса химической реакции, их вычисление в идеальных и реальных системах. Смещение химического равновесия, определение направления процесса в системе заданного состава. Влияние температуры и давления на химическое равновесие.

Тема 1.4. Химическая кинетика

Основные понятия химической кинетики: скорость, константа скорости, порядок и молекулярность химической реакции. Основной постулат химической кинетики и его применение к простым и сложным химическим реакциям, кинетические уравнения для реакций различных порядков.

Влияние температуры на скорость химической реакции. Уравнение Аррениуса, понятие об энергии активации и методах ее определения.

Теории химической кинетики: теория активных соударений и теория активированного комплекса. Понятие о поверхности потенциальной

энергии реагирующих частиц. Термодинамический аспект теории активированного комплекса.

Особенности кинетики цепных, фотохимических и топохимических реакций: предельные явления в кинетике цепных реакций, основные законы фотохимии и понятие квантового выхода, механизмы топохимических реакций.

Тема 1.5. Катализ

Понятие о катализе и катализаторах. Гомогенный и гетерогенный катализ. Энергетические профили каталитических реакций. Основы теории гетерогенного катализа. Физико-химические основы технологии производства аммиака, серной и азотной кислот.

Тема 1.6. Равновесие в растворах электролитов

Равновесие в растворах электролитов. Классификация электролитов. Основные положения теории электролитической диссоциации Аррениуса. Основы теории Дебая-Гюккеля, ионная сила раствора и средний ионный коэффициент активности. Современные теории кислот и оснований (Бренстеда-Лоури, Льюиса-Пирсона).

Тема 1.7. Электрохимия

Неравновесные явления в растворах электролитов: диффузия и миграция ионов в растворе. Электропроводность растворов электролитов, кондуктометрия.

Равновесные электродные процессы. Понятие о скачке потенциала на границе раздела фаз. Электрохимический потенциал. Образование и строение двойного электрического слоя. Электрокинетические явления. Уравнение Нернста. Стандартные электродные потенциалы. Классификация электродов и электрохимических цепей. Термодинамика обратимых электрохимических систем. ЭДС гальванического элемента и её измерение. Электрохимическая коррозия металлов.

Тема 1.8. Кинетика электродных процессов

Кинетика электродных процессов, поляризация электродов. Стадии электродного процесса. Плотность тока обмена как мера скорости электродного процесса. Электрохимические процессы в промышленности.

РАЗДЕЛ II. НЕОРГАНИЧЕСКАЯ ХИМИЯ

Тема 4.1. Периодический закон химических элементов

Периодический закон химических элементов как основа химической систематики. Периодичность изменения свойств элементов и образуемых ими соединений.

Тема 4.2. s-Элементы

s-Элементы. Типы химических связей. Образование катионных форм. Химия водных растворов. Оксиды, гидроксиды, соли. Общая характеристика. Особенности химии s-элементов II периода.

Тема 4.3. p-Элементы

p-Элементы. Валентность и степени окисления атомов. Изменение атомных радиусов, энергии ионизации и сродства к электрону по периодам и группам. Образование катионных и анионных форм, комплексообразование. Особенности свойств p-элементов II и V периодов.

Простые вещества, образуемые p-элементами. Аллотропия и полиморфизм. Химические свойства галогенов, кислорода, озона, халькогенов, азота, фосфора, углерода, кремния.

Тема 4.5. d-Элементы

d-Элементы. Валентность и степени окисления атомов. Изменение атомных радиусов и энергий ионизации по группам, периодам. Особенности изменения химических свойств d-элементов по группам и периодам по сравнению с p-элементами. Образование катионных и анионных форм, комплексообразование.

Тема 4.6. Гидриды

Гидриды. Типы гидридов: солеобразные, полимерные, летучие, гидриды внедрения. Типичные примеры и общая характеристика свойств каждой группы гидридов.

Тема 4.7. Оксиды

Оксиды с ионной, молекулярной и полимерной структурой. Нестехиометрические оксиды. Кислотные, основные, амфотерные оксиды. Их отношение к воде, кислотам, щелочам. Окислительно-восстановительные свойства оксидов. Двойные оксиды. Пероксиды.

Тема 4.8. Гидроксиды

Гидроксиды. Типы гидроксидов: гидроксиды с ионной, молекулярной, полимерной структурой. Кислоты, основания и амфотерные гидроксиды. Кислотно-основные свойства гидроксидов s-, p-, d-элементов изменение по периодам и группам, в зависимости от степени окисления элемента.

Тема 4.9. Соли

Соли. Соли кислородсодержащих и бескислородных кислот. Склонность элементов к вхождению в состав солей в катионной и анионной формах в зависимости от химической природы элемента и степени окисления. Простые и комплексные соли. Кристаллогидраты. Гидролиз солей.

Галогениды, их типы и характерные свойства.

Сульфиды. Их свойства.

Карбиды и нитриды, их свойства.

Тема 4.10. Комплексные соединения

Комплексные соединения. Типичные комплексообразователи и лиганды. Пространственная конфигурация комплексных ионов. Особенности диссоциации комплексных соединений в растворе. Карбонилы металлов. Хелатные комплексы. Многоядерные комплексы. π -комплексы. Равновесия комплексообразования. Факторы, определяющие состояние равновесия: природа центрального атома и лиганда, рН, ионная сила, температура. Ионные ассоциаты.

РАЗДЕЛ III. ОРГАНИЧЕСКАЯ ХИМИЯ

Тема 5.1. Состав и строение органических соединений

Состав и строение органических соединений. Изомерия. Номенклатура.

Электронные и пространственные эффекты в органических молекулах. Классификация реагентов и реакций.

Стереохимия соединений с одним асимметрическим атомом. Хиральность. Энантиомеры, рацематы. R, S-номенклатура.

Тема 5.2. Алканы

Углеводороды. Алканы. Конформационная изомерия. Важнейшие свободнорадикальные реакции алканов. Нефть, ее состав и переработка. Особенности строения и химических свойств циклоалканов.

Тема 5.3. Алкены

Алкены, методы синтеза и общие представления о реакционной способности. Присоединение электрофильных реагентов по двойной связи. Правило Марковникова и его интерпретация. Реакции по аллильному положению. Полимеризация алкенов как важный метод получения высокомолекулярных соединений.

Тема 5.4. Алкадиены

Алкадиены. Сопряженные диены, особенности их строения и свойств. Каучуки.

Тема 5.5. Алкины

Алкины. Методы синтеза и важнейшие свойства алкинов. Ацетилен.

Тема 5.6. Ароматические углеводороды

Ароматические углеводороды. Промышленные источники аренов, их химические свойства и применение. Механизм и закономерности реакций электрофильного замещения в ароматическом ядре.

Тема 5.7. Галогенпроизводные углеводородов

Галогенпроизводные углеводородов. Методы получения. Реакции нуклеофильного замещения и элиминирования: влияние строения галогеналкана, природы и концентрации нуклеофила и основания, природы растворителя. Особенности реакционной способности арилгалогенидов. Получение литий- и магнийорганических соединений, их применение в органическом синтезе.

Тема 5.8. Спирты и фенолы

Спирты и фенолы. Методы получения и сравнительная характеристика химических свойств. Этиленгликоль. Глицерин. Фенолформальдегидные смолы. Простые эфиры. Методы синтеза и свойства. Диэтиловый эфир.

Тема 5.9. Альдегиды и кетоны

Альдегиды и кетоны. Методы получения важнейших представителей, их свойства. Енолизация альдегидов и кетонов. Альдольная конденсация и родственные процессы. Реакции альдегидов и кетонов с гетероатомными нуклеофилами. α,β -непредельные карбонильные соединения.

Тема 5.10. Углеводы

Углеводы. Важнейшие представители моносахаридов, их строение и важнейшие свойства. Дисахариды и полисахариды: сахароза, крахмал, целлюлоза.

Тема 5.11. Карбоновые кислоты и их производные

Карбоновые кислоты и их производные: методы синтеза, взаимные превращения. Сложные эфиры. Реакции этерификации и гидролиза сложных эфиров, их механизм. Жиры, их состав. Гидрирование и гидролиз жиров. ПАВ. Непредельные карбоновые кислоты и полимеры на их основе.

Тема 5.12. Гидроксикислоты.

Гидроксикислоты, особенности их пространственного строения. Природные гидроксикислоты.

Тема 5.13. Нитросоединения

Нитросоединения. Способы получения и важнейшие свойства. Продукты восстановления нитросоединений.

Тема 5.14. Амины

Амины. Типы аминов и их свойства. Особенности свойств ароматических аминов. Реакция диазотирования и её значение в органическом синтезе.

Тема 5.15. Аминокислоты

Аминокислоты, их стереохимия, роль в природе. Представление о составе и структуре белков. Синтетические полиамиды и полипептиды.

Тема 5.16. Гетероциклические соединения

Гетероциклические соединения, общие принципы их классификации. Важнейшие пяти- и шестичленные гетероароматические соединения с одним гетероатомом. Особенности их химических свойств.

Тема 5.17. Методы выделения и очистки органических веществ

Методы выделения и очистки органических веществ. Представление об использовании ИК, ПМР, масс-, УФ спектроскопии для установления строения органических соединений.

Тема 5.18. Высокомолекулярные соединения

Принципы получения высокомолекулярных соединений, регулирования состава и структуры макромолекул. Поликонденсация. Синтез, структура, свойства и применение высокомолекулярных соединений, синтезированных путём поликонденсации. Радикальная полимеризация. Катионная полимеризация. Анионная полимеризация. Координационно-ионная полимеризация. Принципы синтеза стереорегулярных полимеров. Синтез, структура, свойства и применение высокомолекулярных соединений, синтезированных путём полимеризации. Полимераналогичные превращения. Деструкция высокомолекулярных соединений. Сшивание высокомолекулярных соединений. Синтез и свойства привитых сополимеров.

Основные различия между свойствами низкомолекулярных и высокомолекулярных соединений. Гибкость макромолекул. Надмолекулярная структура высокомолекулярных соединений. Релаксационные состояния высокомолекулярных соединений: стеклообразное, высокоэластическое, вязкотекучее. Типы деформаций высокомолекулярных соединений.

Термодинамика макромолекул в растворе и его особенности по сравнению с поведением молекул низкомолекулярных веществ.

РАЗДЕЛ IV АНАЛИТИЧЕСКАЯ ХИМИЯ: ХИМИЧЕСКИЕ МЕТОДЫ

Тема 6.1. Аналитическая классификация ионов

Аналитическая классификация ионов и периодическая система химических элементов. Сульфидный, кислотнo-щелочной и аммиачно-фосфатный методы разделения катионов.

Тема 6.2. Экстракционные и сорбционные методы

Экстракционные и сорбционные методы разделения и концентрирования. Факторы, определяющие межфазный перенос компонентов в экстракционных и сорбционных системах.

Тема 6.3. Хроматография

Хроматография. Принципы хроматографического разделения. Параметры хроматограмм. Газовая, жидкостная и сверхкритическая флюидная хроматография. Хромато-масс-спектральный анализ.

Тема 6.4. Титриметрия

Титриметрия. Кислотно-основное, комплексометрическое и электрохимическое титрование. Кривые титрования. Индикаторы.

Тема 6.5. Гравиметрия

Гравиметрия. Варианты гравиметрии: методы осаждения, отгонки, выделения. Термогравиметрия. Реагенты-осадители: минеральные, органические.

Тема 6.6. Электроанализ

Электроанализ: потенциометрия, вольтамперометрия, кулонометрия.

Тема 6.7. Оптические методы анализа

Оптические методы анализа. Атомно-эмиссионный, атомно-абсорбционный и молекулярно-абсорбционный анализ. Реагенты и реакции в фотометрическом анализе. Экстракционно-фотометрический анализ.

Тема 6.8. Радиоактивационный анализ

Радиоактивационный анализ. Масс-спектральный анализ. Рентгеновская фотоэлектрическая спектроскопия. Инфракрасная спектроскопия.

Тема 6.9. Спектральные методы

Спектральные методы анализа и исследования, люминесцентный, ЭПР- и ЯМР-спектроскопия.

Тема 6.10. Рентгеноструктурный анализ

Основы рентгеноструктурного анализа. Дифракция рентгеновских лучей. Определение параметров решетки и симметрии кристалла.

III. ИНФОРМАЦИОННО-МЕТОДИЧЕСКАЯ ЧАСТЬ

Основная литература

1. Елфимов, В. И. Основы общей химии : учеб. пособие / В. И. Елфимов. – 2-е изд. – М. : ИНФРА-М, 2019. – 256 с.
2. Корольков, Д. В. Основы теоретической химии / Д. В. Корольков, Г. А. Скоробогатов. – М. : Изд. центр «Академия», 2004. – 327 с.
3. Некрасов, Б. В. Основы общей химии : в 2 т. / Б. В. Некрасов. – СПб : Лань, 2003. – 2 т.
4. Грибанова, О. В. Общая и неорганическая химия : учеб. пособие / О.В. Грибанова. – Рн/Д: Феникс, 2019. – 416 с.
5. Физическая химия : в 2-х т. / под ред. К. С. Краснова. – М. : Высшая школа, 2001. – 758 с.
6. Неорганическая химия : в 3-х т. / под ред. Ю. Д. Третьякова. – М. : Изд. центр «Академия», 2004. – 3 т.
7. Щукин, Е. Д. Коллоидная химия / Е. Д. Щукин, А. В. Перцов, Е. А. Амелина. – М. : Высш. шк., 2004. – 445 с.
8. Шабаров, Ю. С. Органическая химия / Ю. С. Шабаров. – М. : Химия, 2002. – 288 с.
9. Семчиков, Ю. Д. Высокомолекулярные соединения / Ю. Д. Семчиков. – М. : «Academa», 2006. – 271 с.
10. Золотов, Ю. Л. Основы аналитической химии : в 2 т. / под ред. Ю. Л. Золотова. – 6-е изд., перераб. и доп. – М. : Академия, 2020. – 2 т.
11. Мартынова, Т. В. Неорганическая химия : учеб. пособие / Т. В. Мартынова, И. И. Супоницкая, Ю. С. Агеева. – М. : Инфра-М, 2017. – 720 с.
12. Золотов, Ю. Л. Основы аналитической химии : в 2 т. / Ю.Л. Золотов ; под ред. Ю. Л. Золотова. – 4-е изд., перераб. и доп. – М. : Академия. 2010. – URL: <https://portal.tpu.ru/SHARED/o/OAA/academic/Tab3/> (дата обращения: 29.01.2026).

Дополнительная литература

1. Гаршин, А. П. Общая и неорганическая химия в схемах, рисунках, таблицах, химических реакциях : учеб. пособие / А. П. Гаршин. – СПб. : Питер, 2018. – 128 с.
2. Тюкавкина, Н. А. Биоорганическая химия: учеб. / Н. А. Тюкавкина, Ю. И. Бауков. – М. : Дрофа, 2010. – 481 с.
3. Вшивков, С. А. Фазовые переходы и структура полимерных систем / С. А. Вшивков. – СПб. : Лань, 2022. – 264 с.
4. Вершинин, В. И. Аналитическая химия : учебник / В. И. Вершинин, И. В. Власова, – М. : Академия, 2011. – 226 с.