Национальный исследовательский университет «Высшая школа экономики»

Факультет химии

Образовательная программа бакалавриата Химия

Программа государственного итогового междисциплинарного

экзамена по направлению подготовки 04.03.01 Химия

Разрабочик: Шаповалов С.С.

Утверждено академическим советом ОП Химия,

протокол №2.18-30.1-03-/010924-2 от 01.09.24

# ОБЩИЕ ПОЛОЖЕНИЯ

Настоящая программа предназначена для подготовки студентов образовательной программы бакалавриата к сдаче итогового междисциплинарного государственного экзамена по направлению подготовки 04.03.01 Химия (далее – ИМГЭ) на факультете химии Национального исследовательского университета «Высшая школа экономики», а также членов государственной экзаменационной комиссии (далее – ГЭК).

Программа ИМГЭ разработана в соответствии с Образовательным стандартом НИУ ВШЭ, Положением об организации и проведении государственной итоговой аттестации студентов образовательных программ высшего образования – программ бакалавриата, специалитета и магистратуры Национального исследовательского университета «Высшая школа экономики», Регламентом работы государственной экзаменационной комиссии для проведения государственной итоговой аттестации студентов образовательных программ высшего образования – программ бакалавриата, специалитета и магистратуры Национального исследовательского университета «Высшая школа экономики».

Государственный экзамен проводится в виде междисциплинарного экзамена по дисциплинам химичеческого и естественнонаучного цикла, профессионального цикла. Основная задача государственного экзамена – выявление способности студентов к решению теоретических задач на междисциплинарном уровне. Итоговый государственный междисциплинарный экзамен по направлению подготовки 04.03.01 Химия включает тематику следующих дисциплин:

 • Теоретическая неорганическая химия

 • Химия элементов

 • Органическая химия

 • Основы физической химии

 • Аналитическая химия.

 • Высокомолекулярные соединения

# ЦЕЛЬ И ЗАДАЧИ

Целью ИМГЭ является установление уровня развития и освоения выпускном профессиональных компетенция по направлению подготовки 04.03.01 Химия и качества его подготовки к профессиональной деятельности научно-исследовательского типа.

К задачам проведения междисциплинарного экзамена относятся:

* оценка умения профессионально излагать специальную информацию, научно аргументировать и защищать свою точку зрения;
* выявление степени теоретической и практической подготовленности выпускника к самостоятельному выполнению разнообразных профессиональных задач, установленных образовательным стандартом НИУ ВШЭ;
* оценка знаний фундаментально-теоретического и прикладного характера, знаний и умений, свидетельствующих о профессиональной подготовленности выпускника бакалавриата к работе в сфере фундаментальных и прикладных научных исследований по выбранной специальности.

Пререквизитами является успешное освоение части дисциплин модуля Major (блоки Базовый профессиональный и Вариативный профессиональный, раздел 1. Обязательные дисциплины).

В результате освоения образовательной программы у выпускника бакалавриата должны быть сформированы следующие навыки и компетенции по профилю образовательной программы:

* Способность осуществлять поиск, критический анализ и синтез информации, применять системный подход для решения поставленных задач;
* Способность представлять результаты своей работы в устной и письменной форме в соответствии с нормами и правилами, принятыми в профессиональном сообществе;
* Способность использовать полученные знания теоретических основ неорганической химии и химии элементов, применять методы синтеза, выделения, исследования свойств неорганических веществ;
* Способность использовать полученные знания основ физической химии, выбирать и применять физико-химические методы исследований для решения задач в избранной предметной области;
* Способность применять методологию аналитической химии, использовать основные аналитические методы и применять стандартные аналитические процедуры;
* Способность использовать полученные знания свойств химических элементов, соединений и материалов на их основе для решения задач профессиональной деятельности;
* Способность определять круг задач в рамках поставленной цели и выбирать оптимальные способы их решения, исходя из действующих правовых норм, имеющихся ресурсов и ограничений;
* Способность осуществлять деловую коммуникацию в устной и письменной формах на государственном языке Российской Федерации и иностранном(ых) языке(ах).

# СОДЕРЖАНИЕ

Общая трудоемкость междисциплинарного экзамена составляет 3 з.е., 114 часов, в т.ч. 2 ч. контактной работы.

ИМГЭ проводится на заседании ГЭК в устной форме. Экзаменационный билет включает два теоретических вопроса. Первый вопрос из области предметного исследования по тематике выпускной квалификационной работы. Второй вопрос из списка вопросов, утвержденного академическим советом образовательной программы Химия (см. далее в настоящей программе).

Подготовка выпускника к ИМГЭ основывается на программах учебных дисциплин, рекомендуемых списках литературы, имеющихся методических материалах.

В рамках подготовки к сдаче ИМГЭ проводится консультация с разъяснением порядка проведения экзамена.

# ПОРЯДОК ОЦЕНИВАНИЯ И ЗАЩИТЫ

Студенту даётся 60 минут на подготовку к ответу без перерыва с момента раздачи билетов. Во время экзамена студент может пользоваться только свой ручкой и предоставленной преподавателями бумагой. Наличие у студента в аудитории оргтехники и любых письменных или печатных материалов запрещено, при их обнаружении выставляется оценка 0. По окончании отведенного времени студент устно защищают свой ответ в течение 15-20 минут. Комиссия задает дополнительные вопросы по теме билета.

Задания оцениваются от 0 до 10 баллов в зависимости от полноты и правильности ответов.

Критерии оценивания Оценка экзаменуемому за письменную работу выставляется в соответствии со следующими критериями:

Отлично (8-10 баллов) Экзаменуемый правильно ответил на оба вопроса, обнаружил всестороннее, систематическое и глубокое знание материала, умение свободно выполнять задания, усвоил основную литературу и знаком с дополнительной литературой, рекомендованной данной программой, усвоил основные понятия химии в их значении для приобретаемой профессии.

Хорошо (6-7 баллов) Экзаменуемый правильно ответил на один из вопросов, допустил ошибки при ответе на один из вопросов. Экзаменуемый обнаружил полное знание вопросов химии, показал систематический характер знаний по химии, способен к их самостоятельному пополнению и обновлению в ходе дальнейшей учебной работы и профессиональной деятельности.

Удовлетворительно (4-5 баллов) Экзаменуемый допустил ошибки при ответе на оба вопроса. Экзаменуемый обнаружил знание основ химии в объеме, необходимом для дальнейшей учебы и предстоящей работы по профессии, знаком с основной литературой, рекомендованной данной программой, допустил погрешности в ответе на экзамене и при выполнении экзаменационных заданий, но обладает необходимыми знаниями для их устранения под руководством преподавателя.

Неудовлетворительно (менее 4 баллов) Экзаменуемый не смог ответить на оба вопроса. Экзаменуемый обнаружил значительные пробелы в знаниях основ химии, допустил принципиальные ошибки в выполнении тестовых заданий и не способен продолжить обучение по направлению химии.

ПРИМЕРЫ ОЦЕНОЧНЫЙ СРЕДСТВ

Список вопросов для подготовки к ИМГЭ

1. Обратимость химических реакций. Химическое равновесие. Кинетическое и термодинамическое обоснование. Условия химического равновесия в гомо- и гетерогенных системах. Константа равновесия. Факторы, влияющие на величину константы равновесия. Принцип подвижного равновесия Ле Шателье-Брауна.
2. Фазовые диаграммы двухкомпонентных систем. Основные типы фазовых диаграмм.
3. Теории кислот и оснований. Теории Льюиса и Бренстеда-Лоури. Факторы, влияющие на силу кислот. Сравнение силы С–Н, N–H, O–H кислот. Гидролиз. Реакции катализа кислотами Бренстеда и Льюиса.
4. Коллигативные свойства растворов. Крио­ и эбуллиоскопия. Осмос и осмотическое давление. Термодинамическое обоснование закона Вант­Гоффа. Определение молекулярных масс органических соединений на основании свойств растворов.
5. Теория активных соударений. Активированный комплекс. Поверхность потенциальной энергии. Соотношение энергии активации и энтальпии реакции. Сложные и элементарные реакции, лимитирующая стадия. Последовательные реакции. Промежуточный продукт. Метод квазистационарных концентраций. Цепные реакции.
6. Гомогенный катализ. Кислотно-основной катализ (специфический и общий), механизм реакций и аналитическое описание. Кинетические закономерности ферментативных реакций. Уравнение Михаэлиса–Ментен.
7. Основные типы активных промежуточных частиц в химических реакциях. Методы их обнаружения и способы генерации. Промежуточные частицы в органической химии: карбокатионы, карбанионы, радикалы и карбены. Факторы стабилизации и основные направления превращений. Синтетические применения.
8. Спектроскопия ЯМР. Основы метода. Химические сдвиги, константы спин-спинового взаимодействия, связь со строением молекул.
9. Спектроскопии в видимой и УФ областях. Закон Бугера-Ламберта-Бера. Подготовка образцов. Применение электронных спектров поглощения в качественном, структурном и количественном анализах.
10. Стандартные электродные потенциалы. Уравнение Нернста. Расчет потенциалов химических полуреакций: влияние рН, комплексообразования, образования малорастворимых соединений. Окислительно-восстановительные реакции в органической химии.
11. Спектроскопия ИК и КР в исследования структуры молекул. Правила отбора и интенсивность полос в ИК поглощении и в спектрах КР. Изменение дипольного момента и поляризуемости молекул.
12. Классификация полимеров. Специфические свойства полимеров. Конфигурационная изомерия макромолекул. Молекулярные массы и молекулярно-массовое распределение полимеров. Конформационная изомерия макромолекул.
13. Гибридизация атомных орбиталей и пространственное строение молекул и ионов. Теория молекулярных орбиталей (МО). Энергетическая диаграмма. Связывающие и разрыхляющие МО. Энергетические диаграммы МО двухатомных молекул элементов 2-го периода.
14. Соединения азота. Способы получения, строение и реакционная способность азота и его соединений. Круговорот азота в природе.
15. Соединения серы: строение и их свойства, сульфиды и полисульфиды, SO2, SO3, сульфиты и дитионовые кислоты.
16. Галогены и их соединения: способы получения и свойства. Сопоставление между собой окислительных свойств кислородных соединений галогенов.
17. Оксиды и гидроксиды марганца в различных степенях окисления: строение и свойства. Свойства соединений марганца в окислительно-восстановительных реакциях. Сравнение с аналогичными соединениями рения.
18. Сравнение строения и свойств простых веществ и соединений никеля, палладия и платины. Комплексные соединения Ni2+, Pd2+, Pt2+, Pt4+.
19. Комплексные соединения. Координационные числа элементов различных групп периодической системы. Строение соединений переходных металлов в высших и низших степенях окисления. Изомерия комплексных соединений. Взаимное влияние лигандов во внутренней сфере координационных соединений.
20. Теория кристаллического поля. Расщепление кристаллического поля. Высоко- и низкоспиновые комплексы. Магнитные и спектральные свойства комплексных соединений переходных металлов.
21. Карбонильные комплексы переходных металлов. Способы получения и условия стабильности, геометрия, электронное строение, свойства. Сравнение карбонилов различных металлов между собой.
22. Соединения со связью металл-металл, кластеры. Природа связи, геометрия молекул. Способы получения, химическое поведение.
23. Ароматичность. Правило Хюккеля. Антиароматичность. Конденсированные ароматические углеводороды.
24. Реакции элиминирования. Классификация реакций элиминирования. Стереохимия Е2 элиминирования: син- и анти-процессы.
25. Реакции нуклеофильного замещения (механизмы SN1 и SN2). Кинетика и стереохимия реакций замещения. Влияние строения радикала, уходящей группы исходного субстрата и природы растворителя на скорость реакции. Конкуренция Е1 и SN1, Е2 и SN2 реакций в зависимости от природы субстратов.
26. Реакции электрофильного замещения в ароматическом ряду. Представление о σ- и π-комплексах. Реакции Фриделя-Крафтса, галогенирования, нитрования, сульфирования. Эффекты заместителей, влияние на скорость и региоселективность реакций.
27. Реакции нуклеофильного замещения в ароматическом ряду. Механизм присоединения-отщепления. Активирующее влияние электроноакцепторных заместителей.
28. Реакции электрофильного присоединения к алкенам. Присоединение галогенов, галогеноводородов, воды, оксимеркурирование. Правило Марковникова. Присоединение против правила Марковникова.
29. Кетоны и альдегиды. Кето-енольная таутомерия. Еноляты и их синтетические эквиваленты. Методы получения и реакции. Нуклеофильное присоединение к карбонильной группе.
30. Производные карбоновых кислот. Реакции нуклеофилов с производными карбоновых кислот.
31. Сопряженное присоединение. Конкуренция 1,2-, 1,4-присоединения, ряды активности субстратов. Применение в органическом синтезе.
32. Основы стереохимии. Диастереомеры, энантиомеры. Стереохимия координационных соединений. Хиральность, номенклатура.

# РЕСУРСЫ

Рекомендуемая основная литература

1. Гринвуд Н., Эрншо А. - Химия элементов: в 2 т. (комплект) - Издательство "Лаборатория знаний" (ранее "БИНОМ. Лаборатория знаний") - 2017 - 1348с. - ISBN: 978-5-00101-563-5 - Текст электронный // ЭБС ЛАНЬ - URL: https://e.lanbook.com/book/94157
2. Химия элементов. Т.1: ., Гринвуд, Н., 2015
3. Химия элементов. Т.2: ., Гринвуд, Н., 2015
4. Органическая химия Марча. Реакции, механизмы, строение. Т.1: ., Смит, М., 2020
5. Органическая химия Марча. Реакции, механизмы, строение. Т.2: ., Смит, М., 2020
6. Органическая химия Марча. Реакции, механизмы, строение. Т.3: ., Смит, М., 2020
7. Органическая химия Марча. Реакции, механизмы, строение. Т.4: ., Смит, М., 2020
8. Физические методы исследования в химии. Резонансные и электрооптические методы : учебник для химич. спец. вузов, Вилков, Л. В., 1989
9. Киреев В. В. - ВЫСОКОМОЛЕКУЛЯРНЫЕ СОЕДИНЕНИЯ В 2 Ч. ЧАСТЬ 1. Учебник для вузов - М.:Издательство Юрайт - 2021 - 365с. - ISBN: 978-5-534-03986-3 - Текст электронный // ЭБС ЮРАЙТ - URL: https://urait.ru/book/vysokomolekulyarnye-soedineniya-v-2-ch-chast-1-470444
10. Киреев В. В. - ВЫСОКОМОЛЕКУЛЯРНЫЕ СОЕДИНЕНИЯ В 2 Ч. ЧАСТЬ 1. Учебник для СПО - М.:Издательство Юрайт - 2021 - 365с. - ISBN: 978-5-534-13614-2 - Текст электронный // ЭБС ЮРАЙТ - URL: https://urait.ru/book/vysokomolekulyarnye-soedineniya-v-2-ch-chast-1-477187
11. Киреев В. В. - ВЫСОКОМОЛЕКУЛЯРНЫЕ СОЕДИНЕНИЯ В 2 Ч. ЧАСТЬ 2. Учебник для вузов - М.:Издательство Юрайт - 2021 - 243с. - ISBN: 978-5-534-03988-7 - Текст электронный // ЭБС ЮРАЙТ - URL: https://urait.ru/book/vysokomolekulyarnye-soedineniya-v-2-ch-chast-2-470445
12. Киреев В. В. - ВЫСОКОМОЛЕКУЛЯРНЫЕ СОЕДИНЕНИЯ В 2 Ч. ЧАСТЬ 2. Учебник для СПО - М.:Издательство Юрайт - 2020 - 243с. - ISBN: 978-5-534-13615-9 - Текст электронный // ЭБС ЮРАЙТ - URL: https://urait.ru/book/vysokomolekulyarnye-soedineniya-v-2-ch-chast-2-466106
13. Под ред. Зезина А.Б. - ОРГАНИЧЕСКАЯ ХИМИЯ: ВЫСОКОМОЛЕКУЛЯРНЫЕ СОЕДИНЕНИЯ. Учебник и практикум для СПО - М.:Издательство Юрайт - 2019 - 340с. - ISBN: 978-5-534-10569-8 - Текст электронный // ЭБС ЮРАЙТ - URL: https://urait.ru/book/organicheskaya-himiya-vysokomolekulyarnye-soedineniya-430864
14. Под ред. Зезина А.Б. - ОРГАНИЧЕСКАЯ ХИМИЯ: ВЫСОКОМОЛЕКУЛЯРНЫЕ СОЕДИНЕНИЯ. Учебник и практикум для СПО - М.:Издательство Юрайт - 2020 - 340с. - ISBN: 978-5-534-10569-8 - Текст электронный // ЭБС ЮРАЙТ - URL: https://urait.ru/book/organicheskaya-himiya-vysokomolekulyarnye-soedineniya-456758
15. Под ред. Зезина А.Б. - ОРГАНИЧЕСКАЯ ХИМИЯ: ВЫСОКОМОЛЕКУЛЯРНЫЕ СОЕДИНЕНИЯ. Учебник и практикум для СПО - М.:Издательство Юрайт - 2021 - 340с. - ISBN: 978-5-534-10569-8 - Текст электронный // ЭБС ЮРАЙТ - URL: https://urait.ru/book/organicheskaya-himiya-vysokomolekulyarnye-soedineniya-475845

Рекомендуемая дополнительная литература

1. Никитина Н. Г., Гребенькова В. И. - ОБЩАЯ И НЕОРГАНИЧЕСКАЯ ХИМИЯ В 2 Ч. ЧАСТЬ 2. ХИМИЯ ЭЛЕМЕНТОВ 2-е изд., пер. и доп. Учебник и практикум для прикладного бакалавриата - М.:Издательство Юрайт - 2019 - 322с. - ISBN: 978-5-534-04787-5 - Текст электронный // ЭБС ЮРАЙТ - URL: https://urait.ru/book/obschaya-i-neorganicheskaya-himiya-v-2-ch-chast-2-himiya-elementov-438699
2. Никитина Н. Г., Гребенькова В. И. - ОБЩАЯ И НЕОРГАНИЧЕСКАЯ ХИМИЯ В 2 Ч. ЧАСТЬ 2. ХИМИЯ ЭЛЕМЕНТОВ 2-е изд., пер. и доп. Учебник и практикум для СПО - М.:Издательство Юрайт - 2019 - 322с. - ISBN: 978-5-534-03677-0 - Текст электронный // ЭБС ЮРАЙТ - URL: https://urait.ru/book/obschaya-i-neorganicheskaya-himiya-v-2-ch-chast-2-himiya-elementov-438696
3. Оганесян Э. Т., Попков В. А., Щербакова Л. И., Брель А. К. - ХИМИЯ ЭЛЕМЕНТОВ. Учебник для вузов - М.:Издательство Юрайт - 2019 - 251с. - ISBN: 978-5-9916-9724-8 - Текст электронный // ЭБС ЮРАЙТ - URL: https://urait.ru/book/himiya-elementov-437835
4. Березин Б. Д., Березин Д. Б. - ОРГАНИЧЕСКАЯ ХИМИЯ В 2 Ч. ЧАСТЬ 1 2-е изд. Учебник для вузов - М.:Издательство Юрайт - 2020 - 313с. - ISBN: 978-5-534-03830-9 - Текст электронный // ЭБС ЮРАЙТ - URL: https://urait.ru/book/organicheskaya-himiya-v-2-ch-chast-1-451613
5. Березин Б.Д., Березин Д.Б. - ОРГАНИЧЕСКАЯ ХИМИЯ 2-е изд. Учебное пособие для бакалавров - М.:Издательство Юрайт - 2014 - 767с. - ISBN: 978-5-9916-1584-6 - Текст электронный // ЭБС ЮРАЙТ - URL: https://urait.ru/book/organicheskaya-himiya-380242
6. Грандберг И.И., Нам Н.Л. - Органическая химия: учебник - Издательство "Лань" - 2019 - 608с. - ISBN: 978-5-8114-3901-0 - Текст электронный // ЭБС ЛАНЬ - URL: https://e.lanbook.com/book/121460
7. Введение в курс спектроскопии ЯМР, Гюнтер, Х., 1984
8. Физические методы в химии. Т.1: ., Драго, Р., 1981
9. Физические методы в химии. Т.2: ., Драго, Р., 1981
10. Под ред. Зезина А.Б. - ВЫСОКОМОЛЕКУЛЯРНЫЕ СОЕДИНЕНИЯ. Учебник и практикум для вузов - М.:Издательство Юрайт - 2021 - 340с. - ISBN: 978-5-534-01322-1 - Текст электронный // ЭБС ЮРАЙТ - URL: https://urait.ru/book/vysokomolekulyarnye-soedineniya-469143

Программное обеспечение

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
| **№п/п** | **Наименование**   | **Условия доступа/скачивания** |
| 1 | Microsoft Windows 10  | Из внутренней сети университета (договор) |
| 2 | Microsoft Office Professional Plus 2016 | Из внутренней сети университета (договор) |

Профессиональные базы данных, информационные справочные системы, интернет-ресурсы (электронные образовательные ресурсы)

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
| **№п/п** | **Наименование**  | **Условия доступа/скачивания**  |
| 1 | Российская государственная библиотека. Каталоги | Режим доступа: https://www.rsl.ru/ru/4readers/catalogues/, свободный |
| 2 | Российская национальная библиотека. Каталоги | Режим доступа: http://nlr.ru/poisk/, свободный. |
| 3 | Электронные ресурсы библиотеки НИУ ВШЭ | Режим доступа: https://library.hse.ru/eresources, из внутренней сети университета, либо на основании читательского билета библиотеки университета |
| 4 | Открытое образование | https://openedu.ru/ |

Материально-техническое обеспечение дисциплины

Тип аудиторий: лекционные и семинарские. Оснащение аудиторий: презентационный ноутбук или персональный компьютер, доска, проекционный экран, мультимедийный проектор, столы или парты, стулья, наличиие беспроводного доступа в Интернет по сети Wi-Fi.

# ОСОБЕННОСТИ ОРГАНИЗАЦИИ ОБУЧЕНИЯ ДЛЯ ЛИЦ С ОГРАНИЧЕННЫМИ ВОЗМОЖНОСТЯМИ ЗДОРОВЬЯ И ИНВАЛИДОВ

В случае необходимости, обучающимся из числа лиц с ограниченными возможностями здоровья (по заявлению обучающегося) а для инвалидов также в соответствии с индивидуальной программой реабилитации инвалида, могут предлагаться следующие варианты восприятия учебной информации с учетом их индивидуальных психофизических особенностей, в том числе с применением электронного обучения и дистанционных технологий:

* + 1. для лиц с нарушениями зрения: в печатной форме увеличенным шрифтом; в форме электронного документа; в форме аудиофайла (перевод учебных материалов в аудиоформат); в печатной форме на языке Брайля; индивидуальные консультации с привлечением тифлосурдопереводчика; индивидуальные задания и консультации.
		2. для лиц с нарушениями слуха: в печатной форме; в форме электронного документа; видеоматериалы с субтитрами; индивидуальные консультации с привлечением сурдопереводчика; индивидуальные задания и консультации.
		3. для лиц с нарушениями опорно-двигательного аппарата: в печатной форме; в форме электронного документа; в форме аудиофайла; индивидуальные задания и консультации.