КОНТРОЛЬНЫЙ ЭКЗЕМПЛЯР

Учреждение образования
«Белорусский государственный педагогический университет
имени Максима Танка»

УТВЕРЖДАЮ
Ректор
_____ А.И.Жук
«____» _____ 2025 г.
Регистрационный № УД-_____/уч.
УД-25-03-20-2025/уч.

СОВРЕМЕННЫЕ МЕТОДЫ ПОЛУЧЕНИЯ ВЕЩЕСТВ

Учебная программа учреждения образования по учебной дисциплине для специальности:

6-05-0113-03 Природоведческое образование (биология и химия)

2025 г.

Учебная программа составлена на основе образовательного стандарта высшего образования ОСВО 6-05-0113-03-2023, утвержденного 02.08.2023, регистрационный №225; учебного плана по специальности 6-05-0113-03 Природоведческое образование (биология и химия), утвержденного 23.03.2023., регистрационный № 009-2023/у.

СОСТАВИТЕЛЬ:
Е.Н.Мицкевич, старший преподаватель кафедры химии и методики преподавания химии учреждения образования «Белорусский государственный педагогический университет имени Максима Танка»

РЕЦЕНЗЕНТЫ:
Кафедра физической, коллоидной и аналитической химии УО «Белорусский государственный технологический университет»;
Ж.Э.Мазец, доцент кафедры биологии и методики преподавания биологии УО «Белорусский государственный педагогический университет имени Максима Танка», кандидат биологических наук, доцент.

РЕКОМЕНДОВАНА К УТВЕРЖДЕНИЮ:
Кафедрой химии и методики преподавания химии
(протокол № 2 от 30.09.2025 г.);
Заведующий кафедрой _____ А.Л.Козлова-Козыревская

Научно-методическим советом учреждения образования «Белорусский государственный педагогический университет имени Максима Танка»
(протокол № 1 от 21.10.2025 г.)

Оформление учебной программы и сопровождающих ее материалов соответствует действующим требованиям Министерства образования Республики Беларусь.

Методист
учебно-методического отдела Е.А.Кравченко

Директор библиотеки Н.П.Сятковская

Учреждение образования
«Белорусский государственный педагогический университет
имени Максима Танка»

УТВЕРЖДАЮ
Ректор
_____А.И.Жук
«____»_____2025 г.
Регистрационный № УД-__ ____/уч.

СОВРЕМЕННЫЕ МЕТОДЫ ПОЛУЧЕНИЯ ВЕЩЕСТВ

Учебная программа учреждения образования по учебной дисциплине для специальности:

6-05-0113-03 Природоведческое образование (биология и химия)

2025 г.

Учебная программа составлена на основе образовательного стандарта высшего образования ОСВО 6-05-0113-03-2023, утвержденного 02.08.2023, регистрационный №225; учебного плана по специальности 6-05-0113-03 Природоведческое образование (биология и химия), утвержденного 23.03.2023., регистрационный № 009-2023/у.

СОСТАВИТЕЛЬ:
Е.Н.Мицкевич, старший преподаватель кафедры химии и методики преподавания химии учреждения образования «Белорусский государственный педагогический университет имени Максима Танка»

РЕЦЕНЗЕНТЫ:
Кафедра физической, коллоидной и аналитической химии УО «Белорусский государственный технологический университет»;
Ж.Э.Мазец, доцент кафедры биологии и методики преподавания биологии УО «Белорусский государственный педагогический университет имени Максима Танка», кандидат биологических наук, доцент.

РЕКОМЕНДОВАНА К УТВЕРЖДЕНИЮ:
Кафедрой химии и методики преподавания химии
(протокол № 2 от 30.09.2025 г.);
Заведующий кафедрой _____ А.Л.Козлова-Козыревская

Научно-методическим советом учреждения образования «Белорусский государственный педагогический университет имени Максима Танка»
(протокол № от 14.10.2025 г.)

Оформление учебной программы и сопровождающих ее материалов соответствует действующим требованиям Министерства образования Республики Беларусь.

Методист
учебно-методического отдела Е.А.Кравченко

Директор библиотеки Н.П.Сятковская

ПОЯСНИТЕЛЬНАЯ ЗАПИСКА

Учебная дисциплина «Современные методы получения веществ» предусмотрена образовательным стандартом и учебным планом подготовки студентов по специальности 6-05-0113-03 Природоведческое образование (биология и химия).

Цель и задачи учебной дисциплины

Цель учебной дисциплины – изучение теоретических основ и освоение практических методик применения методов синтеза, разделения, очистки химических соединений, установления их индивидуальности, что позволит будущим педагогам использовать при проведении учебных занятий данные современных научных исследований, а также квалифицированно организовывать учебно-исследовательскую и научно-исследовательскую деятельность учащихся.

Задачи учебной дисциплины:

1. Освоение основных принципов планирования химического синтеза.
2. Овладение основными приемами синтеза, выделения и очистки различных по природе веществ.
3. Формирование навыков самостоятельного планирования и осуществления многостадийных синтезов химических соединений.
4. Формирование представления о современных тенденциях и направлениях получения химических соединений.

Место учебной дисциплины в системе подготовки специалиста с высшим образованием

Учебная дисциплина «Современные методы получения веществ» относится к модулю «Химия органических и неорганических соединений» государственного компонента.

Изучение учебной дисциплины «Современные методы получения веществ» дисциплин в части, посвященной методам получения веществ, базируется на знаниях, полученных при изучении учебных дисциплин «Общая и неорганическая химия», «Органическая химия», «Физическая химия», «Коллоидная химия», в части определения строения и характеристик синтезированных соединений – «Аналитическая химия», «Физико-химические методы исследования».

В результате изучения учебной дисциплины студент должен

знать:

– физико-химические основы протекания химических процессов;

– основные термодинамические и кинетические закономерности протекания химических процессов;

– типологию и методологию химического синтеза;

– методы синтеза основных классов неорганических и органических соединений;

– общие принципы и методы выделения, очистки, идентификации неорганических и органических веществ;

– основные лабораторные приемы, используемые в химическом синтезе;

– правила безопасного поведения в лаборатории и технику безопасности при проведении химического эксперимента;

– назначение и правила пользования основными видами химической посуды;

уметь:

– выбирать наиболее простую и надежную методику из существующих и обосновывать свой выбор;

– создавать лабораторные установки, необходимые для получения неорганических и органических соединений;

– решать типовые расчетные задачи на применение основных закономерностей протекания реакций;

– доказательно обсуждать теоретические и практические проблемы синтеза веществ;

– проводить химический эксперимент по синтезу неорганических и органических соединений и их идентификации при помощи физико-химических методов анализа в рамках лабораторного практикума;

иметь навыки:

- безопасного обращения с химическими реактивами, приборами и лабораторным оборудованием;

- проведения расчетов, определения направленности реакций, выбора оптимальных условий их проведения;

- идентификации веществ по их физико-химическим свойствам и результатам физико-химических методов исследования;

- корректного обращения с физическими величинами, проведения математической обработки результатов химического эксперимента.

Требования к компетенциям

Освоение учебной дисциплины «Современные методы получения веществ» должно обеспечить формирование у обучающихся следующей компетенции:

БПК - 8. Владеть классическими разделами химических дисциплин для осуществления учебно-исследовательской деятельности.

Всего на изучение учебной дисциплины «Современные методы получения веществ» отведено:

– для очной (дневной) формы получения высшего образования 108 часов, из них аудиторных 58 часов. Распределение часов по видам занятий: лекции 16 часов, практические занятия – 12 часов, семинарские занятия – 10 часов, лабораторные занятия – 20 часов.

Самостоятельная (внеаудиторная) работа студентов составляет 50 часов.

Трудоемкость учебной дисциплины составляет 3 зачетные единицы.

Промежуточная аттестация проводится в соответствии с учебным планом по специальности в форме – экзамена в 6 семестре.

РАСПРЕДЕЛЕНИЕ БЮДЖЕТА УЧЕБНОГО ВРЕМЕНИ

Название учебной дисциплины	семестр	Количество часов учебных занятий						самостоятельная (внеаудиторная) работа	форма промежуточной аттестации
		всего	аудиторных	лекции	практические	семинарские	лабораторные		
Современные методы получения веществ	6	108	58	16	12	10	20	50	экзамен
Всего часов		108	58	16	12	10	20	50	

СОДЕРЖАНИЕ УЧЕБНОГО МАТЕРИАЛА

Тема 1. Введение в химический синтез

Основные понятия. Место синтеза в общей системе химических знаний. Цели и задачи химического синтеза. Лабораторный, промышленный и природный (абиотический и биологический) химический синтез. Критерии эффективности схемы синтеза: выход, селективность, время, стоимость, экологичность, безопасность и т.д. Предсказание результатов химического синтеза. Термодинамические и кинетические критерии определения направления химической реакции. Термодинамический и кинетический контроль.

Критерии индивидуальности химического вещества. Идентификация веществ по составу и структуре: химические, физические и физико-химические методы определения элементного состава, методы определения химического строения и кристаллической структуры вещества. Идентификация по свойствам: количественные физико-химические и спектральные характеристики индивидуальности вещества, исследование химических свойств и продуктов превращений. Встречный синтез как метод идентификации.

Методы лабораторной техники, выделения и очистки веществ. Очистка и сушка газов. Выделение веществ из раствора: перегонка (дистилляция), кристаллизация, высаливание, экстракция. Методы отделения осадков. Препаративная хроматография: принципы подбора. Высушивание растворителей и продуктов реакции, вещества-осушители и их свойства. Вымораживание. Методы тонкой очистки твердых веществ: сублимация, зонная плавка. Электрохимическое рафинирование металлов. Методы высушивания твердых веществ.

Тема 2. Синтез неорганических веществ

Неорганический синтез в газовой фазе и гетерогенных системах с участием газов. Факторы, которые влияют на направление и скорость реакций с участием газов. Основные представления о технике работы с газами. Синтезы с участием газов: синтез оксидов, галогенидов, гидридов и других бинарных соединений. Понятие о транспортных химических реакциях.

Неорганический синтез в водных растворах. Общие закономерности реакций и типы равновесий в водных растворах. Зависимость окислительно-восстановительных свойств веществ от pH и ее применение в синтезе. Химическое и электрохимическое восстановление металлов в водной среде. Электролиз как метод получения неметаллов. Получение оснований, кислот, и солей: методы, основанные на обменных и окислительно-восстановительных реакциях.

Гидролиз как важный побочный процесс при синтезах в водных растворах, способы его подавления. Методы синтеза, основанные на

гидролизе. Ионообменные смолы и их применение в синтезе кислот, оснований и солей.

Неорганический синтез в неводных растворах, гелях и расплавах. Неводные растворители, используемые в неорганическом синтезе. Синтез неорганических веществ в неводных растворах. Особенности процессов химического синтеза в гелях. Гель-синтез монокристаллов труднорастворимых веществ. Термодинамические и кинетические особенности протекания реакций в расплавах. Синтез металлов, неметаллов, бинарных и многоэлементных веществ в расплавах. Получение аморфных фаз. Особенности техники работы при электролизе расплавов.

Тема 3. Синтез координационных соединений

Классификация методов синтеза. Устойчивость координационных соединений в растворах. Стабилизация неустойчивых степеней окисления за счет координации. Реакции замещения лигандов, окисление и восстановление комплексообразователей и лигандов. Термические превращения координационных соединений. Понятие о темплатном синтезе.

Тема 4. Методология синтеза органических веществ

Общие закономерности органического синтеза. Механизмы разрыва и образования химической связи: гомолитический, гетеролитический, перициклический. Типы реагентов: радикалы, нуклеофилы, электрофилы. Карбены и их аналоги.

Понятия «органическая реакция» и «синтетический метод». Требования к синтетическому методу: общий характер, селективность, препаративное удобство. Виды селективности: субстрато- и продуктоселективность; хемо-, регио-, диастерео- и энантиоселективность.

Стратегия и тактика органического синтеза. Линейный и конвергентный подход. Этапы органического синтеза: планирование сборки целевой структуры, построение углеродного скелета, введение и трансформация функциональных групп. Уровни окисления, изогипсические и неизогипсические трансформации. Защита функциональных групп, требования к соответствующим группам и реагентам.

Ретросинтетический анализ. Понятия «трансформ», «ретрон», «синтон», «синтетический эквивалент». Выбор стратегической связи (связей) при ретросинтетическом анализе. Критерии отбора синтетических эквивалентов. Важнейшие одно-, двух- и трехуглеродные синтоны, соответствующие им синтетические эквиваленты. Понятие о компьютерном планировании органического синтеза. Молекулярный дизайн. Структурно- и функционально-ориентированный дизайн.

Тема 5. Методы построения углеродного скелета

Методы образования углерод-углеродной связи.

Радикалы и их синтетические эквиваленты. Факторы, способствующие стабилизации свободных радикалов. Вещества-инициаторы радикальных реакций. Димеризация радикальных интермедиатов как синтетический метод. Присоединение алкильных и ацильных радикалов по кратным связям. Кетильные радикалы в органическом синтезе.

Карбкатионы и их синтетические эквиваленты. Методы генерации карбкатионов. Ацилий-катионы. Соли диазония и их применение в синтезе. Реакции карбкатионов по кратным связям и ароматическим системам.

Карбанионы и их синтетические эквиваленты – металлорганические реагенты: литийорганические соединения, реактивы Гриньяра, купратные реагенты, органические производные d-металлов. Реакции ацетиленидов металлов. Образование углерод-углеродной связи при катализе комплексами палладия.

Карбены и их синтетические эквиваленты. Особенности строения и реакционной способности карбенов. Методы генерации карбенов.

Методы построения карбоциклических систем. Реакция Кулинковича как общий метод построения циклопропановых систем. Методы получения эпоксидов. Методы построения четырехчленных циклов: реакции термического и фотохимического циклоделения. Получение циклопентанов и циклогексанов: внутримолекулярная циклизация карбанионов и их эквивалентов, реакции циклоприсоединения [2+3]. Реакция Дильса-Альдера.

Методы получения важнейших гетероциклических систем: производных пиррола, фурана, тиофена, пиридина, индола. Синтез пиримидинов и пуринов. Понятие о реакциях 1,3-диполярного циклоприсоединения.

Взаимопревращения циклических соединений. Реакции расширения и сужения карбо- и гетероциклов. Реакции рециклизации.

Тема 6. Методы функционализации и перефункционализации

Методы получения алканов, основанные на восстановлении непредельных углеводородов; карбонильных соединений и спиртов. Деструктивные и конструктивно-деструктивные методы синтеза алканов и циклоалканов: декарбоксилирование кислот и их солей, электролиз карбоксилатов и др.

Методы генерации углерод-углеродных кратных связей реакциями элиминирования, восстановления, возобновляемого элиминирования. Хемо-, регио- и стереоселективность элиминирования и восстановления. Методы получения ароматических систем.

Методы введения галогенов. Галогенирование органических соединений: радикальное, электрофильное, нуклеофильное. Реакции присоединения, замещения водорода, галогенов и функциональных групп.

Методы генерации гидроксильной группы: каталитическое окисление алканов и алкиларенов, дигидроксилирование и аллильное окисление алкенов, восстановление карбонильных соединений и производных карбоновых кислот, замещение электроотрицательных групп. Использование

конструктивных реакций в синтезе спиртов. Регио- и стереоселективные введения гидроксогрупп. Защитные группы для гидроксильных функций.

Методы введения нитрогруппы в органические соединения: нитрование углеводородов, нуклеофильное замещение электроотрицательных групп. Амбидентность нитрит-иона. Методы получения аминогрупп: реакции восстановления азотистых соединений, замещение других функциональных групп, нуклеофильное дегидроаминирование, комбинированные методы. Методы кватернизации атомов азота. Защитные группы для первичных, вторичных и третичных аминов. Получение азокрасителей.

Методы получения альдегидов и кетонов: окислительные, восстановительные, основанные на реакциях замещения. Реагенты для хемо- и региоселективного получения карбонильных соединений. Получение карбоновых кислот и их производных: сложных эфиров, ангидридов, хлорангидридов, амидов и т.д. Защита карбонильных и карбоксильных групп.

Тема 7. Актуальные направления и тенденции современного химического синтеза

Современные методы активации химических реакций. Синтез при высоком давлении. Понятие о самораспространяющемся высокотемпературном синтезе. Гидротермальный и ионотермальный синтез и его закономерности. Механохимический (трибохимический) синтез. Синтез при ультразвуковом воздействии (сонохимические реакции). Криохимический синтез. Фото-, лазеро- и радиохимический синтез. Особенности взаимодействия микроволнового излучения с веществом. Микроволновый синтез и области его применения.

Синтез в необычных состояниях вещества и средах. Синтез в мультифазных системах: применение катализаторов межфазного переноса и краун-эфиров. Синтез в коллоидных и жидкокристаллических системах. Сверхкритическое состояние вещества. Применение сверхкритических флюидов в качестве реакционной среды и для экстракции продуктов реакции. Понятие о синтезе в плазме. Химический синтез на твердом носителе.

Понятие о нанотехнологиях.

Принципы «зеленой химии» и их практическое воплощение в современном химическом синтезе. Химические реакции без растворителя. Ионные жидкости и глубокие эвтектики, их применение в синтезе неорганических и органических веществ.

Биотехнологический синтез. Особенности условий химического синтеза в живых организмах. Практическое использование направленного биосинтеза в фармацевтической и пищевой промышленности.

УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКАЯ КАРТА УЧЕБНОЙ ДИСЦИПЛИНЫ «СОВРЕМЕННЫЕ МЕТОДЫ ПОЛУЧЕНИЯ ВЕЩЕСТВ»

Дневная форма получения образования

Номер раздела, темы	Название раздела, темы, вопросов по теме	Количество аудиторных часов				Самостоятельная (внеаудиторная) работа	Методические пособия, средства обучения	Литература	Форма контроля знаний
		лекции	Практические занятия	Семинарские занятия	Лабораторные занятия				
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
	VI семестр								
1	Введение в химический синтез	**2**	**2**	**2**	**4**	**4**			
1.1	Основные понятия. Место синтеза в общей системе химических знаний. Цели и задачи химического синтеза. Лабораторный, промышленный и природный (абиотический и биологический) химический синтез. Критерии эффективности схемы синтеза: выход, селективность, время, стоимость, экологичность, безопасность и т.д. Предсказание результатов химического синтеза. Термодинамические и кинетические критерии определения направления химической реакции. Термодинамический и кинетический контроль. Методы идентификации веществ. Критерии индивидуальности химического вещества. Идентификация по составу и структуре: химические, физические и физико-химические методы определения элементного состава, методы определения химического строения и кристаллической структуры вещества. Идентификация по свойствам: количественные физико-химические и спектральные характеристики индивидуальности вещества, исследование химических свойств и продуктов превращений. Встречный синтез как метод идентификации.	2				2	Мультимедийная презентация, оборудование, необходимое для выполнения лабор. работы	1-3, доп. 1-7	Конспект, устный опрос, практическое задание, защита лабораторной работы

	Методы лабораторной техники выделения и очистки веществ. Очистка и сушка газов. Выделение веществ из раствора: перегонка (дистилляция), кристаллизация, высаливание, экстракция. Методы отделения осадков. Препаративная хроматография: принципы подбора. Высушивание растворителей и продуктов реакции, вещества-осушители и их свойства. Вымораживание. Методы тонкой очистки твердых веществ: сублимация, зонная плавка. Электрохимическое рафинирование металлов. Методы высушивания твердых веществ. **П-1.** Термодинамические и кинетические критерии определения направления химической реакции. **С-1.** Методы идентификации веществ. **ЛР-1.** Очистка ионных соединений методом перекристаллизации		2	2	4	2			
2	Синтез неорганических веществ	**4**	**6**		**4**	**12**			
2.1	Неорганический синтез в газовой фазе и гетерогенных системах с участием газов. Факторы, которые влияют на направление и скорость реакций с участием газов. Основные представления о технике работы с газами. Синтезы в газовой фазе. Гетерогенные синтезы с участием газов: синтез оксидов, галогенидов, гидридов и других бинарных соединений. Понятие о транспортных химических реакциях. **П-2.** Направление и скорость реакций с участием газов.	2	2			6	Мультимедийная презентация	1, 3, доп. 2, 6	Конспект, устный опрос, практическое задание, рейтинговая контрольная работа №1
2.2	Неорганический синтез в растворах и расплавах. Общие закономерности реакций и типы равновесий в водных растворах. Зависимость окислительно-восстановительных свойств веществ от pH и ее применение в синтезе. Химическое и электрохимическое восстановление металлов в водной среде. Электролиз как метод получения неметаллов. Получение оснований, кислот, и солей: методы, основанные на обменных и окислительно-восстановительных реакциях. Гидролиз как важный побочный процесс при синтезах в водных растворах, способы его подавления. Методы синтеза, основанные на гидролизе. Ионообменные смолы и их применение в синтезе кислот, оснований и солей.	2				6	Мультимедийная презентация, оборудование, необходимое для выполнения лабор. работы	1, 3, доп. 2,6	Защита лабораторной работы, конспект, устный опрос, практическое задание, рейтинговая контрольная работа №1

	Неорганический синтез в неводных растворах, гелях и расплавах. Неводные растворители, используемые в неорганическом синтезе. Синтез неорганических веществ в неводных растворах. Особенности процессов химического синтеза в гелях. Гель-синтез монокристаллов труднорастворимых веществ. Термодинамические и кинетические особенности протекания реакций в расплавах. Синтез металлов, неметаллов, бинарных и многоэлементных веществ в расплавах. Получение аморфных фаз. Особенности техники работы при электролизе расплавов. **П-3.** Электрохимические методы синтеза. **П-4.** Методы синтеза, основанные на гидролизе. **ЛР-2.** Синтез соединений в водных растворах, основанный на гидролизе		2 2		4				
3	Синтез координационных соединений	**2**	**2**		**4**	**4**			
3.1	Классификация методов синтеза координационных соединений. Устойчивость координационных соединений в растворах. Стабилизация неустойчивых степеней окисления за счет координации. Реакции замещения лигандов, окисление и восстановление комплексообразователей и лигандов. Термические превращения координационных соединений. Понятие о темплатном синтезе. Экстракция комплексов из водных растворов. **П-5.** Методы синтеза координационных соединений **ЛР-3.** Синтез координационных соединений переходных металлов	2	2		4	4	Мультимедийная презентация, оборудование, необходимое для выполнения лабор. работы	1-3, доп. 1-7	Защита лабораторной работы, конспект, устный опрос Рейтинговая контрольная работа №2
4	Методология синтеза органических веществ	**2**	**2**	**2**		**8**			
4.1	Общие закономерности органического синтеза. Механизмы разрыва и образования химической связи: гомолитический, гетеролитический, перициклический. Типы реагентов: радикалы, нуклеофилы, электрофилы. Карбены и их аналоги. Понятия «органическая реакция» и «синтетический метод». Требования к синтетическому методу: общий характер, селективность, препаративное удобство. Виды селективности: субстрато- и продуктоселективность; хемо-, регио-, диастерео- и энантиоселективность. Стратегия и тактика органического синтеза. Линейный и конвергентный подход. Этапы органического синтеза: планирование	2				4	Мультимедийная презентация	2, 3, доп. 1, 3, 5, 7	Мультимедийная презентация

	сборки целевой структуры, построение углеродного скелета, введение и трансформация функциональных групп. Уровни окисления, изогипсические и неизогипсические трансформации. Защита функциональных групп, требования к соответствующим группам и реагентам. Ретросинтетический анализ. Понятия «трансформ», «ретрон», «синтон», «синтетический эквивалент». Выбор стратегической связи (связей) при ретросинтетическом анализе. Критерии отбора синтетических эквивалентов. Важнейшие одно-, двух- и трехуглеродные синтоны, соответствующие им синтетические эквиваленты. Понятие о компьютерном планировании органического синтеза. Молекулярный дизайн. Структурно- и функционально-ориентированный дизайн. **С-2.** Общие закономерности органического синтеза. **П-6.** Ретросинтетический анализ.		2	2		4			
5	Методы построения углеродного скелета	**2**		**2**		**8**			
5.1	Радикалы и их синтетические эквиваленты. Факторы, способствующие стабилизации свободных радикалов. Вещества-инициаторы радикальных реакций. Димеризация радикальных интермедиатов как синтетический метод. Присоединение алкильных и ацильных радикалов по кратным связям. Кетильные радикалы в органическом синтезе. Карбкатионы и их синтетические эквиваленты. Методы генерации карбкатионов. Ацилий-катионы. Соли диазония и их применение в синтезе. Реакции карбкатионов по кратным связям и ароматическим системам. Карбанионы и их синтетические эквиваленты – металлорганические реагенты: литийорганические соединения, реактивы Гриньяра, купратные реагенты, органические производные d-металлов. Реакции ацетиленидов металлов. Образование углерод-углеродной связи при катализе комплексами палладия. Карбены и их синтетические эквиваленты. Особенности строения и реакционной способности карбенов. Методы генерации карбенов. Методы построения карбоциклических систем. Реакция Кулинковича как общий метод построения циклопропановых систем. Методы получения эпоксидов. Методы построения четырехчленных	2				4 4	Мультимедийная презентация	2, 3, доп. 3, 5, 7	Конспект, устный опрос, практическое задание,

	циклов: реакции термического и фотохимического циклоделения. Получение циклопентанов и циклогексанов: внутримолекулярная циклизация карбанионов и их эквивалентов, реакции циклоприсоединения [2+3]. Реакция Дильса-Альдера. Методы получения важнейших гетероциклических систем: производных пиррола, фурана, тиофена, пиридина, индола. Синтез пиримидинов и пуринов. Понятие о реакциях 1,3-диполярного циклоприсоединения. Взаимопревращения циклических соединений. Реакции расширения и сужения карбо- и гетероциклов. Реакции рециклизации. Методы получения алканов, основанные на восстановлении непредельных углеводородов; карбонильных соединений и спиртов. Деструктивные и конструктивно-деструктивные методы синтеза алканов и циклоалканов: декарбоксилирование кислот и их солей, электролиз карбоксилатов и др. Методы генерации углерод-углеродных кратных связей реакциями элиминирования, восстановления, возобновляемого элиминирования. Хемо-, регио- и стереоселективность элиминирования и восстановления. Методы получения ароматических систем. **С-3.** Методы образования углерод-углеродной связи.			2					
6	Методы функционализации и перефункционализации	**2**		**2**	**4**	**10**			
6.1	Методы введения галогенов. Галогенирование органических соединений: радикальное, электрофильное, нуклеофильное. Реакции присоединения, замещения водорода, галогенов и функциональных групп. Методы генерации гидроксильной группы: каталитическое окисление алканов и алкиларенов, дигидроксилирование и аллильное окисление алкенов, восстановление карбонильных соединений и производных карбоновых кислот, замещение электроотрицательных групп. Использование конструктивных реакций в синтезе спиртов. Регио- и стереоселективные введения гидроксогрупп. Защитные группы для гидроксильных функций. Методы введения нитрогруппы в органические соединения: нитрование углеводородов, нуклеофильное замещение электроотрицательных групп. Амбидентность нитрит-иона. Методы	2				2 2 2	Мультимедийная презентация	2, 3, доп. 3, 5, 7	Рейтинговая контрольная работа №2 Защита лабораторной работы

	получения аминогрупп: реакции восстановления азотистых соединений, замещение других функциональных групп, нуклеофильное дегидроаминирование (реакция Чичибабина), комбинированные методы. Методы кватернизации атомов азота. Защитные группы для первичных, вторичных и третичных Аминов. Методы получения альдегидов и кетонов: окислительные (использование соединений хрома, реакции Пфитцнера-Моффата, Сверна и т.д.), восстановительные, основанные на реакциях замещения. Реагенты для хемо- и региоселективного получения карбонильных соединений. Получение карбоновых кислот и их производных: сложных эфиров, ангидридов, хлорангидридов, амидов, нитрилов и т.д. Защита карбонильных и карбоксильных групп. **С-4.** Методы введения функциональных групп. **ЛР-4.** Синтез сложных эфиров карбоновых кислот			2	4	4			
7	Актуальные направления и тенденции современного химического синтеза	**2**		**2**	**4**	**4**			
7.1	Современные методы активации химических реакций. Синтез при высоком давлении. Понятие о самораспространяющемся высокотемпературном синтезе. Гидротермальный и ионотермальный синтез и его закономерности. Механохимический (трибохимический) синтез. Синтез при ультразвуковом воздействии (сонохимические реакции). Криохимический синтез. Фото-, лазеро- и радиохимический синтез. Особенности взаимодействия микроволнового излучения с веществом. Микроволновый синтез и области его применения. Синтез в необычных состояниях вещества и средах. Синтез в мультифазных системах: применение катализаторов межфазного переноса и краун-эфиров. Синтез в коллоидных и жидкокристаллических системах. Сверхкритическое состояние вещества. Применение сверхкритических флюидов в качестве реакционной среды и для экстракции продуктов реакции. Понятие о синтезе в плазме. Химический синтез на твердом носителе. Понятие о нанотехнологиях. Принципы «зеленой химии» и их практическое воплощение в современном химическом синтезе. Химические реакции без	2				4	Мультимедийная презентация	3, доп. 5,7	Реферат, мультимедийная презентация, защита лабораторной работы

	растворителя. Ионные жидкости и глубокие эвтектики, их применение в синтезе неорганических и органических веществ. Биотехнологический синтез. Особенности условий химического синтеза в живых организмах. Практическое использование направленного биосинтеза в фармацевтической и пищевой промышленности. **С-5.** Современные актуальные направления химического синтеза **ЛР-5.** Синтез неорганических соединений, осуществляемый в несколько стадий (на примере получения солей)			2	4				
Всего по дисциплине 58 аудиторных часов		**16**	**12**	**10**	**20**	**50**	**Экзамен**		

ИНФОРМАЦИОННО-МЕТОДИЧЕСКАЯ ЧАСТЬ

ЛИТЕРАТУРА

Основная литература

1. Елисеев, С. Ю. Общая и неорганическая химия. Введение в эксперимент : практикум для студентов учреждений высш. образования / С. Ю. Елисеев, Е. Н. Мицкевич ; Белорус. гос. пед. ун-т. – Минск : БГПУ, 2020. – 195 с.

2. Органическая химия : практикум / Г. Э. Атрахимович, О. П. Болбас, С. Р. Казюлевич, С. В. Барченко ; Белорус. гос. мед. ун-т. – 11-е изд. – Минск : БГМУ, 2024. – 127 с.

3. Современные методы получения веществ : электрон. учеб.-метод. комплекс для специальности 1-02 04 01 «Биология и химия» / сост. Е.Н. Мицкевич // Репозиторий БГПУ. – URL: http://elib.bspu.by/handle/doc/62055 (дата обращения: 22.09.2025).

Дополнительная литература

1. Лабораторные работы по органической химии : учеб.-метод. пособие для студентов учреждений высш. образования, обучающихся по специальностям 1-31 05 01 «Химия (по направлениям)», 1-31 05 02 «Химия лекарственных соединений», 1-31 05 03 «Химия высоких энергий», 1-31 05 04 «Фундаментальная химия» : в 2 ч. / Н. А. Ильина, А. В. Бекиш, В. Е. Исаков, Ю. А. Коник ; Белорус. гос. ун-т. – Минск : БГУ, 2020. – 2 ч.

2. Неорганический синтез : учеб. пособие для студентов высш. образования по группе специальностей «Химия» / Д. В. Свиридов, Е. И. Василевская, Н. В. Логинова [и др.]. – Минск : Реп. Ин-т высш. шк., 2024. – 310 с.

3. Органическая химия. Практикум : учеб.-метод. пособие / Н. А. Ильина, В. Е. Исаков, Ю. А. Коник [и др.] ; Белорус. гос. ун-т. – Минск : БГУ, 2023. – 119 с.

4. Практикум по органической химии : учеб. пособие / В. И. Теренин, М. В. Ливанцов, Л. И. Ливанцова [и др.]. – 6-е изд. – М. : Лаб. знаний, 2025. – 571 с. – URL: https://e.lanbook.com/book/451589 (дата обращения: 22.09.2025).

5. Смит, В. А. Основы современного органического синтеза : учеб. пособие / В. А. Смит, А. Д. Дильман. – 7-е изд. – М. : Лаб. знаний, 2024. – 753 с. – URL: https://e.lanbook.com/book/458327 (дата обращения: 22.09.2025).

6. Степанова, Н. А. Химический синтез и технология с основами химии окружающей среды : метод. рекомендации к лаб. работам / Н. А. Степанова. – Витебск : Витеб. гос. ун-т, 2016. – 54 с.

4. Титце, Л. Ф. Препаративная органическая химия: реакции и синтезы в практикуме органической химии и научно-исследовательской лаборатории : пер. с.нем. / Л. Титце, Т. Айхер ; под ред. Ю. Е. Алексеева. – М. : Мир, 2013. – 704 с.

МЕТОДИЧЕСКИЕ РЕКОМЕНДАЦИИ ПО ОРГАНИЗАЦИИ САМОСТОЯТЕЛЬНОЙ (ВНЕАУДИТОРНОЙ) РАБОТЫ СТУДЕНТА ПО УЧЕБНОЙ ДИСЦИПЛИНЕ

Целью самостоятельной работы студентов является активизация учебно-познавательной деятельности обучающихся; формирование у обучающихся умений и навыков самостоятельного приобретения, обобщения и практического применения знаний; а также саморазвитие и самосовершенствование.

Самостоятельная работа выполняется по заданию и при методическом руководстве лица из числа профессорско-преподавательского состава (далее – преподаватель) и контролируется на определенном этапе обучения преподавателем.

Самостоятельная работа, как важная составная часть учебного процесса, обеспечивается мотивацией, доступностью и качеством научно-методического и материально-технического обеспечения образовательного процесса, сопровождается системой контроля и способствует усилению практической направленности обучения.

При выполнении самостоятельной работы должны быть созданы условия, при которых обеспечивалась бы активная роль обучающихся в самостоятельном получении знаний и систематическом применении их на практике.

Научно-методическое обеспечение самостоятельной работы по учебной дисциплине включает:

- перечень заданий и контрольных мероприятий самостоятельной работы по учебной дисциплине;
- учебную, справочную, методическую, иную литературу и ее перечень;
- учебно-методические комплексы, в том числе электронные;
- доступ для каждого обучающегося к библиотечным фондам, электронным средствам обучения, электронным информационным ресурсам (локального доступа, удаленного доступа) по учебной дисциплине;
- фонды оценочных средств: типовые задания, контрольные работы, тесты, алгоритмы выполнения заданий, примеры решения задач, тестовые задания для самопроверки и самоконтроля, тематика рефератов, методические разработки по инновационным формам обучения и диагностики компетенций;

Время, отведенное на самостоятельную работу, используется студентами на:

- проработку тем (вопросов), вынесенных на самостоятельное изучение;
- выполнение типовых расчетов;
- решение задач;
- составление алгоритмов, схем;
- выполнение исследовательских и творческих заданий;
- подготовку сообщений, тематических докладов, рефератов, презентаций;
- выполнение практических заданий;

- конспектирование учебной литературы;
- подготовку отчетов;
- составление обзора научной (научно-технической) литературы по заданной теме;
- выполнение патентно-информационного поиска;
- аналитическую обработку текста (аннотирование, реферирование, рецензирование, составление резюме);
- подготовку докладов;
- подготовку презентаций;
- составление тестов;
- составление тематической подборки литературных источников, интернет-источников;

Таким образом, задания для самостоятельной работы по учебной дисциплине рекомендуется делить на три модуля:

- задания, формирующие достаточные знания по изученному учебному материалу на уровне узнавания; -

задания, формирующие компетенции на уровне воспроизведения;

- задания, формирующие компетенции на уровне применения полученных знаний.

Каждый модуль заданий для самостоятельной работы включает в обязательном порядке задачи профессионально-направленного содержания. Контроль самостоятельной работы может осуществляться в виде:

- рейтинговых контрольных работ;
- заданий в тестовой форме;
- устных опросов на аудиторных занятиях;
- разноуровневых задач;
- обсуждения рефератов и презентаций;
- защиты лабораторных работ;
- экзамена.

Требования к выполнению самостоятельной (внеаудиторной) работы студентов по учебной дисциплине «Современные методы получения веществ»
Дневная форма получения образования

№ п/п	Название темы, раздела	Количество часов на СРС	Задание	Форма выполнения
3 курс, 6 семестр				
1	Введение в химический синтез	4	Изучить общие принципы планирования химического синтеза	Письменное выполнение задание
2	Синтез неорганических веществ	12	Охарактеризовать основные группы методов синтеза, выделения и очистки неорганических веществ	Мини-реферат и мультимедийная презентация по теме
3	Синтез координационных соединений	4	Изучить основные методы синтеза координационных соединений	Мини-реферат и мультимедийная презентация по теме
4	Методология синтеза органических веществ	8	Провести ретросинтетический анализ заданного органического вещества	Письменное выполнение задания
5	Методы построения углеродного скелета	8	Изучить основные методы образования углерод-углеродной связи»	Письменное выполнение задания
6	Методы функционализации и перефункционализации	10	Изучить методы введения и удаления функциональных групп	Письменное выполнение задания
7	Актуальные направления и тенденции современного химического синтеза	4	Подготовить доклад – презентацию «Современные методы активации химических реакций»	Мультимедийная презентация
Всего по учебной дисциплине 50 час.				

Перечень используемых средств диагностики результатов учебной деятельности студентов

Для диагностики компетенций студента по учебной дисциплине «Современные методы получения веществ» возможно применение следующего диагностического инструментария:

1. **Устная форма:**
- устный опрос,
- выполнение компетентностно-ориентированных заданий.

2. **Письменная форма:**
- подготовка мультимедийных презентаций,
- заполнение таблиц,
- рейтинговые контрольные работы;
- рефераты.

3. **Устно-письменная форма:**
- отчеты по лабораторным работам с их устной защитой,
- отчеты по аудиторным практическим упражнениям с их устной защитой,
- отчеты по домашним практическим упражнениям с их устной зашитой,
- экзамен.

Для текущего контроля качества усвоения знаний студентами используется следующий диагностический инструментарий:

- **Защита заданий** при выполнении студентами практических работ. Оценка за выполнение заданий включает: правильность и полноту выполнения задания; качество выполнения работы, её оформление; знание теоретического материала с учетом междисциплинарных связей.

- **Защита лабораторных работ** при выполнении их студентами. Оценка за выполнение заданий включает: правильность и полноту выполнения задания; качество выполнения работы, её оформление; знание теоретического материала в рамке тематики работы, знание теоретического материала с учетом междисциплинарных связей.

- **Защита подготовленного студентом реферата**. При оценивании реферата внимание обращается на: соответствие содержания заявленной теме, отсутствие в тексте отступлений от темы; постановку проблемы, корректное изложение смысла основных научных идей, их теоретическое обоснование и объяснение, логичность и последовательность в изложении материала; полное раскрытие темы, самостоятельность суждений и правильность оформления; объём исследованной литературы, способность к работе с литературными источниками, Интернет-ресурсами, справочной и энциклопедической литературой).

Примерные темы рефератов:

1. Физико-химические основы производства серной кислоты;
2. Физико-химические основы производства азотной кислоты;
3. Физико-химические основы производства соды;

4. Физико-химические основы производства аммиака;
5. Физико-химические основы производства минеральных удобрений;
6. Электролиз как способ получения металлов;
7. Влияние процесса гидролиза на получение солей и оснований в водных растворах;
8. Использование окислительно-восстановительных реакций для синтеза;
9. Химические основы пирометаллургических процессов;
10. Химические основы гидрометаллургических процессов;
11. Ретросинтетический анализ: стратегия и тактика;
12. Электролиз как способ рафинирования (очистки) металлов;
13. Сравнительная характеристика процессов электролиза расплавов и растворов солей;
14. Способы построения карбоциклов;
15. Методы построения гетероциклов.
16. Методы определения строения веществ.
17. Микроволновой синтез органических веществ
18. Химические методы синтеза наночастиц

- **Устные опросы.** При оценивании устного ответа внимание обращается на: знание теоретического материала с учетом междисциплинарных связей, умение свободно беседовать; уровень домашней подготовки по теме; способность системно и логично излагать материал; анализировать, формулировать собственную позицию, делать выводы; отвечать на дополнительные вопросы.

- **Защита подготовленной студентом мультимедийной презентации.** Оценка за выполнение мультимедийной презентации включает: соответствие содержания изучаемому учебному материалу; количество слайдов адекватно содержанию; оформлен титульный слайд, текст читается хорошо (выбран нужный размер шрифта); текст на слайде представляет опорный конспект (не перегружен словами); ошибки и опечатки отсутствуют; содержит средства визуализации (иллюстрации, таблицы, схемы и др.), соответствующие содержанию; выдержан единый стиль презентации; цвет фона и шрифта контрастны; при защите оценивается стиль изложения, доказательность, аргументированность, знание предмета и свободное владение текстом.

В соответствии с учебным планом специальности промежуточная аттестация проводится в форме **экзамена.**

Примерные вопросы к экзамену

1. Основные понятия. Место синтеза в общей системе химических знаний. Цели и задачи химического синтеза.
2. Лабораторный, промышленный и природный (абиотический и биологический) химический синтез. Критерии эффективности схемы синтеза: выход, селективность, время, стоимость, экологичность, безопасность и т.д.
3. Предсказание результатов химического синтеза. Термодинамические и кинетические критерии определения направления химической реакции. Термодинамический и кинетический контроль.
4. Химический синтез в неживой природе. Геохимические процессы синтеза минералов. Биологический синтез. Особенности условий химического синтеза в живых организмах. Практическое использование направленного биосинтеза в фармацевтической и пищевой промышленности.
5. Сравнение промышленных и лабораторных методов синтеза. Критерии выбора эффективного промышленного синтетического метода.
6. Методы идентификации веществ. Критерии индивидуальности химического вещества. Идентификация по составу и структуре: химические, физические и физико-химические методы определения элементного состава, методы определения химического строения и кристаллической структуры вещества. Идентификация по свойствам: количественные физико-химические и спектральные характеристики индивидуальности вещества, исследование химических свойств и продуктов превращений. Встречный синтез как метод идентификации.
7. Методы лабораторной техники, выделения и очистки веществ. Очистка и сушка газов. Выделение веществ из раствора: перегонка (дистилляция), кристаллизация, высаливание, экстракция. Методы отделения осадков. Препаративная хроматография: принципы подбора. Высушивание растворителей и продуктов реакции, вещества-осушители и их свойства. Вымораживание. Методы тонкой очистки твердых веществ: сублимация, зонная плавка. Электрохимическое рафинирование металлов. Методы высушивания твердых веществ.
8. Неорганический синтез в газовой фазе и гетерогенных системах с участием газов. Факторы, которые влияют на направление и скорость реакций с участием газов.
9. Основные представления о технике работы с газами. Синтезы в газовой фазе. Гетерогенные синтезы с участием газов: синтез оксидов, галогенидов, гидридов и других бинарных соединений. Понятие о транспортных химических реакциях. Физико-химические основы и технологические особенности промышленного синтеза аммиака.
10. Неорганический синтез в водных растворах. Общие закономерности реакций и типы равновесий в водных растворах. Химическое и электрохимическое восстановление металлов в водной среде. Электролиз как метод получения неметаллов.

11. Получение оснований, кислот, и солей: методы, основанные на обменных и окислительно-восстановительных реакциях. Физико-химические основы и технологические особенности промышленного синтеза серной кислоты, азотной кислоты, соды.

12. Зависимость окислительно-восстановительных свойств веществ от pH и ее применение в синтезе.

13. Гидролиз как важный побочный процесс при синтезах в водных растворах, способы его подавления. Методы синтеза, основанные на гидролизе. Ионообменные смолы и их применение в синтезе кислот, оснований и солей.

14. Классификация методов синтеза. Устойчивость координационных соединений в растворах. Стабилизация неустойчивых степеней окисления за счет координации. Реакции замещения лигандов, окисление и восстановление комплексообразователей и лигандов. Термические превращения координационных соединений. Понятие о темплатном синтезе.

15. Общие закономерности органического синтеза. Механизмы разрыва и образования химической связи, типы реагентов: радикалы, нуклеофилы, электрофилы. Карбены и их аналоги.

16. Понятия «органическая реакция» и «синтетический метод». Требования к синтетическому методу: общий характер, селективность, препаративное удобство. Виды селективности: субстрато- и продуктоселективность; хемо-, регио-, диастерео- и энантиоселективность.

17. Стратегия и тактика органического синтеза. Линейный и конвергентный подход. Этапы органического синтеза: планирование сборки целевой структуры, построение углеродного скелета, введение и трансформация функциональных групп. Уровни окисления, изогипсические и неизогипсические трансформации. Защита функциональных групп, требования к соответствующим группам и реагентам.

18. Ретросинтетический анализ. Понятия «трансформ», «ретрон», «синтон», «синтетический эквивалент». Выбор стратегической связи (связей) при ретросинтетическом анализе. Критерии отбора синтетических эквивалентов. Важнейшие одно-, двух- и трехуглеродные синтоны, соответствующие им синтетические эквиваленты. Методы образования углерод-углеродной связи.

19. Методы получения важнейших гетероциклических систем. Взаимопревращения циклических соединений. Реакции расширения и сужения карбо- и гетероциклов. Реакции рециклизации.

20. Методы получения алканов.

21. Методы генерации углерод-углеродных кратных связей реакциями элиминирования, восстановления, возобновляемого элиминирования. Хемо-, регио- и стереоселективность элиминирования и восстановления. Методы получения ароматических систем.

22. Методы введения галогенов. Галогенирование органических соединений: радикальное, электрофильное, нуклеофильное. Реакции присоединения, замещения водорода, галогенов и функциональных групп.

23. Методы генерации гидроксильной группы: каталитическое окисление алканов и алкиларенов, дигидроксилирование и аллильное окисление алкенов, восстановление карбонильных соединений и производных карбоновых кислот, замещение электроотрицательных групп. Использование конструктивных реакций в синтезе спиртов. Регио- и стереоселективные введения гидроксогрупп. Защитные группы для гидроксильных функций.

24. Методы введения нитрогруппы в органические соединения: нитрование углеводородов, нуклеофильное замещение электроотрицательных групп. Амбидентность нитрит-иона.

25. Методы получения аминогрупп: реакции восстановления азотистых соединений, замещение других функциональных групп, нуклеофильное дегидроаминирование, комбинированные методы. Методы кватернизации атомов азота. Защитные группы для первичных, вторичных и третичных аминов. Получение азокрасителей.

26. Методы получения альдегидов и кетонов: окислительные, восстановительные, основанные на реакциях замещения. Реагенты для хемо- и региоселективного получения карбонильных соединений.

27. Получение карбоновых кислот и их производных: сложных эфиров, ангидридов, хлорангидридов, амидов и т.д. Защита карбонильных и карбоксильных групп.

28. Современные методы активации химических реакций. Синтез при высоком давлении. Понятие о самораспространяющемся высокотемпературном синтезе. Гидротермальный и ионотермальный синтез и его закономерности. Механохимический (трибохимический) синтез. Синтез при ультразвуковом воздействии (сонохимические реакции). Криохимический синтез. Фото-, лазеро- и радиохимический синтез.

29. Особенности взаимодействия микроволнового излучения с веществом. Микроволновый синтез и области его применения.

30. Синтез в необычных состояниях вещества и средах. Синтез в мультифазных системах: применение катализаторов межфазного переноса и краун-эфиров. Синтез в коллоидных и жидкокристаллических системах.

31. Сверхкритическое состояние вещества. Применение сверхкритических флюидов в качестве реакционной среды и для экстракции продуктов реакции. Понятие о синтезе в плазме. Химический синтез на твердом носителе.

32. Принципы «зеленой химии» и их практическое воплощение в современном химическом синтезе.

33. Химические реакции без растворителя. Ионные жидкости и глубокие эвтектики, их применение в синтезе неорганических и органических веществ.

Примеры компетентностно-ориентированных задач

1. Какую массу железного купороса $FeSO_4 \cdot 7H_2O$ и какой объём воды требуется смешать, чтобы получить 400 г раствора с массовой долей безводной соли, равной 4%?

2. Какой объём раствора с w(HCl) = 36,0% (ρ = 1,183 г/см^3) необходимо смешать с водой объёмом 450 см^3, чтобы приготовить раствор с w(HCl) = 20% (ρ = 1,098 г/см^3)?

2. Какой объем 16%-й азотной кислоты (плотностью 1,093 г/см^3) следует смешать с 300 см^3 раствора с массовой долей серной кислотой 60% (ρ = 1,373 г/см^3), чтобы получить раствор с массовой долей HNO_3 30%?

3. Как изменится скорость реакции $2NO_{(г)} + O_{2(г)} = 2NO_{2(г)}$, если: а) уменьшить объем реакционного сосуда в 3 раза; б) увеличить давление в системе в 3 раза; в) повысить концентрацию NO в три раза? Реакцию считать одностадийной.

4. По данным таблицы вычислить $\Delta G°_{298}$ реакции, определить термодинамическую возможность протекания при стандартных условиях процесса $SO_{2(г)} + 2H_2S_{(г)} = 3S_{(ромб)} + 2H_2O_{(ж)}$. Как повлияет на глубину протекания прямой реакции повышение температуры?

5. Рассчитайте давление разложения в системе $BaCO_{3(т)}=BaO_{(т)}+CO_{2(г)}$ при температуре 300°С.

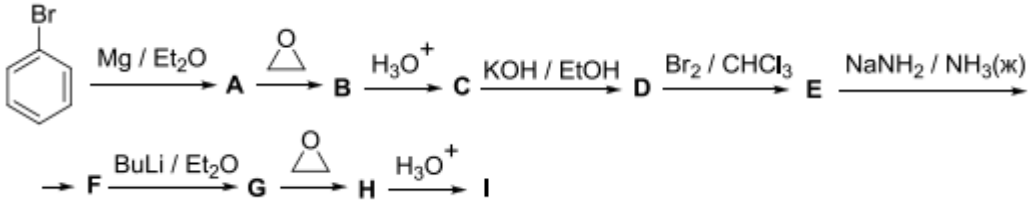
6. При установлении равновесия реакции $4(HCl_{(г)}+O_{2(г)}=2Cl_{2(г)}+2H_2O_{(г)}$ концентрация хлороводорода равна 0,1, кислорода – 0,05, хлора – 0,9, паров воды – 0,9 моль/л соответственно. Рассчитайте константу равновесия K_c и исходную концентрацию хлороводорода.

7. Общее давление в системе $2NH_{3(г)} = N_{2(г)} + 3H_{2(г)}$ в момент равновесия равно 2 атм. Равновесие установилось при температуре 527 К. Вычислите парциальные давления компонентов.

8. Какими изменениями концентрации оксида углерода, температуры, общего давления можно повысить выход диоксида углерода в системе $2CO_{(г)} + O_{2(г)} = 2CO_{2(г)}$?

9. Через раствор гидроксида калия объемом 200 см^3 с массовой долей щелочи 8% (ρ = 1,065 г/см^3) пропустили 9 дм^3 (н.у.) углекислого газа. Какая соль при этом образовалась? Вычислите массовую долю этой соли в образовавшемся растворе.

10. Расшифруйте цепочки реакций и назовите полученные вещества. К какому типу реакций относятся представленные превращения.



Критерии оценки результатов учебной деятельности студента (экзамен)

Баллы	Показатели оценки
10 (десять) баллов	систематизированные, глубокие и полные знания по всем разделам учебной программы учреждения высшего образования по учебной дисциплине, а также по основным вопросам, выходящим за ее пределы; точное использование научной терминологии (в том числе на иностранном языке), грамотное, логически правильное изложение ответа на вопросы; безупречное владение инструментарием учебной дисциплины, умение его эффективно использовать в постановке и решении научных и профессиональных задач; выраженная способность самостоятельно и творчески решать сложные проблемы в нестандартной ситуации; полное и глубокое усвоение основной и дополнительной литературы, по изучаемой учебной дисциплине; умение свободно ориентироваться в теориях, концепциях и направлениях по изучаемой учебной дисциплине и давать им аналитическую оценку, использовать научные достижения других дисциплин; творческая самостоятельная работа на практических, лабораторных занятиях, активное творческое участие в групповых обсуждениях, высокий уровень культуры исполнения заданий
9 (девять) баллов	систематизированные, глубокие и полные знания по всем разделам учебной программы учреждения высшего образования по учебной дисциплине; точное использование научной терминологии (в том числе иностранном языке), грамотное, логически правильное изложение ответа на вопросы; владение инструментарием учебной дисциплины, умение его эффективно использовать в постановке и решении научных и профессиональных задач; способность самостоятельно и творчески решать сложные проблемы в нестандартной ситуации в рамках учебной программы учреждения высшего образования по учебной дисциплине; полное усвоение основной и дополнительной лиге туры, рекомендованной учебной программой учреждения высшего образования по учебной дисциплине; умение ориентироваться в теориях, концепциях и направлениях по изучаемой учебной дисциплине и давать им аналитическую оценку;

	систематическая, активная самостоятельная работа на практических, лабораторных занятиях, творческое участие в групповых обсуждениях, высокий уровень культуры исполнения заданий
8 (восемь) баллов	систематизированные, глубокие и полные знания по всем разделам учебной программы учреждения высшего образования по учебной дисциплине в объеме учебной программы учреждения высшего образования по учебной дисциплине; использование научной терминологии (в том числе на иностранном языке), грамотное, логически правильное изложение ответа на вопросы, умение делать обоснованные выводы и обобщения; владение инструментарием учебной дисциплины (методами комплексного анализа, техникой информационных технологий), умение его использовать в постановке и решении научных и профессиональных задач; способность самостоятельно решать сложные проблемы в рамках учебной программы учреждения высшего образования по учебной дисциплине; усвоение основной и дополнительной литературы, рекомендованной учебной программой учреждения высшего образования по учебной дисциплине; умение ориентироваться в теориях, концепциях и направлениях по изучаемой учебной дисциплине и давать им аналитическую оценку; активная самостоятельная работа на практических, лабораторных занятиях, систематическое участие в групповых обсуждениях, высокий уровень культуры исполнения заданий
7 (семь) баллов	систематизированные, глубокие и полные знания по всем разделам учебной программы учреждения высшего образования по учебной дисциплине; использование научной терминологии (в том числе на иностранном языке), грамотное, логически правильное изложение ответа на вопросы, умение делать обоснованные выводы и обобщения; владение инструментарием учебной дисциплины, умение его использовать в постановке и решении научных и профессиональных задач; свободное владение типовыми решениями в рамках учебной программы учреждения высшего образования по учебной дисциплине; усвоение основной и дополнительной литературы, рекомендованной учебной программой учреждения высшего образования по учебной дисциплине;

	умение ориентироваться в основных теориях, концепциях и направлениях по изучаемой учебной дисциплине и давать им аналитическую оценку; самостоятельная работа на практических, лабораторных занятиях, участие в групповых обсуждениях, высокий уровень культуры исполнения заданий
6 (шесть) баллов	достаточно полные и систематизированные знания в объеме учебной программы учреждения высшего образования по учебной дисциплине; использование необходимой научной терминологии, грамотное, логически правильное изложение ответа на вопросы, умение делать обобщения и обоснованные выводы; владение инструментарием учебной дисциплины, умение его использовать в решении учебных и профессиональных задач; способность самостоятельно применять типовые решения в рамках учебной программы учреждения высшего образования по учебной дисциплине; усвоение основной литературы, рекомендованной учебной программой учреждения высшего образования по учебной дисциплине; умение ориентироваться в базовых теориях, концепциях и направлениях по изучаемой дисциплине и давать им сравнительную оценку; активная самостоятельная работа на практических, лабораторных занятиях, периодическое участие в групповых обсуждениях, высокий уровень культуры исполнения заданий
5 (пять) баллов	достаточные знания в объеме учебной программы учреждения высшего образования по учебной дисциплине; использование научной терминологии, грамотное, логически правильное изложение ответа на вопросы, умение делать выводы; владение инструментарием учебной дисциплины, умение его использовать в решении учебных и профессиональных задач; способность самостоятельно применять типовые решения в рамках учебной программы учреждения высшего образования по учебной дисциплине; усвоение основной литературы, рекомендованной учебной программой учреждения высшего образования по учебной дисциплине; умение ориентироваться в базовых теориях, концепциях и направлениях по изучаемой учебной дисциплине и давать им сравнительную оценку; самостоятельная работа на практических, лабораторных занятиях, фрагментарное участие в групповых обсуждениях, достаточный уровень культуры исполнения заданий

4 (четыре) балла	достаточный объем знаний в рамках образовательного стандарта высшего образования; усвоение основной литературы, рекомендованной учебной программой учреждения высшего образования по учебной дисциплине; использование научной терминологии, логическое изложение ответа на вопросы, умение делать выводы без существенных ошибок; владение инструментарием учебной дисциплины, умение его использовать в решении стандартных (типовых) задач; умение под руководством преподавателя решать стандартные (типовые) задачи; умение ориентироваться в основных теориях, концепциях и направлениях по изучаемой учебной дисциплине и давать им оценку; работа под руководством преподавателя на практических, лабораторных занятиях, допустимый уровень культуры исполнения заданий
3 (три) балла	недостаточно полный объем знаний в рамках образовательного стандарта высшего образования; знание части основной литературы, рекомендованной учебной программой учреждения высшего образования по учебной дисциплине; использование научной терминологии, изложение ответа на вопросы с существенными, логическими ошибками; слабое владение инструментарием учебной дисциплины, некомпетентность в решении стандартных (типовых) задач; неумение ориентироваться в основных теориях, концепциях и направлениях изучаемой учебной дисциплины; пассивность на практических и лабораторных занятиях, низкий уровень культуры исполнения заданий
2 (два) балла	фрагментарные знания в рамках образовательного стандарта высшего образования; знание отдельных литературных источников, рекомендованных учебной программой учреждения высшего образования по учебной дисциплине; неумение использовать научную терминологию учебной дисциплины, наличие в ответе грубых, логических ошибок; пассивность на практических и лабораторных занятиях, низкий уровень культуры исполнения заданий
1 (один) балл	отсутствие знаний и (компетенций) в рамках образовательного стандарта высшего образования, отказ от ответа, неявка на аттестацию без уважительной причины

Протокол согласования учебной программы

Название дисциплины с которой требуется согласование рабочей программы	Название кафедры	Предложения об изменениях в содержании учебной программы учреждения высшего образования по учебной дисциплине	Принятое решение кафедры, разработавшей программу (с указанием даты и номера протокола заседания кафедры)
Общая и неорганическая химия	Химии и методики преподавания химии	Согласовано на стадии подготовки учебных программ (рассмотрены способы получения солей, оксидов, гидроксидов, металлов и неметаллов).	Утвердить Протокол № 2 от 30.09.2025 г.
Органическая химия	Химии и методики преподавания химии	Согласовано на стадии подготовки учебных программ (рассмотрены особенности синтеза основных классов органических соединений)	Протокол № 2 от 30.09.2025 г.
Физическая химия	Химии и методики преподавания химии	Согласовано на стадии подготовки учебных программ (знакомство с основами химической термодинамики и химической кинетики, которые подробнее рассматриваются в курсе физической химии)	Протокол № 2 от 30.09.2025 г.
Аналитическая химия	Химии и методики преподавания химии	Согласовано на стадии подготовки учебных программ (применение реакций определения конкретных ионов и веществ)	Протокол № 2 от 30.09.2025 г.

Коллоидная химия	Химии и методики преподавания химии	Согласовано на стадии подготовки учебных программ (знакомство со способами получения дисперсных систем, которые подробнее рассматриваются в курсе коллоидной химии)	Протокол № 2 от 30.09.2025 г.
Физико-химические методы исследования	Химии и методики преподавания химии		Протокол № 2 от 30.09.2025 г.