

МИНИСТЕРСТВО ОБРАЗОВАНИЯ РЕСПУБЛИКИ БЕЛАРУСЬ

Учебно-методическое объединение по образованию
в области сельского хозяйства

УТВЕРЖДЕНО

Первым заместителем Министра
образования Республики Беларусь
А. Г. Бахановичем
15.08.2025

Регистрационный № 6-05-08-024/пр.

ХИМИЯ

Примерная учебная программа по учебной дисциплине для специальностей:
6-05-0811-01 Производство продукции растительного происхождения,
6-05-0811-05 Защита растений и карантин

СОГЛАСОВАНО

Первый заместитель Министра
сельского хозяйства и продовольствия
Республики Беларусь

_____ А. З. Ломский
_____ 202_ г.

СОГЛАСОВАНО

Начальник Главного управления образования,
науки и кадровой политики Министерства
сельского хозяйства и продовольствия
Республики Беларусь

_____ В. А. Самсонович
_____ 202_ г.

СОГЛАСОВАНО

Начальник Главного управления
растениеводства Министерства
сельского хозяйства и продовольствия
Республики Беларусь

_____ Н. В. Лешик
_____ 202_ г.

СОГЛАСОВАНО

Председатель Учебно-методического
объединения по образованию в области
сельского хозяйства

_____ В. В. Великанов
_____ 202_ г.

СОГЛАСОВАНО

Начальник Главного управления
профессионального образования
Министерства образования
Республики Беларусь

_____ С. Н. Пищов
_____ 2025г.

СОГЛАСОВАНО

Проректор по научно-методической
работе Государственного учреждения
образования «Республиканский
институт высшей школы»

_____ И. В. Титович
_____ 2025г.

Эксперт-нормоконтролер

_____ _____
_____ 2025г.

СОСТАВИТЕЛИ:

О. В. Поддубная, доцент кафедры биологии растений и химии учреждения образования «Белорусская государственная орденов Октябрьской Революции и Трудового Красного Знамени сельскохозяйственная академия», кандидат сельскохозяйственных наук, доцент;

И. В. Ковалева, доцент кафедры биологии растений и химии учреждения образования «Белорусская государственная орденов Октябрьской Революции и Трудового Красного Знамени сельскохозяйственная академия», кандидат сельскохозяйственных наук, доцент;

Е. В. Мохова, доцент кафедры биологии растений и химии учреждения образования «Белорусская государственная орденов Октябрьской Революции и Трудового Красного Знамени сельскохозяйственная академия», кандидат сельскохозяйственных наук, доцент;

М. Н. Шагитова, доцент кафедры биологии растений и химии учреждения образования «Белорусская государственная орденов Октябрьской Революции и Трудового Красного Знамени сельскохозяйственная академия», кандидат сельскохозяйственных наук, доцент;

И. В. Кулеш, доцент кафедры химии и физики учреждения образования «Гродненский государственный аграрный университет», кандидат биологических наук, доцент.

РЕЦЕНЗЕНТЫ:

кафедра химии учреждения образования «Витебская ордена «Знак Почета» государственная академия ветеринарной медицины»;

кафедра защиты растений учреждения образования «Гродненский государственный аграрный университет» (протокол №1 от 02 сентября 2024 г.);

Е. А. Мышкевич, заведующий лабораторией динамики пестицидов РУП «Институт защиты растений», кандидат сельскохозяйственных наук, доцент.

РЕКОМЕНДОВАНА К УТВЕРЖДЕНИЮ В КАЧЕСТВЕ ТИПОВОЙ:

Кафедрой биологии растений и химии учреждения образования «Белорусская государственная орденов Октябрьской Революции и Трудового Красного Знамени сельскохозяйственная академия» (протокол № 1 от 13 сентября 2024 г.);

Методической комиссией агротехнологического факультета учреждения образования «Белорусская государственная орденов Октябрьской Революции и Трудового Красного Знамени сельскохозяйственная академия» (протокол № 1 от 24 сентября 2024 г.);

Научно-методическим советом учреждения образования «Белорусская государственная орденов Октябрьской Революции и Трудового Красного Знамени сельскохозяйственная академия» (протокол № 1 от 25 сентября 2024 г.);

Научно-методическим советом по агрономическим специальностям Учебно-методического объединения по образованию в области сельского хозяйства (протокол № 3 от 02 декабря 2024 г.).

Ответственный за редакцию: Т. И. Скикевич

Ответственный за выпуск: О. В. Поддубная

I. ПОЯСНИТЕЛЬНАЯ ЗАПИСКА

Химия – наука, объясняющая химические явления и устанавливающая их закономерности на основании общих принципов развития природы и естествознания. Она составляет теоретическую основу биологических и агрономических наук: земледелия, почвоведения, агрономической химии, физиологии растений, микробиологии, химической защиты растений, процессов переработки продукции сельского хозяйства.

Изучение химии позволяет получить современное научное представление о материи и формах ее движения, о веществе как одном из видов движущейся материи, о механизме превращения химических соединений, о свойствах технических материалов и применении химических процессов в современной технике. Необходимо прочно усвоить основные законы и теории химии, овладеть техникой химических расчетов, выработать навыки самостоятельного выполнения химических экспериментов и обобщения наблюдаемых фактов.

Цель дисциплины – обеспечить будущих агрономов знаниями о строении атомов химических элементов, химических реакциях, получении и превращении веществ, методах химического анализа и исследования растений, почв, удобрений; в приобретении студентами навыков выполнения химических экспериментов и обработки их результатов.

Основной задачей учебной дисциплины является обеспечение будущих специалистов знаниями о свойствах химических элементов, химических реакциях, получении и превращении веществ, методах химического анализа и исследования растений, почв, удобрений. Кроме этого, необходимо сформировать у современного специалиста не только химическое, но и экологическое мышление, помогающее ему решать вопросы качества и надежности различных химикатов.

Знания химии используются при изучении последующих учебных дисциплин, таких как «Ботаника», «Физиология и биохимия растений», «Агрехимия», «Почвоведение», «Защита растений», «Химическая защита растений».

В результате изучения учебной дисциплины «Химия» студент должен развить и закрепить базовую профессиональную компетенцию: применять основные законы и категории химии при характеристике и использовании веществ и составов в агрономии.

В результате изучения учебной дисциплины «Химия» обучающийся должен:
знать:

– основные понятия и законы стехиометрии; реакционную способность веществ и методы химической идентификации веществ; общие закономерности протекания реакций ионного обмена и с комплексными соединениями, окислительно-восстановительных реакций; критерии осуществимости химических реакций; наиболее важные термодинамические и кинетические критерии химических процессов; свойства истинных и коллоидных растворов; свойства биогенных элементов и их соединений, представляющих наибольший интерес для специалистов сельского хозяйства; основные схемы анализа сложных смесей, используя качественные реакции разделения и методы химической идентификации веществ; химические свойства и принципы

основных методов определения соединений; общие представления о физико-химических методах анализа, их применении для установления качественного и количественного состава анализируемых объектов;

уметь:

– составлять формулы неорганических и органических веществ, уравнения химических реакций; производить стехиометрические и термодинамические расчеты; анализировать свойства химических соединений и давать им агроэкологическую характеристику; приготовить растворы заданных концентраций; проводить простые химические эксперименты и оформлять их результаты; рассчитывать рН среды водных растворов кислот, щелочей, солей, буферных растворов, осмотическое давление, температуру замерзания и кипения растворов неэлектролитов и электролитов; определять поверхностное натяжение и вязкость растворов; выбирать оптимальные методы и методику определения качественного и количественного состава анализируемых объектов; проводить интерпретацию данных, полученных с помощью изучаемых методов, для определения химического состава веществ; работать с химическими веществами с соблюдением норм техники безопасности;

владеть:

– навыками описания основных химических законов, явлений и процессов, на которых основаны принципы действия объектов профессиональной деятельности; системой знаний и умений для изучения последующих специальных дисциплин; простейшими расчетными методами решения физико-химических задач; компетенцией планирования химических и физико-химических экспериментов, методами обработки их результатов; правилами безопасного обращения с химическими реактивами, уметь организовать работу в соответствии с требованиями безопасности и охраны труда; практическими навыками работы с аналитическими аппаратурой и приборами, используемыми для анализа, проводить статистическую и графическую обработку результатов анализа.

В рамках образовательного процесса по данной учебной дисциплине студент должен не только приобрести теоретические и практические знания, умения и навыки по специальности, но и развить свой ценностно-личностный, духовный потенциал, сформировать качества патриота и гражданина, готового к активному участию в экономической, производственной, общественной и социально-культурной жизни страны.

В соответствии с примерным учебным планом по специальности 6-05-0811-01 «Производство продукции растительного происхождения» на изучение учебной дисциплины «Химия» предусматривается 216 часов, в том числе 144 часа составляют аудиторные занятия. Распределение аудиторного времени по видам занятий: лекции – 72 часа, лабораторные занятия – 72 часа. Рекомендуемая форма промежуточной аттестации – зачет, экзамен.

В соответствии с учебным планом по специальности 6-05-0811-05 «Защита растений и карантин» на изучение учебной дисциплины «Химия» предусматривается 360 часов, в том числе 216 часов составляют аудиторные занятия. Распределение аудиторного времени по видам занятий: лекции – 90 часов, лабораторные занятия – 126 часов. Рекомендуемая форма промежуточной аттестации – зачет, экзамен.

II. ПРИМЕРНЫЙ ТЕМАТИЧЕСКИЙ ПЛАН

по специальности 6-05-0811-01 «Производство продукции растительного происхождения»

	Наименование разделов и тем	Всего аудиторных часов	В том числе	
			Лекции	Лабораторные занятия
	ОБЩАЯ ХИМИЯ И ХИМИЯ ЭЛЕМЕНТОВ	36	18	18
1.	Введение. Основные понятия и законы химии	4	2	2
2.	Строение атомов химических элементов и периодическая система	4	2	2
3.	Химическая связь и строение молекул	4	2	2
4.	Кинетические закономерности протекания химических реакций	4	2	2
5.	Окислительно-восстановительные процессы	4	2	2
6.	Свойства и состав растворов	4	2	2
7.	Растворы электролитов	2	1	1
8.	Гидролиз солей	2	1	1
9.	Комплексные соединения	4	2	2
10.	Химия элементов	4	2	2
	АНАЛИТИЧЕСКАЯ ХИМИЯ С ОСНОВАМИ ФИЗИКО-ХИМИЧЕСКИХ МЕТОДОВ АНАЛИЗА	24	8	16
11.	Теоретические основы аналитической химии	4	2	2
12.	Качественный химический анализ	6	2	4
13.	Количественный химический анализ	6	2	4
14.	Физико-химические методы анализа	8	2	6
	ОРГАНИЧЕСКАЯ ХИМИЯ	36	18	18
15.	Теоретические основы органической химии	4	2	2
16.	Углеводороды	8	4	4
17.	Кислородсодержащие органические соединения	12	6	6
18.	Азотсодержащие органические соединения	8	4	4
19.	Гетероциклические соединения	4	2	2
	ФИЗИЧЕСКАЯ И КОЛЛОИДНАЯ ХИМИЯ	48	28	20
20.	Агрегатные состояния вещества	4	2	2
21.	Химическая термодинамика и термохимия	6	4	2
22.	Коллигативные свойства растворов	4	2	2
23.	Растворы электролитов и буферные системы	6	4	2
24.	Электрохимия и электрическая проводимость растворов электролитов	6	4	2
25.	Поверхностные явления	4	2	2
26.	Коллоидные системы: их получение и очистка	3	2	1
27.	Молекулярно-кинетические и оптические свойства коллоидных систем	2	1	1
28.	Электрические свойства коллоидных систем	3	1	2
29.	Устойчивость и коагуляция коллоидных систем	4	2	2
30.	Растворы высокомолекулярных соединений	3	2	1
31.	Микрогетерогенные системы. Гели и студни	3	2	1
	Всего часов	144	72	72

ПРИМЕРНЫЙ ТЕМАТИЧЕСКИЙ ПЛАН
по специальности 6-05-0811-05 «Защита растений и карантин»

	Наименование разделов и тем	Всего аудиторных часов	В том числе	
			Лекции	Лабораторные занятия
	ОБЩАЯ ХИМИЯ И ХИМИЯ ЭЛЕМЕНТОВ	68	28	40
1.	Введение. Основные понятия и законы химии	6	2	4
2.	Строение атомов химических элементов и периодическая система	6	2	4
3.	Химическая связь и строение молекул	6	2	4
4.	Кинетические закономерности протекания химических реакций	8	4	4
5.	Окислительно-восстановительные процессы	6	2	4
6.	Свойства и состав растворов	6	2	4
7.	Растворы электролитов	6	2	4
8.	Гидролиз солей	6	2	4
9.	Комплексные соединения	6	2	4
10.	Химия элементов	12	8	4
	АНАЛИТИЧЕСКАЯ ХИМИЯ С ОСНОВАМИ ФИЗИКО-ХИМИЧЕСКИХ МЕТОДОВ АНАЛИЗА	22	8	14
11.	Теоретические основы аналитической химии	4	2	2
12.	Качественный химический анализ	6	2	4
13.	Количественный химический анализ	6	2	4
14.	Физико-химические методы анализа	6	2	4
	ОРГАНИЧЕСКАЯ ХИМИЯ	76	34	42
15.	Теоретические основы органической химии	8	4	4
16.	Углеводороды	14	6	8
17.	Кислородсодержащие органические соединения	28	14	14
18.	Азотсодержащие органические соединения	18	6	12
19.	Гетероциклические соединения	8	4	4
	ФИЗИЧЕСКАЯ И КОЛЛОИДНАЯ ХИМИЯ	50	20	30
20.	Агрегатные состояния вещества	4	2	2
21.	Химическая термодинамика и термохимия	6	2	4
22.	Коллигативные свойства растворов	4	2	2
23.	Растворы электролитов и буферные системы	6	2	4
24.	Электрохимия и электрическая проводимость растворов электролитов	6	2	4
25.	Поверхностные явления	4	2	2
26.	Коллоидные системы: их получение и очистка	4	2	2
27.	Молекулярно-кинетические и оптические свойства коллоидных систем	4	2	2
28.	Электрические свойства коллоидных систем	2	-	2
29.	Устойчивость и коагуляция коллоидных систем	4	2	2
30.	Растворы высокомолекулярных соединений	4	2	2
31.	Микрогетерогенные системы. Гели и студни	2	-	2
	Всего часов	216	90	126

III. СОДЕРЖАНИЕ УЧЕБНОГО МАТЕРИАЛА

ОБЩАЯ ХИМИЯ И ХИМИЯ ЭЛЕМЕНТОВ

1. Введение. Основные понятия и законы химии

Предмет химии. Основные классы неорганических соединений. Амфотерность. Законы стехиометрии. Эквивалент. Закон эквивалентов.

2. Строение атомов химических элементов и периодическая система

Первые модели строения атома. Элементарные частицы атома. Изотопный состав химических элементов. Распространенность и происхождение химических элементов в природе. Квантовые числа как характеристика состояния электрона в атоме. Принцип Паули, правило Гунда, принцип наименьшей энергии. Порядок заполнения атомных орбиталей. Правило Клечковского.

Периодический закон Д. И. Менделеева. Структура периодической системы. Металлы и неметаллы, их положение в периодической системе. Закономерности изменения основных физических и химических свойств элементов в периодической системе.

3. Химическая связь и строение молекул

Основные типы химических связей. Ковалентная (полярная и неполярная), ионная, металлическая связи. Количественные характеристики химических связей. Метод валентных связей (ВС). Механизмы образования ковалентной связи (обменный и донорно-акцепторный). Свойства ковалентной связи: насыщенность, направленность, полярность и поляризуемость. Кратность связи; σ - и π -связи. Гибридизация атомных орбиталей и пространственная конфигурация молекул. Простейшие типы гибридизации.

Особенности ионной связи. Металлическая связь. Водородная связь. Межмолекулярные взаимодействия.

4. Кинетические закономерности протекания химических реакций

Химическая кинетика. Скорость химических реакций в гомогенных и гетерогенных системах. Средняя и мгновенная скорость химических реакций. Порядок и молекулярность реакции. Элементарные реакции. Сложные реакции.

Влияние концентрации на скорость реакций. Константа скорости.

Влияние температуры на скорость реакции. Правило Вант-Гоффа. Энергия активации и скорость реакции. Уравнение Аррениуса.

Основные принципы катализа. Гомогенный катализ. Гетерогенный катализ. Ферментативный катализ, его особенности и значение. Каталитические яды. Ингибиторы.

Обратимые и необратимые химические реакции. Химическое равновесие. Константа химического равновесия и факторы, определяющие ее величину. Принцип Ле-Шателье. Значение химического равновесия в природе.

5. Окислительно-восстановительные процессы

Сущность окислительно-восстановительных процессов. Подбор коэффициентов: методы электронного баланса и ионно-электронный. Основные типы окислительно-восстановительных реакций: реакции межмолекулярного и внутримолекулярного окисления-восстановления, диспропорционирования, компрпропорционирования.

Факторы, влияющие на протекание окислительно-восстановительных реакций (природа и концентрация реагирующих веществ, среда реакции, присутствие катализатора, температура).

6. Свойства и состав растворов

Растворы. Растворение как физико-химический процесс. Сольватация. Водные растворы. Гидраты. Кристаллогидраты.

Растворимость веществ. Влияние природы растворенного вещества и растворителя, температуры и давления на растворимость веществ. Закон Генри. Растворы насыщенные, ненасыщенные, пересыщенные. Способы выражения состава растворов. Концентрация растворов: массовая доля, объемная доля, мольная доля, молярная концентрация, моляльная концентрация, молярная концентрация эквивалента и титр.

7. Растворы электролитов

Свойства электролитов. Степень электролитической диссоциации электролитов. Факторы, определяющие величину степени диссоциации (природа растворителя и растворенного вещества, температура, концентрация раствора, наличие одноименных ионов). Типы электролитов.

Растворы слабых электролитов. Равновесие в растворах слабых электролитов. Ионное равновесие. Константа диссоциации. Понятие о рК. Закон разведения Оствальда.

Реакции обмена между ионами в водных растворах. Условия необратимости реакций ионного обмена. Ионные уравнения. Образование осадка. Произведение растворимости.

Растворы сильных электролитов. Изотонический коэффициент. Кажущаяся степень диссоциации сильных электролитов. Ионное произведение воды. Водородный показатель и способы его определения.

8. Гидролиз солей

Реакции гидролиза солей. Типы гидролиза. Молекулярные и ионные

уравнения гидролиза. Совместный гидролиз солей. Необратимый гидролиз. Степень и константа гидролиза. Гидролиз кислых солей. Влияние концентрации раствора, температуры, pH среды на степень гидролиза. Подавление гидролиза.

9. Комплексные соединения

Определение комплексных соединений, основные положения координационной теории Вернера (метод валентных связей). Состав комплексных соединений. Внешняя и внутренняя координационные сферы. Комплексообразователь, лиганды, координационное число. Координационное число комплексообразователя и факторы, определяющие его. Типичные лиганды. Моно- и полидентатные лиганды.

Классификация и номенклатура комплексных соединений: катионные, анионные и нейтральные комплексы. Многоядерные комплексы. Хелатные комплексы.

Основные положения теории кристаллического поля. Спектрохимический ряд лигандов. Пространственная конфигурация комплексных ионов. Гибридизация атомных орбиталей комплексообразователя. Изомерия.

Устойчивость комплексных соединений в растворах. Первичная и вторичная диссоциация комплексных соединений. Константы нестойкости и константы устойчивости. Факторы, определяющие устойчивость комплексных ионов в растворе. Значение комплексных соединений в биологических системах.

10. Химия элементов

Распространенность химических элементов в природе. Понятия: макроэлемент, микроэлемент, органоген, металлы жизни, биогенные элементы, токсиканты. Специфическая роль каждого органогена и его соединений в живых системах.

Химия s-элементов. Водород как важнейший биогенный элемент. Общая характеристика водорода: физические и химические свойства. Типы гидридов.

Общая характеристика s-элементов. Особенности лития. Хлориды натрия и калия. Карбонаты. Сода кальцинированная, кристаллическая, питьевая. Поташ. Нитраты. Глауберова соль. Применение солей. Калийные удобрения.

Щелочноземельные металлы. Магний и кальций как почвообразующие и биологически активные элементы. Химическая активность металлов: отношение к водороду, кислороду, воде, кислотам, галогенам, азоту. Отношение бериллия к щелочам. Комплексные соединения бериллия, их амфотерность. Гидроксид кальция (гашеная известь). Жесткость воды и методы ее устранения.

Химия p-элементов. Общая характеристика p-элементов. Вторичная периодичность. Изменение металлического и неметаллического характера элементов, химических свойств простых веществ, кислотно-основных свойств

оксидов и гидроксидов, свойств галогенидов по группам и периодам. Особые химические свойства бора.

Элементы IV-A группы. Формы нахождения элементов в природе. Аллотропные модификации углерода: алмаз, графит, карбин, фуллерены, графитовые трубки. Оксид углерода (II). Химическая связь в молекуле с позиций теорий ВС. Оксид углерода (IV). Строение молекулы. Отношение к воде, щелочам. Влияние углекислого газа на окружающую среду. Соли: карбонаты, гидрокарбонаты, основные карбонаты. Гидролиз карбонатов. Циановодородная (синильная) кислота. Карбиды металлов. Химические и физические свойства простых веществ элементов IV-A группы и их экологическая опасность.

Элементы V-A группы. Изменение металлического и неметаллического характера элементов по группе. Особенности азота. Гидриды ЭН₃. Продукты взаимодействия аммиака и фосфина с водой и кислотами. Амминокомплексы. Соли аммония. Амиды, имида, нитриды. Гидразин. Соли гидразония. Гидроксиламин. Азотистоводородная кислота и ее соли.

Оксиды азота (I, II, III, IV, V). Отношение оксидов к воде, щелочам. Окислительно-восстановительные свойства. Азотистая кислота. Строение молекулы и нитрит-иона. Нитриты. Окислительно-восстановительные свойства кислоты и нитритов.

Азотная кислота. Лабораторные и промышленные методы получения азотной кислоты. Окислительные свойства концентрированной и разбавленной азотной кислоты. Нитраты. Азотные удобрения.

Оксиды фосфора, мышьяка, сурьмы и висмута (III, V). Отношение к воде, кислотам и щелочам. Окислительно-восстановительные свойства. Кислородсодержащие кислоты фосфора и их соли. Фосфорноватистая кислота и гипофосфиты. Фосфористая кислота и фосфиты. Мета-, ди (пиро)-, полифосфорные кислоты и их соли. Ортофосфорная кислота. Фосфаты средние и кислые.

Химия *d*-элементов (переходные металлы). Общая характеристика *d*-элементов. Строение атомов. Химическая активность *d*-металлов, ее изменение по группам, периодам. Коррозионная устойчивость или неустойчивость *d*-металлов и ее причины. Окислительно-восстановительные свойства соединений *d*-элементов в разных степенях окисления атомов. Кислотно-основные свойства оксидов и гидроксидов *d*-элементов в разных степенях окисления их атомов.

АНАЛИТИЧЕСКАЯ ХИМИЯ С ОСНОВАМИ ФИЗИКО-ХИМИЧЕСКИХ МЕТОДОВ АНАЛИЗА

11. Теоретические основы аналитической химии

Предмет и методы аналитической химии. Качественный и количественный анализ. Значение аналитической химии для сельского хозяйства, промышленности и охраны окружающей среды.

12. Качественный химический анализ

Качественный анализ. Аналитические реакции и способы их выполнения. Качественные реакции как реакции между ионами. Условия выполнения реакции. Чувствительность, избирательность и специфичность реакции. Дробный и систематический анализ. Распределение ионов на аналитические группы. Групповой реагент.

Сульфидная классификация. Качественный анализ катионов аналитических групп, Общая характеристика и биологическое значение катионов I аналитической группы. Качественные реакции на катионы K^+ , Na^+ , NH_4^+ , Mg^{2+} . Общая характеристика и биологическое значение катионов II аналитической группы. Произведение растворимости. Образование и растворение осадков. Влияние различных факторов на полноту осаждения. Качественные реакции на катионы II аналитической группы: Ca^{2+} , Sr^{2+} , Ba^{2+} . Общая характеристика и биологическое значение катионов III аналитической группы. Изучение реакций катионов III аналитической группы: Fe^{2+} , Fe^{3+} , Mn^{2+} , Zn^{2+} , Co^{2+} , Al^{3+} , Ni^{2+} , Cr^{3+} .

Качественный анализ анионов аналитических групп. Общая характеристика, классификация и биологическое значение анионов. Изучение реакций на анионы I группы: SO_4^{2-} , CO_3^{2-} , SiO_3^{2-} , PO_4^{3-} , VO_2^- ; II группы: S^{2-} , Cl^- , I^- , Br^- ; III группы: NO_2^- , NO_3^- .

13. Количественный химический анализ

Количественный анализ. Предмет и методы количественного анализа. Современная классификация методов количественного анализа. Виды ошибок (случайные и систематические). Статистическая обработка результатов анализа.

Сущность гравиметрического анализа. Методы гравиметрического анализа. Требования к осадкам. Выбор осадителя и расчет его количества. Условия образования и свойства кристаллических и амфотерных осадков. Соосаждение.

Взятие аналитической навески, растворение навески, осаждение. Фильтрование и промывание осадков. Высушивание и прокаливание осадков, вычисление результатов гравиметрических определений.

Аналитические весы и разновесы. Техника взвешивания. Правила обращения с аналитическими весами.

Сущность титриметрического анализа. Требования к реакциям, применяемым в титриметрическом анализе. Классификация методов титриметрического анализа. Мерная посуда. Способы выражения концентрации растворов. Титрование. Точка эквивалентности и конечная точка титрования. Способы титрования. Приготовление титрованных растворов. Стандартные и стандартизированные растворы. Вычисление результатов определения в титриметрическом анализе. Точность титриметрического анализа.

Метод кислотно-основного титрования (нейтрализация). Сущность метода. Индикаторы в методе кислотно-основного титрования. Теория индикаторов. Интервал перехода окраски индикаторов.

Метод окислительно-восстановительного титрования. Методы: пермангана-

тометрия, иодометрия, хроматометрия. Графическое изображение процесса титрования. Индикаторы, применяемые в редоксиметрии.

Сущность метода комплексонометрии. Методы комплексонометрического титрования.

14. Физико-химические методы анализа

Фотометрический метод анализа. Общая характеристика метода. Излучение. Основные законы поглощения (Закон Бугера-Ламберта-Бера). Оптическая плотность. Молярный коэффициент поглощения. Правила работы на фотоколориметре. Приготовление стандартных растворов и построение калибровочного графика. Атомно-эмиссионный анализ. Пламенная фотометрия.

Рефрактометрия: принцип метода, устройство рефрактометра Аббе. Область применения. Поляриметрия. Определение концентрации сахарных сиропов.

ОРГАНИЧЕСКАЯ ХИМИЯ

15. Теоретические основы органической химии

Предмет органической химии. Классификация органических соединений. Теория химического строения А. М. Бутлерова и ее последующее развитие.

Структурная изомерия. Stereoизомерия. Взаимное влияние атомов в молекулах органических соединений и его связь с реакционной способностью.

Понятие о механизме реакций. Электронное строение молекул органических соединений. Сопряжение двойных связей. Понятие о резонансе. Полярность и поляризуемость связей. Индуктивный и мезомерный эффекты. Электрофильные и нуклеофильные реагенты. Гомолитический и гетеролитический разрыв связей. Понятие о радикале, карбокатионе и карбанионе. Реакции радикального замещения. Реакции электрофильного и нуклеофильного замещения и присоединения.

16. Углеводороды

Алканы. Циклоалканы. Радикалы (алкилы): определение и название. Природные источники алканов (нефть, природный газ). Способы получения из галогенпроизводных, непредельных углеводородов. Физические свойства алканов. Химические свойства. Реакции замещения (галогенирование, нитрование, сульфохлорирование) и реакция с разрывом цепи (окисление, крекинг).

Алкены. Диены. Изомерия цепи и положения двойных связей, цис-, транс-изомерия. Способы получения из галогенпроизводных, спиртов, алканов. Физические свойства. Химические свойства. Реакции присоединения водорода, галогенов, галогенводородов, воды и серной кислоты. Правило Марковникова. Перекисный эффект Хараша. Реакция окисления по Вагнеру. Озонирование. Полиэтилен. Полипропилен.

Бутадиен-1,3 (дивинил), изопрен. Промышленный синтез и применение. Электрофильный механизм присоединения галогенов и галогенводородов. Полимеризация диенов. Понятие о природном каучуке. Синтетический каучук.

Алкины. Способы получения ацетиленов. Электронное строение. Химические свойства: гидрирование, присоединение галогенов и галогенводородов, гидратация по Кучерову, присоединение по карбонильной группе, димеризация и тримеризация алкинов.

Арены. Ароматичность. Физические свойства. Методы получения. Химические свойства. Электрофильное замещение: галогенирование, нитрование, сульфирование, алкилирование (реакция Фриделя-Крафтса), согласованная и несогласованная ориентация. Реакции присоединения к бензольному кольцу: гидрирование, присоединение галогена (гексахлоран). Реакции галогенирования в ядро и боковую цепь. Реакции окисления гомологов бензола. Понятие о полициклических ароматических соединениях (нафталин, антроцен, фенантрен, безо-пирен и др.). Инсектициды. Канцерогены.

Галогенпроизводные углеводородов. Классификация и изомерия. Общие способы получения. Химические свойства моногалогенпроизводных алканов: замещение галогена на водород, гидроксил, аминогруппу и нитрильную группу. Реакции отщепления (элиминирование) галогена. Химические особенности галогенпроизводных с несколькими атомами галогена у одного углеродного атома (их омыление). Дихлорэтан, хлороформ, фреоны, их применение. Тефлон, силикон. Применение галогенпроизводных.

Терпены и стероиды. Природные источники изопреноидов. Живица. Канифоль. Скипидар. Понятие о терпенах и эфирных маслах. Моноциклические терпены: лимонен, ментол. Бициклические терпены: Понятие о стероидах: стерины, желчные кислоты, стероидные гормоны.

17. Кислородсодержащие органические соединения

Спирты. Классификация. Способы получения. Химические свойства спиртов. Окисление первичных, вторичных и третичных спиртов. Дегидратация и дегидрирование. Метиловый и этиловый спирты, их получение и значение.

Двухатомные спирты (гликоли). Получение. Химические свойства. Трехатомные спирты. Глицерин. Способы получения. Глицераты. Глицериды. Продукты окисления глицерина. Понятие о многоатомных спиртах. Эритриты. Пентиты. Гекситы. Непредельные спирты: виниловый и аллиловый спирты.

Фенолы. Природные источники и способы получения фенолов из ароматических углеводородов, их галогенпроизводных и аминов. Взаимное влияние радикала и функциональной группы. Бромирование, нитрование и окисление фенола. Качественные реакции. Нитрофенолы, их получение, свойства и значение. Пикриновая кислота. Двухатомные фенолы: пирокатехин, резорцин, гидрохинон; их строение, свойства и значение. Взаимное превращение «хинон-гидрохинон». Хингидрон. Трехатомные фенолы: пирогаллол, флороглюцин, оксигидрохинон, витамин Е.

Простые эфиры. Строение, номенклатура и изомерия простых эфиров.

Способы получения. Физические и химические свойства простых эфиров.

Альдегиды и кетоны. Способы получения. Химические свойства альдегидов и кетонов. Ацетали, кетали. Реакция с аммиаком, гидразином, фенилгидразином, семикарбазидом. Реакции с участием α -водородного атома: галогенирование, альдольная и кротоновая конденсация. Окисление альдегидов и кетонов. Сходство и различия альдегидов и кетонов. Муравьиный альдегид (формальдегид), получение и свойства. Уксусный альдегид. Ацетон, получение, свойства и применение. Непредельные альдегиды. Акролеин, его получение и свойства. Ароматические альдегиды и кетоны: бензальдегид, ацетофенон и бензофенон. Витамины группы К. Применение в технике, сельском хозяйстве и медицине.

Карбоновые кислоты: классификация и методы получения. Физические и химические свойства кислот. Функциональные производные карбоновых кислот: соли, галогенангидриды, сложные эфиры, амиды, нитрилы. Хлорирование кислот. Пальмитиновая и бензойная кислоты. Стеариновая кислота. Ароматические кислоты. Нахождение в природе.

Дикарбоновые кислоты. Щавелевая, малоновая, янтарная, глутаровая и адипиновая кислоты. Особые свойства метиленовой группы малонowego эфира. Ангидриды дикарбоновых кислот. Фталевая кислота. Терфталевая кислота и синтетическое волокно на ее основе.

Непредельные кислоты. Акриловая кислота, ее эфиры, нитрил. Метакриловая кислота. Оргстекло. Фумаровая и малеиновая кислоты. Олеиновая, линолевая, линоленовая кислоты. Эруковая кислота, ее нахождение в природе.

Оксикислоты: изомерия и получение оксикислот. Реакции по гидроксильной и карбонильной группам. Дегидратация α , β и γ -оксикислот. Лактиды. Лактоны. Представители оксикислот: гликолевая, молочная, яблочная, винные кислоты, лимонная кислота. Сегнетова соль и реактив Фелинга. Фенолкарбоновые кислоты. Салициловая кислота.

Альдегидо- и кетокислоты. Одноосновные альдегидо- и кетокислоты: глиоксиловая, пировиноградная, ацетоуксусная и левулиновая. Получение. Химические свойства. Реакции восстановления, превращение в аминокислоты. Ацетоуксусный эфир.

Сложные эфиры. Получение из кислот (этерификация), хлорангидридов и ангидридов. Понятие о механизме реакций этерификации, переэтерификация.

Липиды. Жиры. Состав и строение. Классификация жиров. Химические свойства: омыление, гидрогенизация. Прогоркание жиров. Превращение жидких жиров в твердые. Техническая переработка и использование. Олифа, сиккативы, мыла. Детергенты. Синтетические моющие средства, проблема уничтожения их отходов. Сложные липиды. Фосфолипиды: лецитины и кефалины. Состав и строение. Биологическое значение.

Углеводы. Моносахариды. Классификация по числу углеродных атомов, по характеру карбонильной группы. Альдопентозы (рибоза, дезоксирибоза, ксилоза) и альдогексозы (глюкоза, манноза, галактоза), их строение. Фруктоза как представитель кетоз. Строение и свойства, отличие от глюкозы.

Структурная изомерия (положения карбонильной группы). D- и L-ряды. Проекционные формулы Фишера. Таутомерия. Мутаротация. Пирозная и фуранозная формы. Аномеры. Формулы Хеуорса и конформационные формулы. Полуацетальный (гликозидный) гидроксил. Физические и химические свойства. Характерные особенности полуацетального гидроксила. Гликозиды. Восстановление, окисление и ацилирование. Уроновые и сахарные кислоты. Эпимеризация. Аскорбиновая кислота.

Олигосахариды. Восстанавливающие дисахариды: мальтоза, лактоза, целлобиоза. Их образование и строение. Невосстанавливающие дисахариды (сахароза). Образование и строение. Гидролиз. Инвертный сахар.

Полисахариды. Крахмал, гликоген. Строение и свойства. Гидролиз крахмала. Инулин: строение, гидролиз и значение. Целлюлоза (клетчатка). Строение и химические свойства. Эфиры целлюлозы. Гидролиз целлюлозы и его использование. Понятие о пектиновых веществах.

18. Азотсодержащие органические соединения

Амины. Классификация аминов, их номенклатура. Получение и физические свойства. Химические свойства аминов. Солеобразование, алкилирование, ацилирование, действие азотистой кислоты. Моноамины. Четвертичные аммониевые основания. Диамины. Аминоспирты: этаноламин, холин, их строение. Ацетилхолин. Хлорхолинхлорид. Амины ароматического ряда. Получение из нитросоединений по реакции Зинина. Химические свойства. Взаимное влияние радикала и функциональной группы. Солеобразование, алкилирование, ацилирование аминогруппы. Реакция с азотистой кислотой первичных ароматических аминов (диазотирование).

Амиды. Номенклатура и получение из кислот, гало-генангидридов, сложных эфиров и нитрилов. Химические свойства: гидролиз, дегидратация, восстановление. Ацетамид. Полиакриламид, свойства и применение. Амиды угольной кислоты. Карбаминовая кислота. Применение ее производных в качестве пестицидов. Мочевина. Получение, свойства и применение. Биурет.

Аминокислоты. Классификация, изомерия и распространение в природе. Способы получения из галогензамещенных кислот, альдегидов и кетонов, альдегидо- и кетокислот. Физические и химические свойства. Амфотерная природа аминокислот, изоэлектрическая точка. Действие азотистой кислоты и формалина. Реакции с нингидрином. Образование хелатов. Биохимическое декарбоксилирование, дезаминирование. Отношение α -, β - и γ - аминокислот к нагреванию. Отдельные представители: глицин, аланин, валин, лейцин, изолейцин, серин, треонин, цистеин, цистин, метионин. Представители диаминомонокарбоновых кислот: лизин, аргинин (орнитин). Дикарбоновые аминокислоты: аспарагиновая и глутаминовая кислоты и их амиды (аспарагин, глутамин). Ароматические аминокислоты: пролин, окипролин, триптофан, гистидин. Заменяемые и незаменимые аминокислоты.

Белки и пептиды. Распространение в природе. Классификация белков. Строение. Образование из аминокислот. Аминокислотный состав. Первичная,

вторичная, третичная и четвертичная структура белковых молекул. Многообразие белков и их роль в природе. Физические и химические свойства. Осаждение, изоэлектрическая точка. Кислотный и ферментативный гидролиз. Качественные реакции.

19. Гетероциклические соединения

Классификация. Ароматичность гетероциклических соединений. Пятичленные гетероциклы с одним гетероатомом: пиррол, фуран, тиофен, их взаимное превращение. Способность к реакциям электрофильного замещения, ацидофобность (на примере пиррола). Основность пиррола и пирролидина. Пиррол как структурная единица порфиринов. Понятие о строении хлорофилла и гемина. Индол, ароматичность его строения, реакционная способность. Триптофан и продукты его метаболизма: триптамин, индолилуксусная кислота (гетероауксин). Пиридин как представитель шестичленных азотистых гетероциклов. Ароматичность. Основные свойства пиридина. Никотиновая кислота, никотинамид (витамин РР).

Понятие об алкалоидах. Понятие об антибиотиках. Гетероциклы с двумя гетероатомами. Имидазол. Его важнейшие производные: гистидин, гистамин. Пиримидин. Производные пиримидина: цитозин, урацил, тимин; их таутомерные формы. Пурин как ароматический гетероцикл. Реакционная способность пурина. Производные пурина: аденин, гуанин; их таутомерные формы. Кофеин. Мочевая кислота.

Нуклеиновые кислоты. Нуклеопротеиды. Нуклеиновые кислоты, их состав. Общая классификация (ДНК, РНК). Нуклеотиды, нуклеозиды. Первичная структура нуклеиновых кислот. Правило Чаргаффа. Вторичная структура нуклеиновых кислот. Комплементарные основания. Биологическое значение нуклеиновых кислот.

ФИЗИЧЕСКАЯ И КОЛЛОИДНАЯ ХИМИЯ

20. Агрегатные состояния вещества

Фаза. Фазовые переходы. Понятие о мезофазе. Равновесие между фазами для чистых веществ. Диаграмма состояния. Состояние вещества: газообразное, твердое, жидкое, плазма. Газообразное состояние. Уравнение состояния идеального газа. Парциальное давление. Закон Дальтона. Кинетическая теория газов. Реальные газы. Уравнение состояния реальных газов. (Уравнение Ван-дер-Ваальса). Конденсация газов и критическое состояние. Твердое состояние. Кристаллические системы. Типы кристаллических решеток. Аморфное состояние. Жидкое состояние и его особенности. Жидкие кристаллы. Плазма и ее виды.

21. Химическая термодинамика и термохимия

Предмет химической термодинамики. Термодинамическая система и внешняя среда. Состояния системы, параметры состояния, экстенсивные и интенсивные свойства. Функции состояния. Термодинамические процессы.

Энергия и ее виды. Внутренняя энергия.

Первый закон термодинамики. Энтальпия. Связь между внутренней энергией и энтальпией.

Термохимия. Тепловой эффект реакции. Стандартное состояние и энтальпия образования вещества. Закон Г. И. Гесса и его следствия. Применение закона Гесса к расчету тепловых эффектов.

Второй закон термодинамики. Энтропия, ее изменение в обратимых и необратимых процессах. Энтропия изолированной, закрытой и открытой системы. Энтропия в биологических системах.

Третий закон термодинамики. Свободная энергия при постоянном давлении (энергия Гиббса). Свободная энергия и направление химических реакций. Понятие об экзергонических и эндэргонических реакциях. Стандартная свободная энергия образования соединений. Изменение свободной энергии при изменении температуры и давления.

Соотношение между термодинамическими функциями. Понятие о химическом потенциале. Константа химического равновесия и ее связь с изменением свободной энергии.

22. Коллигативные свойства растворов

Разбавленные растворы. Законы Рауля. Понижение давления насыщенного пара растворителя над раствором. Температуры замерзания и кипения разбавленных растворов. Криоскопия. Эбулиоскопия. Применение криоскопического и эбулиоскопического метода для определения концентрации и молекулярной массы растворенного вещества.

Осмоз. Осмотическое давление разбавленных растворов. Закон Вант-Гоффа. Определение осмотического давления растворов криоскопическим методом. Биологические процессы и осмос. Изотонический коэффициент. Отклонение свойств растворов электролитов от законов Рауля и Вант-Гоффа.

23. Растворы электролитов и буферные системы

Слабые электролиты. Равновесие в растворах слабых электролитов. Константа диссоциации. Расчет pH в растворах кислот и щелочей. Константы гидролиза. Расчет pH водных растворов солей. Сильные электролиты. Активность, коэффициент активности. Ионная сила растворов.

Буферные системы, их состав и механизм действия. Расчет pH буферных систем, влияние различных факторов на pH буферных систем. Буферная емкость, влияние различных факторов на буферную емкость. Биологическое значение буферных систем.

24. Электрохимия и электрическая проводимость растворов электролитов

Проводники первого и второго рода. Электродные процессы. Двойной электрический слой и его строение. Электроды и их классификация. Электродные потенциалы, стандартный потенциал. Ряд напряжений. Уравнение электродного потенциала Нернста. Классификация электродов. Электроды первого рода. Электроды второго рода. Окислительно-восстановительные электроды. Электроды индикаторные (измерительные) и электроды сравнения.

Обратимые и необратимые гальванические элементы. ЭДС гальванических элементов и их измерение. Термодинамика гальванических элементов. Химические цепи. Концентрационные цепи. Диффузионный потенциал и методы его устранения. Биологические мембраны, мембранный потенциал, их роль в жизни растений и животных.

Скорости движения ионов. Удельная электрическая проводимость, ее зависимость от различных факторов. Молярная электрическая проводимость, ее зависимость от разбавления. Молярная электрическая проводимость при бесконечном разбавлении. Закон независимости движения ионов (закон Кольрауша). Электролитическая подвижность ионов.

Определение степени и константы диссоциации слабых электролитов, коэффициента электрической проводимости сильных электролитов и произведения растворимости малорастворимых электролитов.

Кондуктометрическое титрование. Применение методов электрической проводимости для определения влажности сельскохозяйственной продукции и почв.

Потенциометрия. Стеклоэлектрод с водородной функцией. Потенциометрический метод измерения рН. Потенциометрическое титрование. Ионоселективные электроды. Определение натрия и калия в почвах и растениях. Окислительно-восстановительные потенциалы почв и их измерение.

25. Поверхностные явления

Свободная энергия поверхности раздела фаз. Сорбционные процессы. Адсорбция и ее виды. Адсорбция на поверхности раздела «твердое тело – газ». Теория молекулярной адсорбции Ленгмюра, изотерма адсорбции. Уравнения Фрейндлиха.

Поверхностное натяжение. Адсорбция на границе раздела «жидкость – газ». Уравнение Гиббса. Поверхностно-активные вещества (ПАВ) и поверхностно-инактивные вещества (ПИВ). Правило Траубе-Дюкло.

Адсорбция на границе «твердое тело – жидкость». Гидрофильные и гидрофобные поверхности. Смачивание. Краевой угол смачивания. Капиллярное давление. Ионообменная адсорбция.

26. Коллоидные системы: их получение и очистка

Предмет и задачи коллоидной химии. Дисперсные системы. Дисперсная фаза и дисперсионная среда. Классификация дисперсных систем. Природа коллоидных систем.

Конденсационные методы получения коллоидных растворов: замена растворителя, гидролиз, обменные реакции, окисление, восстановление.

Дисперсионные методы получения коллоидных растворов: раздробление, электрическое распыление, раздробление при помощи ультразвука.

Пептизация. Методы очистки коллоидных систем; диализ, электродиализ, ультрафильтрация, электроультрафильтрация, ультрацентрифугирование.

27. Молекулярно-кинетические и оптические свойства коллоидных систем

Броуновское движение. Диффузия, коэффициент диффузии. Осмотическое давление. Седиментация. Седиментационно-диффузное равновесие. Вязкость. Значение молекулярно-кинетических факторов в процессах почвообразования и генезиса почв.

Поглощение и рассеивание света коллоидными системами. Эффект Фарадея-Тиндаля. Закон Рэлея. Ультрамикроскопия. Электронная микроскопия и рентгенография при изучении структуры коллоидных частиц. Нефелометрия.

28. Электрические свойства коллоидных систем

Двойной электрический слой. Строение мицелл. Термодинамический и электрокинетический потенциал. Изоэлектрическое строение. Электрокинетические явления. Электрофорез и электроосмос. Заряд поверхности частиц. Высокодисперсные почвы. Почвенные коллоиды.

29. Устойчивость и коагуляция коллоидных систем

Кинетическая и агрегативная устойчивость. Факторы устойчивости. Коагуляция. Коагуляция электролитами, правило Шульце-Гарди. Коагуляция и электрокинетический потенциал. Критический потенциал, зоны коагуляция, перезарядка. Коагуляция смесью электролитов. Взаимная коагуляция коллоидов. Теории коагуляции. Кинетика коагуляции.

Явление старения зольей. Стабилизация коллоидных систем. Защита коллоидов. Роль процессов коагуляции в образовании почв.

30. Растворы высокомолекулярных соединений

Специфические особенности растворов высокомолекулярных соединений (ВМС). Классификация растворов ВМС. Сходства и различия растворов ВМС с коллоидными системами и истинными растворами. Термодинамическая устойчивость растворов ВМС. Молекулярно-кинетические, оптические и электрические свойства растворов ВМС. Изоэлектрическое состояние и изоэлектрическая точка ВМС. Мембранное равновесие Доннана.

Набухание и растворение ВМС. Степень и скорость набухания. Факторы набухания. Вязкость растворов ВМС, зависимость от рН среды, концентрации, температуры. Нарушение устойчивости растворов ВМС. Высаливание, коацервация, расслоение, денатурация. Лиотропные ряды.

31. Микрогетерогенные системы. Гели и студни

Суспензии, их свойства, методы получения и стабилизации. Эмульсии. Пены. Дымы и туманы (аэрозоли). Практическое значение микрогетерогенных систем.

Полуколлоидные системы. Мыла. Моющие действия мыл. Защита окружающей среды от загрязнений.

Получение гелей и студней. Классификация гелей. Физико-химические свойства студней и гелей. Гели полиэлектролитов. Тиксотропия. Синерезис.

IV. ИНФОРМАЦИОННО-МЕТОДИЧЕСКАЯ ЧАСТЬ

4.1. Литература

Основная

1. Ахметов, Н. С. Общая и неорганическая химия: учебник для вузов / Н. С. Ахметов. – М.: Высш. шк., 2006. – 743 с.
2. Барковский, Е. В. Аналитическая химия: учеб. пособие / Е. В. Барковский. – Минск: Выш. шк., 2004. – 351 с.
3. Белясова, Н. А. Биохимия и молекулярная биология: учеб. пособие / Н. А. Белясова. – Минск: Книжный дом, 2004. – 416 с.
4. Введение в лабораторный практикум по неорганической химии: учеб. пособие / В. В. Свиридов, Г. А. Попкович [и др.]. – Минск: Выш. шк., 2003. – 96 с.
5. Введение в химию биогенных элементов и химический анализ: учеб. пособие / Е. В. Барковский [и др.]. – М.: Высш. шк., 1997. – 126 с.
6. Гольбрайх, З. Е. Сборник задач и упражнений по химии: учеб. пособие / З. Е. Гольбрайх. – М.: ООО «Издательство Астрель», 2004. – 383 с.
7. Грандберг, И. И. Органическая химия: учебник для студ. вузов, обучающихся на агрономических специальностях / И. И. Грандберг. – М.: Дрофа, 2004. – 672 с.
8. Князев, Д. А. Неорганическая химия: учебник для вузов / Д. А. Князев, С. Н. Смарилин. – М.: Высш. шк., 1990. – 430 с.
9. Общая химия: задачи, вопросы, упражнения: учеб. пособие для студентов учреждений высшего образования по естественнонаучным специальностям / И. Е. Шиманович [и др.]; под ред. И. Е. Шимановича. – Минск: Народная асвета, 2020. – 319 с.
10. Химия. Лабораторный практикум: учеб. пособие / А. Р. Цыганов, О. В. Поддубная, И. В. Ковалева, Т. В. Булак. – Минск: ИВЦ Минфина, 2015. – 320 с.
11. Цитович, Н. К. Курс аналитической химии: учебник для вузов / Н. К. Цитович. – СПб.: Лань, 2004. – 495 с.
12. Цыганов, А. Р. Сборник задач и упражнений по химии: учеб. пособие / А. Р. Цыганов, О. В. Поддубная. – Минск: ИВЦ Минфина, 2013. – 236 с.

Дополнительная

1. Дорохова, Е. Н. Аналитическая химия. Физико-химические методы анализа: учебник для почвенно-агрохимических специальностей / Е. Н. Дорохова, Г. В. Прохорова. – М.: Высш. шк., 1991. – 354 с.
2. Жарский, И. М. Теоретические основы химии: сборник задач: учеб. пособие. – Минск: Аверсев, 2004. – 397 с.
3. Слесарев, В. И. Химия: основы химии живого: учебник для вузов / В. И. Слесарев. – СПб: Химиздат, 2001. – 784 с.
4. Степин, Б. Д. Неорганическая химия: учебник для вузов / Б. Д. Степин, А. А. Цветков. – М.: Высш. шк., 1994. – 608 с.

5. Щербина, А. Э. Органическая химия. Задачи и упражнения: учеб. пособие / А. Э. Щербина, Л. Г. Матусевич, И. В. Сенько. – Минск: Новое знание, 2007. – 304 с.

Справочники:

1. Лидин, Р. А. Химические свойства неорганических веществ / Р. А. Лидин; под ред. Р. А. Лидина. – 5-е изд., стер. – М.: КолосС, 2008, – 480 с.

4.2. Методические рекомендации по организации и выполнению самостоятельной работы

При организации самостоятельной работы студентов, кроме использования при изучении лекционных материалов (включая электронные и бумажные тексты лекций), учебников, учебно-методических пособий, реализуются следующие формы самостоятельной работы: подготовка рефератов и (или) презентаций по темам, выносимым на самостоятельное изучение.

4.3. Перечень рекомендуемых средств диагностики компетенций

Для оценки учебных достижений обучающихся в приобретении компетенций рекомендуется использовать следующий диагностический инструментарий:

- проведение текущих опросов;
- сдача модулей;
- оформление выполненных лабораторных работ;
- сдача зачета, экзамена.

4.4. Методы (технологии) обучения

В процессе освоения учебной дисциплины используется модульно-рейтинговая технология.

Основными методами являются:

- элементы проблемного изучения учебной дисциплины, реализуемые на лекционных занятиях и при самостоятельной работе;
- элементы учебно-исследовательской деятельности, реализуемой на лабораторных занятиях и при самостоятельной работе.