

МЧС РОССИИ

Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение
высшего образования

«Уральский институт Государственной противопожарной службы
Министерства Российской Федерации по делам гражданской обороны,
чрезвычайным ситуациям и ликвидации последствий стихийных бедствий»

ХИМИЯ

МЕТОДИЧЕСКИЕ РЕКОМЕНДАЦИИ ПО ИЗУЧЕНИЮ ДИСЦИПЛИНЫ

Направление подготовки 20.03.01 Техносферная безопасность
Профиль: надзорно-профилактическая деятельность

Екатеринбург
2025

Химия [Электронный ресурс]: методические рекомендации по изучению дисциплины. Направление подготовки 20.03.01 Техносферная безопасность. Профиль: надзорно-профилактическая деятельность / сост.: С.Н. Пазникова. – Екатеринбург : Уральский институт ГПС МЧС России, 2025. – 26 с.

Составитель:
Пазникова С.Н., доцент кафедры химии и процессов горения Уральского института ГПС МЧС России, к.т.н., доцент

Методические рекомендации по дисциплине «Химия» предназначены для курсантов и студентов, обучающихся по направлению подготовки 20.03.01 Техносферная безопасность, профиль: надзорно-профилактическая деятельность, и составлены в соответствии с требованиями Федерального государственного образовательного стандарта высшего образования по направлению подготовки 20.03.01 Техносферная безопасность, профиль: надзорно-профилактическая деятельность, согласно рабочей программе дисциплины «Химия».

Рассмотрено и одобрено к использованию в образовательном процессе на заседании кафедры от 11.12.2025г., протокол №4

© ФГБОУ ВО «Уральский институт ГПС МЧС России», 2025 г.

СОДЕРЖАНИЕ

ВВЕДЕНИЕ …….. 4
1. Требования к результатам освоения дисциплины…… 5
2. Структура дисциплины…… 6
3. Рекомендации по темам дисциплины……. 7
4. Наполнение фондов оценочных средств для разных видов и форм контроля ……..…… 11
5. Рекомендации для обучающихся по освоению дисциплины…..…… 25
6. Перечень основной и дополнительной учебной литературы, необходимой для освоения дисциплины 26

ВВЕДЕНИЕ

Методические рекомендации по дисциплине «Химия» по направлению подготовки 20.03.01 Техносферная безопасность (уровень бакалавриата), профиль: надзорно-профилактическая деятельность, составлены в соответствии с требованиями Федерального государственного образовательного стандарта по данной специальности и согласно рабочей программы дисциплины «Химия».

Целями освоения дисциплины «Химия» являются:

- формирование современных научных представлений о веществе, его свойствах, о методах идентификации различных соединений.

- приобрести знания, которые помогут решать профессиональные вопросы, связанные с реакционной способностью и совместимостью веществ, обращении с токсичными веществами, ознакомиться с методологией химических расчетов.

Для достижения данных целей предусматривается решение следующих основных задач:

- Изучить основные теоретические положения современной химии.

- Ознакомиться с методологией постановки химического эксперимента, обработки эмпирических данных.

- Научиться оценивать потенциальную опасность химических веществ, в различных средах, и их влияние на живой организм и вырабатывать стратегию действий по защите окружающей среды.

- Ориентироваться в вопросах связанных с совместимостью веществ, в том числе с водой, владеть способами дегазации токсичных веществ.

- Сформировать навыки химического мышления у обучающихся.

В результате изучения курса химии, обучающиеся должны приобрести знания, которые помогут решать профессиональные вопросы, связанные с реакционной способностью и совместимостью веществ, в том числе с водой, способах дегазации токсичных веществ, ориентироваться в многочисленном многообразии соединений, устанавливать связь между строением и свойствами веществ, проведение лабораторных исследований.

1. Перечень результатов обучения по дисциплине химия, соотнесенных с результатами освоения основной профессиональной образовательной программы

Результат освоения образовательной программы	Содержание компетенции	Уровень сформированности	Результат обучения по дисциплине
РО-2.1 Способность использовать научные знания и методологию для решения профессиональных задач, в том числе с применением современных информационных технологий	**ОПК-1.** Способен учитывать современные тенденции развития техники и технологий в области техносферной безопасности, измерительной и вычислительной техники, информационных технологий при решении типовых задач в области профессиональной деятельности, связанной с защитой окружающей среды и обеспечением безопасности человека	пороговый	Знать: основы высшей математики, физики, химии, электротехники, вычислительной техники и программирования Уметь: решать стандартные профессиональные задачи с применением естественнонаучных и общеинженерных знаний, методов математического анализа и моделирования Владеть: навыками теоретического и экспериментального исследования объектов профессиональной деятельности
	ПК-1. Способен понимать основные закономерности процессов возникновения горения и взрыва, распространения и прекращения горения, способен прогнозировать размеры зон воздействия опасных факторов при авариях и пожарах в помеще-	пороговый	Знать: основные закономерности процессов возникновения горения и взрыва, распространения и прекращения горения; об особенностях динамики пожаров, механизмах действия, номенклатуре и способах применения огнетушащих веществ и составов

	ниях, зданиях и сооружениях, открытых технологических установках, использовать методики определения пожарно-технических характеристик строительных конструкций, зданий и сооружений, технологического оборудования по критериям надежности и работоспособности.		Уметь: определять показатели пожаровзрывоопасности, токсичности, дымообразующей способности веществ и материалов, навыками оценки эффективности огнетушащих составов Владеть: методами анализа пожарной опасности и обеспечения пожарной безопасности технологического оборудования с пожаровзрывоопасными средами и определения категорий помещений, зданий и наружных установок по взрывопожарной и пожарной опасности

2. Структура дисциплины

Общая трудоемкость дисциплины составляет 5 зачетных единиц или 180 ч. В таблице представлено распределение тем и формы аттестации для очной формы обучения

Распределение тем дисциплины «Химия»
по очной форме обучения

№ п/п	Наименование частей, разделов и тем
1	Классификация и свойства опасных химических веществ
2	Основные закономерности протекания химических процессов
3	Химия растворов
4	Электрохимические процессы

5	Основные теоретические положения органической химии
6	Особенности протекания реакций и свойств органических соединений
7	Полимеры и материалы на их основе
8	Спектральные методы идентификации органических веществ
Промежуточная аттестация - экзамен	

3. Рекомендации по темам дисциплины

В данном разделе методических рекомендаций приведены основные дидактические единицы изучаемой темы, указаны ссылки на литературу. По каждой теме приведены типовые задания (задачи).

Тема 1. Классификация и свойства опасных химических веществ.

Химическая номенклатура неорганических веществ. Связь между классами неорганических соединений. Специфические межмолекулярные взаимодействия. Основные типы химических реакций. Свойства основных классов неорганических соединений. Качественные реакции на катионы. Качественные реакции на анионы. Химические вещества и опасности, связанные с ними. Классификация по типам опасностей, связанных с обращением с химическими веществами. Классификация химических веществ по степени воздействия на организм человека. Группы хранения химических веществ. Процедуры хранения химических веществ. Токсичность. Виды токсического действия химических веществ на организм.

Типовые практические задания:

1. Напишите уравнения возможных реакций предложенных соединений с NaOH и H_2SO_4:

$$SO_3,\ NiO,\ Sn(OH)_2,\ FeCl_3$$

2. Напишите уравнения реакций соответствующие превращениям

$$(ZnOH)_2SO_4 \rightarrow ZnSO_4 \rightarrow Zn(OH)_2 \rightarrow Na_2ZnO_2$$

Литература:

Основная: 2 - 4;

Дополнительная: 7.

Тема 2. Основные закономерности протекания химических процессов

Энергетика химических процессов: параметры состояния и термодинамические функции состояния. Внутренняя энергия системы. Закон сохранения энергии. Энтальпия. Теплоемкость. Закон Гесса. Теплоты образования и горения вещества. Термохимические расчеты, их использование в пожарно-технических расчетах. Второй закон термодинамики и его приложение. Энтропия. Энергия Гиббса. Химико-термодинамические расчеты. Тепловые эффекты.

Изменение энтропии в химических процессах и при фазовых переходах. Уравнение Аррениуса. Энергия активации химического процесса. Скорость реакции и методы ее регулирования. Закон действующих масс. Константа скорости химической реакции. Эмпирическое правило Вант - Гоффа. Химическое и фазовое равновесие. Константа равновесия обратимой реакции. Связь энергии Гиббса и константы равновесия. Принцип Ле Шателье.

Типовые практические задания:

1. Для реакции, уравнение которой:

$2H_2S_{(г)} + SO_{2(г)} = 3S_{(ромб)} + 2H_2O_{(ж)}$

а) рассчитать стандартную энтальпию и энтропию;

б) в каком направлении (прямом или обратном) будет протекать реакция при 298К;

в) рассчитать температуру, при которой равновероятны оба процесса;

г) предложить способы увеличения концентрации продуктов равновесной смеси.

2. При полном сгорании $CH_{4\ (г)}$ - метана с образованием газообразной воды выделилось 6023 кДж теплоты. Найти объем, вступившего в реакцию метана (условия нормальные). При решении использовать табл. значения энтальпии образования участвующих веществ.

3. При 50°С некоторая реакция заканчивается за 20 мин. Принимая температурный коэффициент скорости реакции равным 2, рассчитать за какое время завершится данная реакция при 80°С.

Литература:

Основная: 2 - 4;

Дополнительная: 7.

Тема 3. Химия растворов.

Классификация растворов. Способы выражения состава растворов. Растворы неэлектролитов. Осмотическое давление растворителя. Парциальное давление, закон Дальтона. Понижение температуры замерзания и повышение температуры кипения растворителя. Антифризы.

Растворимость и факторы, влияющие на нее. Растворимость газов в жидкостях. Закон Генри. Растворимость твердых веществ в жидкостях. Произведение растворимости. Жесткость воды и способы ее устранения.

Теория электролитической диссоциации Аррениуса. Современные представления о процессе диссоциации. Степень диссоциации. Сила электролитов. Константы кислотности и основности. Сильные электролиты.

Свойства кислот, оснований и солей с точки зрения теории электролитической диссоциации. Ионно-молекулярные уравнения.

Диссоциация воды. Ионное произведение воды. Водородный показатель.

Гидролиз солей. Константа гидролиза. Факторы, влияющие на степень гидролиза.

Типовые практические задания:

1. Смешали 50 мл 10 %-го раствора серной кислоты плотностью 1,069 г/мл и 150 мл 30 %-го раствора той же кислоты, плотностью 1,224 г/мл. Чему равна массовая доля кислоты в конечном растворе?
2. При какой температуре будет кристаллизоваться 20 %-ный раствор пропилового спирта в воде?
3. Для соединений K_2SiO_3, H_3PO_4, $Zn(OH)_2$:
   - укажите их класс;
   - напишите уравнения диссоциации;
   - уравнения возможных реакций (в молекулярной и ионной формах) взаимодействия с H_2SO_4 и NaOH.
4. Напишите уравнения реакций в молекулярной и ионной формах для следующих превращений:

$$NiSO_4 \rightarrow Ni(NO_3)_2 \rightarrow NiOHNO_3$$

5. Рассмотрите возможность протекания гидролиза солей $ZnSO_4$, NaCN, KNO_3, укажите область значений pH растворов (>, ≈, < 7), ответ подтвердите уравнениями реакций.

Литература:

Основная: 2 - 4;

Дополнительная: 7.

Тема 4. Электрохимические процессы

Важнейшие окислители и восстановители и их пожароопасные свойства. Составление уравнений окислительно-восстановительных реакций методом электронно-ионного баланса. Обеспечение безопасности объектов по хранению и переработке окислителей и восстановителей.

Классификация процессов коррозии. Условия возникновения коррозионного процесса. Методы защиты металлов от коррозии (протекторная, катодная, анодная, химическая, антикоррозионные покрытия).

Электролиз. Законы электролиза. Особенности электрохимических реакций при электролизе. Электрохимическая поляризация, перенапряжение. Пожарная опасность процессов электролиза.

Типовые практические задания:

1. Рассчитайте степень окисления подчеркнутых элементов $\underline{Mn}O_2$, $\underline{Se}O_4^{2-}$, $\underline{Cd}$, $\underline{N}H_3$. Объясните, какую роль они могут выполнять в окислительно-восстановительных (ОВР) реакциях: быть: а) только окислителем; б) толь-

ко восстановителем; г) и окислителем и восстановителем.
2. Составьте электронно-ионные схемы и молекулярные уравнения ОВР: $K_2Cr_2O_7 + KI + H_2SO_4 \rightarrow Cr^{3+}, I_2$. Укажите окислитель и восстановитель.
3. Рассмотрите коррозию гальванопары Fe | Zn (коррозионная среда $H_2O + O_2$), используя потенциалы, укажите анод и катод соответствующей гальванопары, рассчитайте ЭДС, напишите уравнения анодного и катодного процессов, молекулярное уравнение реакции коррозии, укажите направление перемещения электронов в системе.
4. Рассмотрите катодные и анодные процессы при электролизе водного раствора LiBr с инертными электродами. Рассчитайте массу или объем (при нормальных условиях для газов) продуктов, выделяющихся на электродах при пропускании через раствор в течение 1 часа тока силой 1А.

Литература:
Основная: 2 - 4;
Дополнительная: 7.

Тема 5. Основные теоретические положения органической химии

Теория строения органических соединений, связь химических свойств со структурой молекул. Классификация, строение и номенклатура, типы изомерии, применение, основные представители алифатических, непредельных, ацетиленовых углеводородов, карбоциклических, соединений, полимеров, хладонов, аренов, гетероциклических соединений, азот, кислород и серусодержащих соединений.

Литература:
Основная: 1;
Дополнительная: 5, 6.

Тема 6. Особенности протекания реакций и свойств органических соединений

Классификация реагентов и реакций в органической химии. Виды химических систем. Химические свойства алифатических, непредельных, ацетиленовых углеводородов, карбоциклических соединений, полимеров, хладонов, аренов, гетероциклических соединений, азот, кислород и серусодержащих соединений. Высокомолекулярные соединения и их роль в природе и технике. Совершенствование тушения полярных органических жидкостей с помощью фторсинтетических пенообразователей.

Типовые практические задания:
1. Напишите структурные формулы изомеров для соединения, имеющего молекулярную формулу C_3H_8. Дайте названия изомерам.
2. Осуществите превращения:

а) $CH_3-CH_2-CH=CH_2 \xrightarrow{Br_2} \ldots\ldots \xrightarrow[\text{спирт}]{2KOH} \ldots\ldots \xrightarrow{NaNH_2} \ldots\ldots \xrightarrow{C_2H_5Br} \ldots\ldots$

3. Напишите структурные формулы изомеров для соединения, имеющего молекулярную формулу C_3H_8O. Дайте названия изомерам.
4. Напишите реакцию горения этанола.

Литература:
Основная: 1;
Дополнительная: 5, 6.

Тема 7. Полимеры и материалы на их основе.

Основные понятия химии ВМС. Классификация и номенклатура. Особенности протекания реакций полимеризации и реакций поликонденсации. Взаимосвязь строения полимеров с их химическими свойствами термостойкостью и горючестью. Общие сведения о полимерах и материалах на их основе. Токсичные продукты разложения и горения полимерных материалов. Полимераналогичные превращения. Полиорганосилоксаны, Фторопласты.

Типовые практические задания:
1. Напишите реакцию получения полиэтилена
2. Напишите реакцию получения поливинилхлорида

Литература:
Основная: 1.

Тема 8. Спектральные методы идентификации органических веществ

Спектральные методы анализа, применяемые для идентификации соединений. Масс-спектрометрия, Ик-, ЯМР-спектроскопия. Сущность методов. Устройство, принцип работы и характеристики применяемого оборудования. Используемые растворители. Подготовка проб для анализа. Интерпретация результатов. Факторы, влияющие на результаты исследований. Задачи решаемые с помощью спектральных методов анализа.

Литература:
Основная: 1.

4. Наполнение фондов оценочных средств для разных видов и форм контроля

4.1. Текущий контроль успеваемости
4.1.1 Активные формы контроля

<table>
<tr><th>Формы контроля</th><th>Наименование темы</th><th>Оцениваемые компетенции</th></tr>
<tr><td>Контрольная работа №1</td><td>Тема 1 Классификация и свойства опасных химических веществ,
Тема 2 Основные закономерности протекания химических процессов
<table>
<tr><td colspan="2">Контрольная работа №1</td></tr>
<tr><td>№</td><td>Вариант 1</td></tr>
<tr><td>1</td><td>Для реакции, уравнение которой:
$SO_{2(г)} + Cl_{2(г)} = SO_2Cl_{2(г)}$
а) рассчитать стандартную энтальпию и энтропию;
б) объяснить, какой из факторов: энтропийный или энтальпийный способствует самопроизвольному протеканию реакции в прямом направлении;
в) в каком направлении (прямом или обратном) будет протекать реакция при 298К;
г) рассчитать температуру, при которой равновероятны оба процесса;
д) предложить способы увеличения концентрации продуктов равновесной смеси.</td></tr>
<tr><td>2</td><td>При 30°С некоторая реакция заканчивается за 50 мин. Принимая температурный коэффициент скорости реакции равным 2,4, рассчитать за какое время завершится данная реакция: а) при 50°С; б) при 10°С.</td></tr>
<tr><td>3</td><td>Равновесие в системе:
$A_{(г)} + B_{(г)} \rightleftarrows 2C_{(г)}$
установилось при следующих концентрациях: [B] = 0,1 моль/л, [C] = 0,27 моль/л.
Определить исходную концентрацию вещества $[B]_0$ и константу равновесия, если исходная концентрация вещества $[A]_0$ = 0,22 моль/л.</td></tr>
<tr><td>4</td><td>Через некоторое время после начала реакции:
$A_{(г)} + 2B_{(г)} \rightleftarrows C_{(г)}$
Концентрации веществ составили (моль/л): [A] = 0,04; [B] = 0,08; [C] = 0,24. Каковы начальные концентрации веществ $[A]_0$ и $[B]_0$?</td></tr>
<tr><td>5</td><td>При полном сгорании $C_3H_{4\,(г)}$ - пропадиена с образованием жидкой воды выделилось 6226 кДж теплоты. Найти объем, вступившего в реакцию пропадиена (условия нормальные). При решении использовать табл. значения энтальпии образования участвующих веществ.</td></tr>
</table></td><td>ОПК-1, ПК-1</td></tr>
<tr><td>Контрольная работа №2</td><td>Тема 5 Основные теоретические положения органической химии, Тема 6 Особенности протекания реакций и свойств органических соединений
<table>
<tr><td></td><td colspan="2">Контрольная работа №3</td></tr>
<tr><td>№</td><td colspan="2">вариант 1</td></tr>
<tr><td>1</td><td>Для бутена-1</td><td>напишите формулу одного изомера и назовите его</td></tr>
</table></td><td>ОПК-1, ПК-1</td></tr>
</table>

<table>
<tr><td></td><td><table>
<tr><td></td><td>составьте уравнения реакций:</td><td>а) гидрирования, в присутствии Ni;</td></tr>
<tr><td></td><td></td><td>б) с Cl_2;</td></tr>
<tr><td></td><td></td><td>в) горения (расставьте коэффициенты)</td></tr>
<tr><td>2</td><td>Для 2-метилбутаналя</td><td>напишите формулу одного изомера и назовите его</td></tr>
<tr><td></td><td>составьте уравнения реакций:</td><td>а) окисления раствором $KMnO_4$</td></tr>
<tr><td></td><td></td><td>б) с CH_3MgCl, с последующим гидролизом продукта</td></tr>
<tr><td></td><td></td><td>в) горения (расставьте коэффициенты)</td></tr>
<tr><td>3</td><td>Напишите уравнения реакций для следующих превращений:</td><td>ацетилен→этаналь→этановая кислота→этилацетат</td></tr>
</table></td><td></td></tr>
<tr><td>Лабораторная работа №1</td><td>Тема 1. Классификация и свойства опасных химических веществ.
Содержание отчета:
1. Тема, цель работы.
2. Краткие теоретические сведения.
3. Реактивы.
4. Оборудование.
5. Наблюдения
6. Обработка результатов
7. Ответы на контрольные вопросы.
Контрольные вопросы
1. Какие вещества называются простыми, по каким свойствам они подразделяются на металлы и неметаллы?
2. Среди оксидов (CaO, SnO, NO, SO_3) найти амфотерный и показать его амфотерность уравнениями реакций.
3. Распределите предложенные соединения (Na_2SO_3, $Ba(OH)_2$, $HAlO_2$, SbOCl, $KAl(SO_4)_2$, $AlOH(NO_3)_2$, $KHSO_4$, K_2S) по классам: кислоты, основания, соли. Приведите названия всех веществ.
4. Из каких кислот (HCl, $H_2SO_{4(разб.)}$, $H_2SO_{4(конц.)}$, $HNO_{3(разб.)}$, $HNO_{3(конц.)}$, H_3PO_4) можно получить водород при их взаимодействии с цинком?
5. Напишите продукты возможных реакций:
$Ag + CuSO_4 =$
$Mg + ZnSO_4 =$
$Cu + MgSO_4 =$
$Zn + CuSO_4 =$
$Ag + ZnSO_4 =$
$Ag + MgSO_4 =$
6. Определите массовую долю примесей в 100 г известняка ($CaCO_3$), если при его термическом разложении выделилось 20 л CO_2.
7. Чем отличается протекание реакций между гидроксидами</td><td>ОПК-1, ПК-1</td></tr>
</table>

	алюминия и натрия в растворе и расплаве? Напишите уравнения реакций. 8. Приведите определение понятий эквивалент и эквивалентная масса химического элемента и соединения. 9. Эквивалентная масса какого элемента равна 1? 10. Вычислите молярную массу эквивалента элемента, оксид которого содержит 22,2 % кислорода. 11. Чему равна молярная масса эквивалента ортофосфорной кислоты, если 1 моль H_3PO_4 провзаимодействовал с 1 моль гидроксида калия? 12. Молярная масса эквивалента металла равна 56,2 г/моль. Вычислите массовую долю металла в его оксиде. 13. Какой объем кислорода (н.у.) потребуется для реакции с 15 г элемента, имеющего молярную массу эквивалента 3 г/моль?	
Лабораторная работа №2	Тема 2. Основные закономерности протекания химических процессов *Содержание отчета:* 1. Тема, цель работы. 2. Краткие теоретические сведения. 3. Реактивы. 4. Оборудование. 5. Наблюдения 6. Обработка результатов 7. Ответы на контрольные вопросы. *Контрольные вопросы* 1. Как называются реакции, идущие с выделением тепла, с поглощением? Какой знак имеют значения их энтальпий? 2. Почему энтальпия взаимодействия гидроксида натрия с различными сильными кислотами имеет одинаковое значение? 3. Почему процесс нейтрализации всегда происходит с выделением тепла, а растворение твердых солей не всегда? 4. Экспериментально установлено, что при взаимодействии 2,3 г натрия с водой выделяется 14,0 кДж теплоты. Вычислите энтальпию реакции. 5. По какому признаку реакции подразделяются на простые и сложные, гомогенные и гетерогенные? 6. Какие реакции называются сложными? Какая стадия сложной реакции является лимитирующей? 7. Перечислите факторы, от которых зависит скорость реакции. 8. Как формулируется и как записывается в математическом виде правило Вант-Гоффа? 9. Какая энергия называется энергией активации? Как она влияет на скорость химической реакции? Зависит ли она от температуры? 10. Каков физический смысл предэкспоненциального множителя в уравнении Аррениуса? От чего он зависит и не	ОПК-1, ПК-1

	зависит? 11. Кинетическое уравнение реакции имеет вид $V = k \cdot C_A \cdot C_B^0$. Как изменится скорость при увеличении концентраций А и В в 2 раза? Как при этом изменится константа скорости? 12. Напишите выражение для константы равновесия реакции $H_2 + I_2 \leftrightarrow 2HI$ Как изменится константа равновесия при увеличении концентрации продукта реакции (иодоводорода) в 2 раза? 13. Для реакции $Na_2CO_{3(к)} + CO_{2(г)} + H_2O_{(г)} \leftrightarrow 2NaHCO_{3(к)}$ запишите выражение для константы равновесия через равновесные концентрации (K_C) и равновесные парциальные давления (K_P). 14. Как повлияет на равновесие обратимой реакции $Fe_2O_{3(к)} + 3CO_{(г)} \leftrightarrow 2Fe_{(к)} + 3CO_{2(г)}$ увеличение давления? 15. Как повлияет на равновесие обратимой реакции $CaCO_{3(к)} \leftrightarrow CaO_{(к)} + CO_{2(г)}$; $\Delta H° = 171,4$ кДж повышение температуры? 16. Какие условия (температура, давление, концентрации участников реакции, катализатор) необходимы для повышения выхода хлора по обратимой реакции $4HCl_{(г)} + O_{2(г)} \leftrightarrow 2Cl_{2(г)} + 2H_2O_{(г)}$; $\Delta H° = –116,4$ кДж	
Лабораторная работа №3, 4	Тема 3. Химия растворов *Содержание отчета:* 1. Тема, цель работы. 2. Краткие теоретические сведения. 3. Реактивы. 4. Оборудование. 5. Наблюдения 6. Обработка результатов 7. Ответы на контрольные вопросы. *Контрольные вопросы* 1. Приведите формулы для вычисления всех способов выражения концентрации растворов: массовой доли, молярной, эквивалентной, моляльности, титра и мольной доли растворённого вещества. 2. Выведите формулы перехода от молярной концентрации к массовой доле растворенного вещества, моляльности и титру раствора. 3. Рассчитайте объем раствора гидроксида натрия с плотностью 1,15 г/мл, необходимый для приготовления 250 мл 0,08 М раствора. 4. Для нейтрализации 10 мл раствора гидроксида бария израсходовано 7 мл 0,1 н. азотной кислоты. Определите молярную концентрацию гидроксида бария. 5. Выведите математическое выражение закона химических эквивалентов применительно к растворам. 6. Выведите математическое выражение для расчета массы растворенного вещества, если известны его массовая доля, объём и плотность раствора.	ОПК-1, ПК-1

	7. Приведите два примера реакций с образованием практически нерастворимых и малорастворимых солей. Напишите их уравнения в молекулярном и ионно-молекулярном виде. 8. Приведите по одному-два примера реакций с образованием практически нерастворимых и малорастворимых кислот и оснований. Напишите их уравнения в молекулярном и ионно-молекулярном виде. 9. Приведите два примера реакций с образованием газообразных малорастворимых в воде веществ. Напишите их уравнения в молекулярном и ионно-молекулярном виде. 10. Приведите три примера реакций с образованием слабых электролитов. Напишите их уравнения в молекулярном и ионно-молекулярном виде. 11. Приведите по одному примеру реакций перевода кислой и основной соли в нормальные (средние) соли. Напишите их уравнения в молекулярном и ионно-молекулярном виде. 12. Напишите в молекулярном и ионно-молекулярном виде уравнения реакций амфотерного гидроксида хрома с серной кислотой и с раствором гидроксида калия. 13. Объясните и подтвердите расчетом, почему сульфид цинка взаимодействует с соляной кислотой (напишите уравнения в молекулярном и ионно-молекулярном виде), а сульфид кадмия не взаимодействует. 14. Приведите примеры растворимых в воде солей, среда растворов которых нейтральная, кислая, щелочная. Напишите уравнения их гидролиза в молекулярном и ионно-молекулярном виде. 15. Приведите примеры солей, гидролиз которых идет только по катиону, только по аниону, и по катиону, и по аниону одновременно. Напишите уравнения их гидролиза в молекулярном и ионно-молекулярном виде. 16. Приведите примеры солей, гидролиз которых возможен по одной, двум и трем ступеням. Напишите уравнения их гидролиза в молекулярном и ионно-молекулярном виде. 17. Напишите в молекулярном и ионном виде уравнения совместного гидролиза: а) сульфата хрома (III) и карбоната натрия и б) нитрата алюминия и сульфида калия. 18. Как влияет добавление растворов KOH, $ZnCl_2$, Na_2S, соляной кислоты и твердого NaCl на гидролиз карбоната калия (гидролиз усиливает, ослабляется, влияния не наблюдается). 19. Как влияет добавление растворов NaOH, Na_2CO_3, $Al_2(SO_4)_3$, серной кислоты и твердого K_2SO_4 на гидролиз хлорида цинка (гидролиз усиливает, ослабляется, влияния не наблюдается).	
Лабораторная работа №5, 6	Тема 4. Электрохимические процессы *Содержание отчета:* 1. Тема, цель работы. 2. Краткие теоретические сведения. 3. Реактивы. 4. Оборудование.	ОПК-1, ПК-1

	5. Наблюдения 6. Обработка результатов 7. Ответы на контрольные вопросы. *Контрольные вопросы* 1. Какие вещества могут быть: а) только окислителями; б) только восстановителями; в) одновременно и окислителями и восстановителями? От чего это зависит? 2. Чем объяснить двойственность свойств пероксида водорода в окислительно-восстановительных реакциях? 3. Какие известны типы окислительно-восстановительных реакций? 4. Чем отличаются реакции межмолекулярного от реакций внутримолекулярного окисления-восстановления? 5. Привести 3 пары веществ, которые могут реагировать между собой по типу реакций окисления-восстановления с участием атомов одного и того же элемента в разных степенях окисления? 6.Какие из перечисленных веществ могут подвергаться диспропорционированию: KC1; $NaNO_2$; $CuSO_4$; I_2; SO_2; K_2CrO_4? 7. В какой среде $KMnO_4$ является более сильным окислителем? 8. Почему изменением pH раствора можно добиться протекания окислительно-восстановительной реакции в обратном направлении? 9. Какой фундаментальный закон природы лежит в основе составления уравнений окислительно-восстановительных реакций методом электронно - ионного баланса? 10. Среди веществ – хлорид железа (II), хлорид железа (III), металлическое железо сероводород, сульфит натрия, серная кислота – укажите восстановитель, окислитель и вещество с окислительновосстановительной двойственностью. 11. Определите стехиометрические коэффициенты в реакциях: $H_2S + KMnO_4 + H_2SO_4 = S + MnSO_4 + K_2SO_4 + H_2O$ $FeSO_4 + K_2Cr_2O_7 + H_2SO_4 = Fe_2(SO_4)_3 + Cr_2(SO_4)_3 + K_2SO_4 + H_2O$ $MnO_2 + KClO_3 + KOH = K_2MnO_4 + KCl + H_2O$ Укажите в них окислитель, восстановитель и среду. 12. Укажите уравнения реакций: межмолекулярной, внутримолекулярной и диспропорционирования; в уравнении реакции диспропорционирования определите стехиометрические коэффициенты: $Cl_2 + NaOH = NaCl + NaClO_3 + H_2O$ $Cl_2 + K_2MnO_4 = KCl + KMnO_4$ $KClO_3 = KCl + O_2$ $Zn + HNO_3 = Zn(NO_3)_2 + N_2 + H_2O$	
Лабораторная работа №7	Тема 5 Основные теоретические положения органической химии *Содержание отчета:* 1. Тема, цель работы.	ОПК-1, ПК-1

	2. Краткие теоретические сведения. 3. Реактивы. 4. Оборудование. 5. Наблюдения 6. Обработка результатов 7. Ответы на контрольные вопросы. *Контрольные вопросы* 1. Охарактеризуйте пожарную опасность органических соединений. 2. Какие химические элементы входят в состав органических соединений? Что происходит с ними при окислении кислородом воздуха? 3. Приведите примеры окислителей, представляющих опасность при взаимодействии с органическими веществами. 4. Напишите реакцию горения в воздухе тринитротолуола $C_6H_5(NO_2)_3$. 5. В результате сгорания 2,4-диметилпентана в помещении объемом 150м^3 образовалась концентрация паров воды равная 5%. Вычислите массу сгоревшего вещества. t = 300С, p = 1,2 ат. 6. При сгорании навески вещества массой 2,3 г образовалось 4,4 г оксида углерода (IV) и 3,36 л паров воды (н.у.). Плотность паров этого вещества по воздуху равна 1,59. Из каких элементов состоит соединение? Какова его эмпирическая и молекулярная формула? 7. Найдите простейшую формулу вещества, в котором массовая доля серы составляет 84,2 %, а углерода 15,8 %. Совпадает ли она с молекулярной формулой, если плотность пара вещества по воздуху равна 2,62? 8. Напишите структурные формулы и названия изомерных соединений состава $C_5H_{10}O$	
Лабораторная работа №8	Тема 6 Особенности протекания реакций и свойств органических соединений *Содержание отчета:* 1. Тема, цель работы. 2. Краткие теоретические сведения. 3. Реактивы. 4. Оборудование. 5. Наблюдения 6. Обработка результатов 7. Ответы на контрольные вопросы. *Контрольные вопросы* 1. Общая формула предельного одноатомного спирта: а) C_nH_{2n+2} , б) $C_nH_{2n+1}OH$, в) C_nH_{n-6}, г) $C_nH_{2n}O$. 2. Бутанол реагирует с: а) NaOH, б) Na , в) H_2O , г) $Cu(OH)_2$ 3. Для альдегидов характерна изомерия: а) углеродного скелета, б) геометрическая, в) положения функциональной группы, г) положения заместителей. 4. Уксусная кислота реагирует с: а) Cu, б) Na_2CO_3, в) KOH ,	ОПК-1, ПК-1

г) C_2H_2.
5. Сложный эфир можно получить реакцией: а) гидролиза, б) этерификации, в) гидрирования, г) окисления.
6. Качественная реакция на глицерин:
а) образование глицерата меди (II) ярко-синего цвета, б) обесцвечивание бромной воды, в) появление осадка серебра, г) выделение водорода при взаимодействии с активными металлами.
7. Отличие фенолов от одноатомных спиртов проявляется в реакции:
а) с калием, б) со спиртами, в) со щелочами, г) с металлическим натрием.
8. Вещество $CH_3 - CH_2 - CH - C = O$ называется:

$$\begin{array}{cc} & | \quad | \\ & CH_3 \quad H \end{array}$$

а) 2-метилбутаналь, б) 2-метилбутанол, в) 3-метилпентаналь, г) 3-метилпентанол.
9.Группа – COOH - это сочетание групп:
а) альдегидной и гидроксильной, б) карбонильной и альдегидной, в) гидроксильной и аминогруппы, г) карбонильной и гидроксильной.
10. Сложные эфиры изомерны:
а) карбоновым кислотам, б) простым эфирам, в) альдегидам, г) спиртам.
11. Жиры – это сложные эфиры: а) глицерина и жидких кислот, б) глицерина и карбоновых кислот, в) глицерина и высших жирных кислот, г) спирта и высших жирных кислот.
12.Этаналь реагирует с: а) H_2O, б) H_2, в) $CuSO_4$, г) $Cu(OH)_2$.
13. Формула пропановой кислоты:
а) $CH_3 – COOH$ б) $C_2H_5 – COOH$ в) $C_3H_7 – COOH$ г) $C_2H_5 – COH$.
14. Вещество, формула которого:

$$\begin{array}{c} CH_3 \\ | \\ CH_3 - C - CH_3 \\ | \\ OH \end{array}$$

называется: а) 2-метилпропанол – 1, б) бутанол- 2, в) 2- метилпропанол - 2, г) бутиловый спирт.
15. Функциональная группа - COH входит в состав: а) карбоновых кислот, б) эфиров, в) спиртов, г) альдегидов.
16. В результате гидролиза сложных эфиров образуются:
а) кислоты и альдегиды, б) кислоты и спирты, в) спирты и вода, г) спирты и альдегиды.
17. Вещество, формула которого $CH_3 - CH_2 – C = O$

$$\begin{array}{c} | \\ O \end{array}$$

– CH_3 называется:
а) метиловый эфир пропановой кислоты б) пропиловый эфир метановой кислоты, в) этиловый эфир этановой кисло-

	ты, г) метиловый эфир этановой кислоты. 18. Установите соответствие между названием вещества и классом, к которому оно принадлежит: а) 2-метилгексанол-2 б) карбоновые кислоты; в) 2,2- диметилгексаналь г) сложные эфиры; д) 4-метилпентановая кислота е) альдегиды; ж) 1,2 – бензолдиол з) одноатомные предел. спирты; и) фенолы	
Лабораторная работа №9	Тема 7 Полимеры и материалы на их основе. *Содержание отчета:* 1. Тема, цель работы. 2. Краткие теоретические сведения. 3. Реактивы. 4. Оборудование. 5. Наблюдения 6. Обработка результатов 7. Ответы на контрольные вопросы. *Контрольные вопросы* 1. Какие спирты образуются при гидролизе в щелочной среде: а) трет-бутилбромида; б) 1-иод-3,4-димеьтпентана; в) 1-хлорбутена-2; г) 2-бромбутена-3; д) 2,3-дибромбутана; е) бензилхлорида? 2. Какие галогенпроизводные надо использовать для получения следующих спиртов: а) изобутилового; б) первичного амилового; в) 3,3-диметилбутанола-2; г) винилкарбонила; д) пентандиола-2,3? Напишите уравнения реакций и назовите исходные вещества. 3.Напишите уравнения реакций, соответствующих превращениям: $Al_4C_3 \rightarrow CH_4 \rightarrow C_2H_2 \rightarrow C_2H_4 \rightarrow C_2H_5Cl \rightarrow C_2H_5OH \rightarrow C_2H_5ONa$ 4. Соединение состава $C_4H_8Cl_2$ с неразветвленным углеродным скелетом нагрели с водным раствором гидроксида натрия и получили органическое соединение, которое при окислении гидроксидом меди (II) превратилось в соединение состава $C_4H_8O_2$. Определите строение исходного соединения.	ОПК-1, ПК-1

4.1.2 Интерактивные формы контроля

Формы контроля	**Примерные варианты наполнения фондов оценочных средств**	**Оцениваемые компетенции**
Работа в малых подгруппах	Работа в малых подгруппах подразумевает выполнение заданий по исследованию химических свойств веществ и методов безопасной работы с ними. Проводится в рамках выполнения лабораторных работ. Примерные темы экспериментальных работ: – Определение кинетических характеристик реакций колориметрическим методом. – Исследование свойств основных классов веществ – Исследование свойств электролитов – Исследование процессов гидролиза	ОПК-1, ПК-1

Формы контроля	Примерные варианты наполнения фондов оценочных средств	Оцениваемые компетенции
	– Исследование окислительно-восстановительных систем. – Исследование электрохимических процессов в водных растворах – Исследование характерных реакций органических соединений – Исследование свойств полимеров Критерии оценки: - доля участия в проведении исследования и приготовления пробы анализируемого материала; - умение комментировать ход эксперимента, этапы его выполнения; - умение добиваться точности выполнения эксперимента; - грамотно оформлять отчет о результатах экспериментальных исследований согласно установленным правилам и требованиям; - демонстрация культуры оформления и представления отчетной документации. - умение защитить результаты работы.	

4.2. Промежуточная аттестация

Экзамен	ОПК-1	Вопросы для подготовки к экзамену: 1.Основные понятия химии ВМС. Классификация и номенклатура. 2.Особенности протекания реакций полимеризации и реакций поликонденсации. 3.Взаимосвязь строения полимеров с их химическими свойствами термостойкостью и горючестью. 4.Общие сведения о полимерах и материалах на их основе. 5.Полиорганосилоксаны, Фторопласты. 6.Пожарная опасность полимерных материалов. Токсичные продукты разложения и горения полимерных материалов. Области применения полимеров 7.Классификация огнетушащих веществ, по агрегатному состоянию, по реализуемому принципу прекращения горения. 8. Классификация огнезащитных составов, огнезащитные составы для древесины, для металлических конструкций, для кабелей, особенности нанесения, огнебиозащитные составы. 9.Устойчивость к воздействию агрессивных факторов. Показатели огнезащитной эффективности. 10. Применение масс-спектрометрии для идентификации органических веществ. Сущность метода. Методы ионизации: электронный удар, электроспрей, хемоионизация. Интерпретация масс-спектров: пики изотопных ионов, изотопное распределение, пик молекулярного иона, фрагментация. 11. Использование метода ИК-спектроскопии для идентификации органических соединений. Сущность метода. Характеристи-

		ческие полосы. Интерпретация ИК-спектров. Подготовка проб для анализа. Характеристика оборудования. 12. Сущность метода ЯМР-спектроскопии. Устройство и принцип работы ЯМР-спектрометра. Подготовка проб. Интерпретация ЯМР-спектров. Задачи, решаемые с помощью ЯМР-спектроскопии.
	ПК-1	13. Теория химического строения органических соединений А.М. Бутлерова. Основные положения. 14. Предельные углеводороды (алканы). Состав, строение, гомологический ряд, изомерия и номенклатура, способы получения, физические и химические свойства, применение, пожарная опасность алканов. 15. Углеводороды с одной двойной связью (алкены). Состав, строение, гомологический ряд, изомерия и номенклатура, способы получения, физические и химические свойства, применение, пожарная опасность алкенов. 16. Углеводороды ряда ацетилена (алкины). Состав, строение, гомологический ряд, изомерия и номенклатура, способы получения, физические и химические свойства, применение, пожарная опасность алкинов. 17. Галогенопроизводные углеводородов. Классификация, способы получения, физические и химические свойства, применение. Использование галогенопроизводных в качестве огнетушащих веществ. 18. Циклопарафины. Состав, строение, важнейшие представители, изомерия и номенклатура, способы получения, физические и химические свойства, применение, пожарная опасность циклопарафинов. 19. Ароматические углеводороды. Состав, строение, важнейшие представители, изомерия и номенклатура, способы получения, физические и химические свойства, применение, пожарная опасность ароматических углеводородов. 20. Классификация топлив и их характеристики. Теплота сгорания топлива. Газовое топливо и продукты его переработки. 21. Спирты и их классификация. Состав, строение, гомологический ряд, изомерия и номенклатура, способы получения, физические и химические свойства, применение, пожарная опасность предельных одноатомных спиртов. 22. Альдегиды. Состав, строение, гомологический ряд, изомерия и номенклатура, способы получения, физические и химические свойства, применение, пожарная опасность альдегидов. 23. Кетоны. Состав, строение, важнейшие представители, изомерия и номенклатура, способы получения, физические и химические свойства, применение, пожарная опасность кетонов. 24. Карбоновые кислоты. Строение карбоксильной группы, классификация кислот, гомологический ряд, изомерия и номенклатура, способы получения, физические и химиче-

		ские свойства, применение, пожарная опасность предельных одноосновных карбоновых кислот. 25. Сложные эфиры. Общая формула, важнейшие представители, изомерия и номенклатура, физические и химические свойства, способы получения, пожарная опасность. 26. Амины. Способы получения, физические и химические свойства, применение, пожарная опасность аминов.

Примерный билет к экзамену

Уральский институт ГПС МЧС России	ЭКЗАМЕНАЦИОННЫЙ БИЛЕТ № … Кафедра химии и процессов горения Дисциплина химия	Утверждаю начальник кафедры ХиПГ подполковник вн. сл. Кокшаров А.В « » 20 г.
1. Применение масс-спектрометрии для идентификации органических веществ. Сущность метода. Методы ионизации: электронный удар, электроспрей, хемоионизация. Интерпретация масс-спектров: пики изотопных ионов, изотопное распределение, пик молекулярного иона, фрагментация. **2. а)** Напишите уравнения реакций для следующих превращений: метан → ацетилен → этилен → бромэтан → этанол →этилен. **б)** Напишите структурные формулы и уравнения горения для следующих соединений: 2,3,4,5-тэтрахлоргексан, пропанол, диметиловый эфир, бензойная кислота, циклогексан **3.** При сжигании органического вещества, состоящего из углерода и водорода, получилось 3,08 мг оксида углерода (IV) и 1,44мг воды. Найдите простейшую формулу вещества.		

Критерии оценивания

1. *Шкала оценивания результатов и критерии выставления оценок по лабораторным работам.*

Критерии оценивания:

– соблюдение правил техники безопасности;

– демонстрация грамотной постановки и выполнения экспериментов.

– грамотное оформление отчета о результатах экспериментальных исследований согласно установленным правилам и требованиям;

– грамотное представление результатов эксперимента (оценка точности измерений, анализ полученных результатов);

– демонстрация культуры оформления и представления отчетной документации.

– ответы на контрольные теоретические вопросы.

Обучающиеся должны сдать отчеты по лабораторным работам на следующем занятии, после проведения лабораторной работы на проверку преподавателю, который использует следующую критериальную схему оценивания:

Неудовлетворительно (оценка «2»): отчет не сдан или работа выполнена не по варианту или имеет большое количество грубых ошибок;

Удовлетворительно (оценка «3»): отчет сдан, каждый критерий оценки выполнен на 61-75%. Работа выполнена по варианту, экспериментальная часть и выводы имеют существенные ошибки и недочеты, что отрицательно влияет на конечный результат, ответы на контрольные вопросы имеют ошибки и недочеты.

Хорошо (оценка «4»): отчет сдан, каждый критерий выполнен на 65-90%. Работа выполнена по варианту, экспериментальная часть и выводы соответствуют требованиям, но имеют некоторые погрешности, не влияющие на общий результат. На контрольные вопросы даны верные, краткие ответы.

Отлично (оценка «5»): отчет сдан, каждый критерий выполнен более чем на 90 %. Работа выполнена по варианту, экспериментальная часть и выводы соответствуют требованиям, на контрольные вопросы даны верные, развернутые ответы.

2. *Шкала оценивания результатов выполнения контрольных работ.*

Отлично (оценка «5»): если обучающийся дал полное и правильное решение задач (заданий) контрольной работы.

Хорошо (оценка «4»): если обучающийся при выполнении задач (заданий) контрольной работы допустил неточности в расчетах, формулировках.

Удовлетворительно (оценка «3»): если обучающийся представил неполное решение задач (заданий), допустил грубые ошибки, или не полностью решил задачи (задания).

Неудовлетворительно (оценка «2»): если обучающийся представил последовательность решения задач (заданий), но решение оказалось неправильным.

3. Шкала оценивания результатов и критерии выставления оценок за экзамен (промежуточная аттестация):

Неудовлетворительно (оценка «2»): не раскрыто основное содержание учебного материала; обнаружено незнание или непонимание большей или наиболее важной части учебного материала; допущены ошибки в определении понятий, при использовании терминологии, которые не исправлены после нескольких наводящих вопросов.

Удовлетворительно (оценка «3»): неполно или непоследовательно раскрыто содержание материала, но показано общее понимание вопроса и продемонстрированы умения, достаточные для дальнейшего усвоения материала; усвоены основные категории по рассматриваемому и дополнительным вопросам; имелись затруднения или допущены ошибки в определении понятий, формулировках законов, исправленные после нескольких наводящих вопросов.

Хорошо (оценка «4»): продемонстрировано умение анализировать материал, однако не все выводы носят аргументированный и доказательный характер; в изложении допущены небольшие пробелы, не исказившие содержание ответа; допущены один – два недочета при освещении основного содержания ответа, исправленные по замечанию преподавателя; допущены ошибка или более двух недочетов при освещении второстепенных вопросов, которые легко исправляются по замечанию преподавателя.

Отлично (оценка «5»): полно раскрыто содержание материала; материал изложен грамотно, в определенной логической последовательности; продемонстрировано системное и глубокое знание программного материала; точно используется терминология; показано умение иллюстрировать теоретические положения конкретными примерами, применять их в новой ситуации; продемонстрировано усвоение ранее изученных сопутствующих вопросов, сформированность и устойчивость компетенций, умений и навыков; ответ прозвучал самостоятельно, без наводящих вопросов; продемонстрирована способность творчески применять знание теории к решению профессиональных задач; продемонстрировано знание современной учебной и научной литературы; допущены одна – две неточности.

5. Рекомендации для обучающихся по освоению дисциплины

В целях качественного освоения материала изучаемой дисциплины, обучающиеся должны выполнять следующие рекомендации:

- обязательная запись лекций преподавателя (лекции - основное методическое руководство при изучении дисциплины, наиболее оптимальным образом структурированное и скорректированное на современный материал; в лекции глубоко и подробно, аргументировано и методологически строго рассматриваются главные проблемы темы; в лекции даются необходимые подходы к изучаемым вопросам);
- подготовка и активная работа на практических и лабораторных занятиях;
- своевременное и качественное выполнение в часы самостоятельной подготовки таких видов работ как: самостоятельная работа, подготовка к теоретической части лабораторной работы;
- проработка материалов лекций, практических и лабораторных работ, рекомендованной учебной литературы при подготовке к сдаче экзамена.

6. Перечень основной и дополнительной учебной литературы, необходимой для освоения дисциплины

Основная литература

1. Артеменко, А. И. Органическая химия для нехимических направлений подготовки учебное пособие / А. И. Артеменко. — 3-е изд., испр. — Санкт-Петербург: Лань, 2022. — 608 с. — ISBN 978-5-8114-1620-2. — Текст: электронный // Лань: ЭБС. — URL: https://e.lanbook.com/book/211391
2. Ахметов, Н. С. Общая и неорганическая химия / Н. С. Ахметов. — 13-е изд., стер. — Санкт-Петербург: Лань, 2023. — 744 с. — ISBN 978-5-507-45394-8. — Текст: электронный // Лань : ЭБС. — URL: https://e.lanbook.com/book/267359
3. Глинка, Н. Л. Общая химия: учеб. пособие / Н. Л. Глинка. - М.: Кнорус, 2011. - 752 с. (гриф)
4. Общая химия. Теория и задачи: учебное пособие для вузов / Н. В. Коровин, Н. В. Кулешов, О. Н. Гончарук [и др.]; под редакцией Н. В. Коровина и проф. Н. В. Кулешова. — 6-е изд., стер. — Санкт-Петербург: Лань, 2023. — 492 с. — ISBN 978-5-507-45895-0. — Текст: электронный // Лань: ЭБС. — URL: https://e.lanbook.com/book/291182

Дополнительная литература

5. Органическая химия: учебное пособие в 2-х частях: специальность 20.05.01 Пожарная безопасность, направление подготовки 20.03.01 Техносферная безопасность. Ч. 1 / сост.: В. В. Вайтнер, С. Н. Пазникова, И. М. Фоминых. - Екатеринбург: УрИ ГПС МЧС России, 2020. - 66 с.
6. Органическая химия: учебное пособие в 2-х частях: специальность 20.05.01 Пожарная безопасность, направление подготовки 20.03.01 Техносферная безопасность. Ч. 2 / сост.: В. В. Вайтнер, С. Н. Пазникова, И. М. Фоминых. - Екатеринбург: УрИ ГПС МЧС России, 2020. - 38 с.
7. Химия: информационно-справочный материал / сост.: В. В. Вайтнер, С. Н. Пазникова, И. М. Фоминых. - Екатеринбург: УрИ ГПС МЧС России, 2023. - 22 с.