

МИНИСТЕРСТВО ОБРАЗОВАНИЯ И НАУКИ  
РЕСПУБЛИКИ СЕВЕРНАЯ ОСЕТИЯ – АЛАНИЯ

ГОСУДАРСТВЕННОЕ БЮДЖЕТНОЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЕ УЧРЕЖДЕНИЕ  
РЕСПУБЛИКАНСКИЙ ЦЕНТР ВЫЯВЛЕНИЯ, ПОДДЕРЖКИ И РАЗВИТИЯ  
СПОСОБНОСТЕЙ И ТАЛАНТОВ ДЕТЕЙ И МОЛОДЕЖИ «ВЕРШИНА»

Принята на заседании  
педагогического совета  
от «14» 08 2024 г.  
протокол № 1



Утверждаю:  
«14» 08 2024 г.  
Директор ГБОУ «Вершина»  
Вардашева З.Г.

**Дополнительная общеобразовательная  
общеразвивающая программа  
по химии  
для 11 класса**

Направленность: естественнонаучная  
Уровень программы: углубленный  
Возраст обучающихся: 16 -17 лет  
Срок реализации 8 месяцев

Автор-составитель:  
преподаватель ГБОУ «Вершина»  
**Водолазкина Инна Владимировна**

г. Владикавказ, 2024 г.

## Пояснительная записка

Дополнительная общеобразовательная общеразвивающая программа по химии для 11 класса углубленного уровня имеет естественнонаучную направленность, преследует цели творческого и научного развития детей и дополнения базовых школьных знаний, в своей основе она опирается на:

- Федеральный закон от 29.12.2012 г. № 273-ФЗ «Об образовании в Российской Федерации»;

- Приказ Министерства просвещения Российской Федерации от 27.07.2022 г. № 629 «Об утверждении Порядка организации и осуществления образовательной деятельности по дополнительным общеобразовательным программам»;

- Постановление Главного государственного санитарного врача РФ от 28.09.2020 г. № 28 «Об утверждении санитарных правил СП 2.4.3648 - 20 «Санитарно-эпидемиологические требования к организациям воспитания и обучения, отдыха и оздоровления детей и молодежи».

**Актуальность программы:** программа предназначена для углубления уже имеющихся знаний по химии, формирования умений реализовывать их практически. Программа мотивирует обучающихся на дополнительные занятия химией, желание самостоятельно искать новые источники знаний.

Программа даёт возможность обучающимся самостоятельно ответить на актуальные вопросы при помощи практики и научно-исследовательских работ.

Обучение по данной программе повышает возможность участия в олимпиадах и профильных конкурсах.

Программа рассчитана на обучающихся 16-17 лет (11 класс). Приоритетным основанием для зачисления в группу является обучение в профильном классе.

**Форма обучения:** очная.

**Сроки реализации:** программа рассчитана на 8 месяцев, объем программы- 66 часов.

**Режим занятий:** занятия проводятся 1 раз в неделю по два академических часа.

**Цель программы:** обучить практическому использованию знаний по химии, используя метод научных и проектных работ, расширение научного кругозора обучающихся, профориентация.

**Задачи программы:**

- развитие познавательного интереса к химии, приобщение обучающихся к самостоятельному поиску;
- подготовка к профильным олимпиадам;
- способствовать развитию умений работать в группе, обсуждать план и ход, результаты эксперимента, вести дискуссию, отстаивать свою точку зрения.

## Содержание программы

### Учебный план

№ п/п	Название раздела, темы	Количество часов			Формы аттестации /контроля
		теория	практика	всего	
	<b>Раздел 1. Техника безопасности в химических лабораториях и лабораторная посуда</b>	1	-	1	
1.	Техника безопасности и лабораторная посуда	1	-	1	Входная диагностика-
	<b>Раздел 2. Теоретические основы химии.</b>	8,5	15,5	24	
1.	Атом. Состав атомных ядер. Химический элемент. Изотопы . Строение электронных оболочек атомов, Классификация химических элементов (s-, p-, d-, f-элементы) . Распределение электронов по атомным орбиталям .	1	1,5	2,5	
2.	Периодический закон и Периодическая система химических элементов Д. И. Менделеева, связь с современной теорией строения атомов. Закономерности изменения свойств химических элементов и образуемых ими простых и сложных веществ по группам и периодам .	0,5	0,5	1	
3.	Виды химической связи. Механизмы образования ковалентной связи. Водородная связь. Межмолекулярные взаимодействия. Валентность и валентные возможности атомов. Связь электронной структуры молекул с их геометрическим строением.	0,5	1	1,5	
4.	Вещества молекулярного и немолекулярного строения. Типы кристаллических решеток и свойства веществ .	0,5	0,5	1	
5.	Понятие о дисперсных системах. Представление о коллоидных растворах. Истинные растворы: насыщенные и ненасыщенные, растворимость. Кристаллогидраты .	0,5	1,5	2	Практическая работа « Приготовление растворов с определенной массовой долей растворенного вещества»
6.	Способы выражения концентрации растворов. Решение задач с использованием понятий "массовая доля растворённого вещества",	0,5	1,5	2	

	"молярная концентрация" .				
7.	Классификация и номенклатура неорганических веществ .	1	-	1	
8.	Классификация химических реакций в неорганической и органической химии. Закон сохранения массы веществ; закон сохранения и превращения энергии при химических реакциях .	1	1	2	Практическая работа «Реакции ионного обмена»
9.	Тепловые эффекты химических реакций. Термохимические уравнения .Вычисления по уравнениям химических реакций и термохимическим уравнениям .	1	1	2	
10.	Скорость химической реакции, её зависимость от различных факторов. Катализ и катализаторы.	0,5	1,5	2	Практическая работа «Скорость химической реакции.»
11.	Обратимые и необратимые реакции. Химическое равновесие .	0,5	1	1,5	
12.	Электролитическая диссоциация. Сильные и слабые электролиты. Степень диссоциации. Ионное произведение воды. Среда водных растворов. Водородный показатель (рН) раствора.	0,5	0,5	1	
13.	Гидролиз солей. Реакции, протекающие в растворах электролитов .	0,5	1,5	2	Практическая работа «Гидролиз солей»
14.	Окислительно -восстановительные реакции. Важнейшие окислители и восстановители. Метод электронного (электонно -ионного) баланса	0,5	1	1,5	
15.	Электролиз растворов и расплавов веществ .	0,5	0,5	1	
	<b>Раздел 3. Неорганическая химия</b>	<b>15,5</b>	<b>16,5</b>	<b>32</b>	
1.	Положение неметаллов в Периодической системе химических элементов Д. И. Менделеева и особенности строения их атомов. Физические свойства неметаллов. Аллотропия неметаллов (на примере кислорода, серы, фосфора и углерода)	0,5	0,5	1	
2.	Водород: получение, физические и химические свойства. Гидриды	1	1	2	Практическая работа «Получение водорода»
3.	Галогены: нахождение в природе, способы получения, физические и химические свойства.	1	1	2	Практическая работа « Решение экспериментальн

					ых задач по теме "Галогены"»
4.	Кислород: лабораторные и промышленные способы получения, физические и химические свойства. Озон. Применение кислорода и озона. Оксиды и пероксиды.	1	1	2	Практическая работа «Получение кислорода»
5.	Сера: нахождение в природе, способы получения, физические и химические свойства. Сероводород, сульфиды. Кислородсодержащие соединения серы. Особенности свойств серной кислоты	1	1	2	Практическая работа «Свойства серной кислоты»
6.	Азот: нахождение в природе, способы получения, физические и химические свойства. Аммиак, нитриды. Кислородсодержащие соединения азота. Особенности свойств азотной кислоты. Применение азота и его соединений. Азотные удобрения.	1	1	2	
7.	Фосфор: нахождение в природе, способы получения, физические и химические свойства. Фосфиды и фосфин. Оксиды фосфора, фосфорсодержащие кислоты. Соли фосфорной кислоты. Применение фосфора и его соединений. Фосфорные удобрения .	1	1	2	Практическая работа. Решение экспериментальных задач по теме "Азот и фосфор и их соединения"
8.	Углерод: нахождение в природе, аллотропные модификации; физические и химические свойства, применение. Оксид углерода(II), оксид углерода(IV), угольная кислота и её соли .	1	1	2	Практическая работа «Получение углекислого газа»
9.	Кремний: нахождение в природе, способы получения, физические и химические свойства. Оксид кремния(IV), кремниевая кислота, силикаты. Применение кремния и его соединений. Стекло, его получение, виды стекла .	1	1	2	
10.	Систематизация и обобщение знаний по теме "Неметаллы"	1	-	1	Тестирование
11.	Положение металлов в Периодической системе химических элементов. Особенности строения электронных оболочек атомов металлов. Общие физические свойства металлов. Применение металлов в быту и технике. Сплавы металлов. Коррозия металлов. Электрохимический ряд напряжений	1	1	2	

	металлов. Общие способы получения металлов .				
12.	Общая характеристика металлов IA - группы Периодической системы химических элементов. Натрий и калий: получение, физические и химические свойства, применение простых веществ и их соединений .	1	1	2	
13.	Общая характеристика металлов IIA - группы Периодической системы 1 химических элементов. Магний и кальций: получение, физические и химические свойства, применение простых веществ и их соединений 78 Жёсткость воды и способы её устранения	1	1	2	
14.	Алюминий: получение, физические и химические свойства, применение Амфотерные свойства оксида и гидроксида алюминия, гидроксокомплексы алюминия, их применение .	0,5	1	1,5	Практическая работа « Амфотерность соединений алюминия»
15.	Физические и химические свойства хрома и его соединений, их применение .	0,5	0,5	1	
16.	Важнейшие соединения марганца. Перманганат калия, его окислительные свойства .	0,5	0,5	1	
17.	Физические и химические свойства железа и его соединений. Получение и применение сплавов железа	0,5	0,5	1	
	Физические и химические свойства меди и её соединений, их применение	0,5	0,5	1	
18.	Физические и химические свойства цинка и его соединений, их применение. Гидроксокомплексы цинка.	0,5	0,5	1	Практическая работа Решение экспериментальных задач по теме "Металлы побочных подгрупп"
	<b>Раздел 4. Химия и жизнь</b>	<b>6,5</b>	<b>5,5</b>	<b>12</b>	
1.	Роль химии в обеспечении устойчивого развития человечества. Понятие о научных методах исследования веществ	0,5	0,5	1	
2.	Научные принципы организации химического производства. Промышленные способы получения важнейших веществ .	0,5	0,5	1	
3.	Полимеры. Химическое загрязнение окружающей среды и его последствия	1	1	2	Практическая работа. Полимеры и

					волокна.
4.	Химия и здоровье человека. Лекарственные средства .	0,5	0,5	1	
5.	Химия пищи. Роль химии в обеспечении пищевой безопасности .	1	1	2	Практическая работа. «Углеводы»
6.	Косметические и парфюмерные средства. Бытовая химия.	1	1	2	Практическая работа «Мыла»
7.	Химия в строительстве. Важнейшие строительные и конструкционные материалы .	0,5	0,5	1	
8.	Химия в сельском хозяйстве. Органические и минеральные удобрения .	0,5	0,5	1	
9.	Итоговое занятие	1	0	1	Итоговая диагностика
<b>Итого</b>		<b>31</b>	<b>35</b>	<b>66</b>	

### Содержание учебного плана

#### **Раздел 1. Техника безопасности в химических лабораториях и лабораторная посуда**

*Теория.* Ознакомление обучающихся с основными правилами техники безопасности при работе в лаборатории; общие требования безопасности для работников химической лаборатории; меры оказания первой помощи при ожогах химическими веществами; первая помощь при термических ожогах; первая помощь при отравлении; с веществами, вызывающими отравление и их противоядие.

Правила работы с щелочами, кислотами и огнеопасными веществами.

Подробное ознакомление с лабораторной посудой и оборудованием.

#### **Раздел 2 и 3 Общая и неорганическая химия**

Теоретические основы химии.

Атом. Состав атомных ядер. Химический элемент. Изотопы. Строение электронных оболочек атомов, квантовые числа. Энергетические уровни и подуровни. Атомные орбитали. Классификация химических элементов (s-, p-, d-, f-элементы). Распределение электронов по атомным орбиталям. Электронные конфигурации атомов элементов первого–четвёртого периодов в основном и возбуждённом состоянии, электронные конфигурации ионов. Электроотрицательность.

Периодический закон и Периодическая система химических элементов Д.И. Менделеева. Связь периодического закона и Периодической системы химических элементов с современной теорией строения атомов. Закономерности изменения свойств химических элементов и образуемых ими простых и сложных веществ по группам и периодам. Значение периодического закона Д.И. Менделеева.

Химическая связь. Виды химической связи: ковалентная, ионная, металлическая. Механизмы образования ковалентной связи: обменный и донорно-акцепторный. Энергия и длина связи. Полярность, направленность и насыщенность ковалентной связи. Кратные связи. Водородная связь. Межмолекулярные взаимодействия. Валентность и

валентные возможности атомов. Связь электронной структуры молекул с их геометрическим строением (на примере соединений элементов второго периода). Представление о комплексных соединениях. Состав комплексного иона: комплексообразователь, лиганды. Значение комплексных соединений. Понятие о координационной химии. Вещества молекулярного и немолекулярного строения. Типы кристаллических решёток (структур) и свойства веществ. Понятие о дисперсных системах. Истинные растворы. Представление о коллоидных растворах. Способы выражения концентрации растворов: массовая доля вещества в растворе, молярная концентрация. Насыщенные и ненасыщенные растворы, растворимость. Кристаллогидраты.

Классификация и номенклатура неорганических веществ. Тривиальные названия отдельных представителей неорганических веществ. Классификация химических реакций в неорганической и органической химии. Закон сохранения массы веществ; закон сохранения и превращения энергии при химических реакциях. Тепловые эффекты химических реакций. Термохимические уравнения.

Скорость химической реакции, её зависимость от различных факторов. Гомогенные и гетерогенные реакции. Катализ и катализаторы.

Обратимые и необратимые реакции. Химическое равновесие. Константа химического равновесия. Факторы, влияющие на положение химического равновесия: температура, давление и концентрации веществ, участвующих в реакции. Принцип Ле Шателье.

Электролитическая диссоциация. Сильные и слабые электролиты. Степень диссоциации. Среда водных растворов: кислотная, нейтральная, щелочная. Водородный показатель (рН) раствора. Гидролиз солей. Реакции ионного обмена.

Окислительно-восстановительные реакции. Степень окисления. Окислитель и восстановитель. Процессы окисления и восстановления. Важнейшие окислители и восстановители. Метод электронного баланса.

Электролиз растворов и расплавов веществ.

Экспериментальные методы изучения веществ и их превращений: разложение пероксида водорода в присутствии катализатора, модели кристаллических решёток, проведение реакций ионного обмена, определение среды растворов с помощью индикаторов, изучение влияния различных факторов на скорость химической реакции и положение химического равновесия.

Неорганическая химия.

Положение неметаллов в Периодической системе химических элементов Д.И. Менделеева и особенности строения их атомов. Физические свойства неметаллов. Аллотропия неметаллов (на примере кислорода, серы, фосфора и углерода). Водород. Получение, физические и химические свойства: реакции с металлами и неметаллами, восстановительные свойства. Гидриды. Топливные элементы. Галогены. Нахождение в природе, способы получения, физические и химические свойства. Галогеноводороды. Важнейшие кислородсодержащие соединения галогенов. Лабораторные и промышленные способы получения галогенов. Применение галогенов и их соединений. Кислород, озон. Лабораторные и промышленные способы получения кислорода. Физические и химические свойства и применение кислорода и озона. Оксиды и пероксиды.

Сера. Нахождение в природе, способы получения, физические и химические свойства. Сероводород, сульфиды. Оксид серы(IV), оксид серы(VI). Сернистая и серная



кислоты и их соли. Особенности свойств серной кислоты. Применение серы и её соединений.

Азот. Нахождение в природе, способы получения, физические и химические свойства. Аммиак, нитриды. Оксиды азота. Азотистая и азотная кислоты и их соли. Особенности свойств азотной кислоты. Применение азота и его соединений. Азотные удобрения.

Фосфор. Нахождение в природе, способы получения, физические и химические свойства. Фосфиды и фосфин. Оксиды фосфора, фосфорная кислота и её соли. Применение фосфора и его соединений. Фосфорные удобрения.

Углерод, нахождение в природе. Аллотропные модификации. Физические и химические свойства простых веществ, образованных углеродом. Оксид углерода(II), оксид углерода(IV), угольная кислота и её соли. Активированный уголь, адсорбция. Фуллерены, графен, углеродные нанотрубки. Применение простых веществ, образованных углеродом, и его соединений.

Кремний. Нахождение в природе, способы получения, физические и химические свойства. Оксид кремния(IV), кремниевая кислота, силикаты. Применение кремния и его соединений. Стекло, его получение, виды стекла. Положение металлов в Периодической системе химических элементов. Особенности строения электронных оболочек атомов металлов. Общие физические свойства металлов. Применение металлов в быту и технике. Сплавы металлов. Электрохимический ряд напряжений металлов. Общие способы получения металлов: гидрометаллургия, пирометаллургия, электрометаллургия. Понятие о коррозии металлов. Способы защиты от коррозии.

Общая характеристика металлов IA-группы Периодической системы химических элементов. Натрий и калий: получение, физические и химические свойства, применение простых веществ и их соединений. Общая характеристика металлов IIA-группы Периодической системы химических элементов. Магний и кальций: получение, физические и химические свойства, применение простых веществ и их соединений. Жёсткость воды и способы её устранения.

Алюминий: получение, физические и химические свойства, применение простого вещества и его соединений. Амфотерные свойства оксида и гидроксида алюминия, гидроксокомплексы алюминия.

Общая характеристика металлов побочных подгрупп (B-групп) Периодической системы химических элементов. Физические и химические свойства хрома и его соединений. Оксиды и гидроксиды хрома(II), хрома(III) и хрома(VI). Хроматы и дихроматы, их окислительные свойства. Получение и применение хрома. Физические и химические свойства марганца и его соединений. Важнейшие соединения марганца(II), марганца(IV), марганца(VI) и марганца(VII). Перманганат калия, его окислительные свойства. Физические и химические свойства железа и его соединений. Оксиды, гидроксиды и соли железа(II) и железа(III). Получение и применение железа и его сплавов. Физические и химические свойства меди и её соединений. Получение и применение меди и её соединений. Цинк: получение, физические и химические свойства. Амфотерные свойства оксида и гидроксида цинка, гидроксокомплексы цинка. Применение цинка и его соединений.

Экспериментальные методы изучения веществ и их превращений:

изучение образцов неметаллов, горение серы, фосфора, железа, магния в кислороде, изучение коллекции «Металлы и сплавы», взаимодействие щелочных и щелочноземельных металлов с водой (возможно использование видеоматериалов),

взаимодействие цинка и желе за с растворами кислот и щелочей, качественные реакции на неорганические анионы, катион водорода и катионы металлов, взаимодействие гидроксидов алюминия и цинка с растворами кислот и щелочей, решение экспериментальных задач по темам «Галогены», «Сера и её соединения», «Азот и фосфор и их соединения», «Металлы главных подгрупп», «Металлы побочных подгрупп».

#### **Раздел 4 Химия и жизнь.**

Роль химии в обеспечении устойчивого развития человечества. Понятие о научных методах познания и методологии научного исследования.

Научные принципы организации химического производства. Промышленные способы получения важнейших веществ (на примере производства аммиака, серной кислоты, метанола). Промышленные способы получения металлов и сплавов. Химическое загрязнение окружающей среды и его последствия.

Роль химии в обеспечении энергетической безопасности. Химия и здоровье человека. Лекарственные средства. Правила использования лекарственных препаратов. Роль химии в развитии медицины.

Химия пищи: основные компоненты, пищевые добавки. Роль химии в обеспечении пищевой безопасности. Косметические и парфюмерные средства. Бытовая химия. Правила безопасного использования препаратов бытовой химии в повседневной жизни.

Химия в строительстве: важнейшие строительные материалы (цемент, бетон).

Химия в сельском хозяйстве. Органические и минеральные удобрения. Современные конструкционные материалы, краски, стекло, керамика.

Материалы для электроники. Нанотехнологии.

Расчётные задачи. Расчёты: массы вещества или объёма газов по известному количеству вещества, массе или объёму одного из участвующих в реакции веществ, массы (объёма, количества вещества) продуктов реакции, если одно из веществ имеет примеси, массы (объёма, количества вещества) продукта реакции, если одно из веществ дано в виде раствора с определённой массовой долей растворённого вещества, массовой доли и молярной концентрации вещества в растворе, доли выхода продукта реакции от теоретически возможного.

Межпредметные связи. Реализация межпредметных связей при изучении общей и неорганической химии в 11 классе осуществляется через использование как общих естественно-научных понятий, так и понятий, принятых в отдельных предметах естественно-научного цикла.

Общие естественно-научные понятия: явление, научный факт, гипотеза, теория, закон, анализ, синтез, классификация, периодичность, наблюдение, измерение, эксперимент, модель, моделирование.

Физика: материя, микромир, макромир, атом, электрон, протон, нейтрон, ион, изотопы, радиоактивность, молекула, энергетический уровень, вещество, тело, объём, агрегатное состояние вещества, идеальный газ, физические величины, единицы измерения, скорость, энергия, масса.

Биология: клетка, организм, экосистема, биосфера, метаболизм, макро- и микроэлементы, белки, жиры, углеводы, нуклеиновые кислоты, ферменты, гормоны, круговорот веществ и поток энергии в экосистемах.

География: минералы, горные породы, полезные ископаемые, топливо, ресурсы.

Технология: химическая промышленность, металлургия, строительные материалы, сельскохозяйственное производство, пищевая промышленность, фармацевтическая промышленность, производство косметических препаратов, производство конструкционных материалов, электронная промышленность, нанотехнологии.

### **Планируемые результаты**

Результаты освоения программы - обучающиеся будут знать и уметь:

- работать в химической лаборатории;
- работать с цифровой лабораторией;
- оказывать первую помощь при ЧС в химической лаборатории;
- успешно участвовать в профильных олимпиадах и конкурсах различного уровня.

### **Формы контроля и подведения итогов реализации программы**

Формами подведения итогов реализации дополнительной общеобразовательной общеразвивающей программы являются тестирование, участие в конкурсах и соревнованиях различного уровня и другие формы.

#### ***Оценка в баллах:***

знание теоретических и практических основ химии:

1 балл. Минимальный уровень Обучающийся помнит теоретический материал фрагментарно, не может применить полученные знания для решения проблемных вопросов не ориентируется в учебно-наглядных пособиях.

2 балла. Средний уровень Обучающийся освоил теоретический материал, но может пользоваться практически полученными знаниями только при помощи педагога.

3 балла. Высокий уровень Обучающийся полностью освоил теоретический материал и может самостоятельно применить полученные знания в лабораторных работах и при выполнении исследовательских работ, умение работать с учебно-наглядными пособиями.

Способами проверки являются:

- тестирования;
- решение проблемных задач;
- решение задач на поиск нужного изображения или схемы;
- проверка лабораторных дневников;
- проведение научно-исследовательских работ.

### **Условия реализации программы**

#### ***Материально-техническое обеспечение***

1. Кабинет для занятий должен соответствовать требованиям СП 2.4.3648 - 20 «Санитарно-эпидемиологические требования к организациям воспитания и обучения, отдыха и оздоровления детей и молодежи».
2. Химическое оборудование и инструменты.
3. Компьютер, интерактивная доска.
4. Цифровые лаборатории (планшеты) «Эйнштейн».

### ***Кадровое обеспечение***

Реализация программы осуществляется педагогом, имеющим высшее химическое образование, опыт подготовки обучающихся к предметным конкурсам и олимпиадам.

### **Методика организации занятий**

***Формы проведения занятий*** - аудиторные.

***Формы организации деятельности на занятиях*** - групповая, подгрупповая, индивидуальная.

***Типы занятий*** - в форме беседы; лекции; лабораторные и практические работы; комбинированные занятия.

### ***Методы обучения:***

- словесные (лекции, беседы);
- наглядные (схемы, изображения, рисунки, видео, наглядные пособия);
- практические (лабораторные опыты, наблюдения);
- исследовательские (выполнение научно - исследовательских работ).

### **Календарный учебный график программы**

Год обучения	Дата начала обучения по программе	Дата окончания обучения по программе	Всего учебных недель	Количество учебных часов	Режим занятий
1	1 октября 2024 г.	30 мая 2025 г.	33	66	1 раз в неделю по 2 часа (1 учебный час – 40 минут)

### **Календарный план воспитательной работы**

<i>№ n/n</i>	<i>Тема мероприятия</i>	<i>Дата</i>
1	<b>Международный день охраны озонового слоя</b> (с 1994 г. по решению Генеральной Ассамблеи ООН)	16 сентября
2	Беседы, посвященные календарю государственных и народных праздников	в течение года
3	Беседы, посвящённая здоровому образу жизни, диалоги о вреде веществ: алкоголь, наркотики	
4	День детских изобретений	17 января
5	Беседа и видеосюжет «День защитника Отечества»	февраль
6	Беседа, посвященная Дню российской науки	8 февраля
7	Тематическое занятие «Память великого подвига. Химия: всё для Победы»	апрель-май
8	День химика	25 мая

### **Знаменательные события в химии**

2500 - 2000 гг. до н.э. - Проникновение металлургии меди с Востока в Европу. В Вавилоне изобретены весы - орудие для измерения количества золота и других материалов. Пробразом для них послужило коромысло носильщика тяжестей.

2000 - 1500 гг. до н.э. - В Древнем Египте развиваются стеклоделие и металлургия (в наше время в египетских пирамидах этого периода были найдены образцы стекла и ковкого железа).

1300 - 1000 гг. до н.э. - В Древней Греции стали известны медь, железо, олово, свинец, закаливание стали и действие навоза как удобрения.

I в. до н.э. - В поэме Лукреция Кара "О природе вещей" высказана идея о существовании пустоты и невидимых атомы, которая объясняет все многообразие явлений окружающего мира - ветры и бури, распространение запахов, испарение и конденсацию воды.

1000 - 1200 гг. - В "Книге о весах мудрости" арабский ученый Алказини приводит удельные веса 50 различных веществ. В "Книге тайн" Абу-ар-Рази впервые классифицируются все вещества на землистые (минеральные), растительные и животные; описаны кальцинация (обжиг) металлов и других веществ, растворение, возгонка, плавление, дистилляция, альгамирование, сгущение и т.п.

1300 - 1400 гг. - Монаху Бертольду Шварцу приписывают изобретение пороха (в Европе). (В Китае порох был известен еще в начале нашей эры).

1493 - 1541 гг. - Теофраст Парацельс преобразует алхимию в ятрохимию, считая, что главная задача химии - служить медицине изготовлением лекарственных средств. От него идет первое, многократно повторяющееся наблюдение, что для горения нужен воздух, а металлы при обращении в окислы увеличивают свой вес.

1556 г. - В сочинении Георгиуса Агриколы "12 книг о металлах" обобщены сведения о рудах, минералах и металлах; детально описаны металлургические процессы и тонкости горнорудного дела; приведена систематика металлов по внешним признакам.

1586 - 1592 гг. - Галилео Галилей сконструировал гидростатические весы для определения плотности твердых тел (1586), изобрел термометр (1592).

**1660 - 65 гг.** - Роберт Бойль в книге "Химик-скептик" сформулировал основную задачу химии (исследование состава различных тел, поиск новых элементов), развил представление о понятии "химический элемент" и подчеркнул важность экспериментального метода в химии. Он ввел термин "анализ" применительно к химическим исследованиям, установил обратную пропорциональность объема воздуха величине давления, применил индикаторы для определения кислот и оснований.

**1668 г.** - Отто Тахений ввел понятие о соли как продукте взаимодействия кислоты со щелочью.

**1669 г.** - Хённиг Брандт выделил фосфор как продукт перегонки мочи (первое датированное открытие элемента).

**1676 г.** - Эдм Мариотт выразил зависимость объема воздуха от давления.

**1707 г.** - Иоганн Бетгер получил белый фосфор.

**1721 г.** - Иоганн Генкель получил металлический цинк.

**1722 г.** - Фридрих Гоффман описал получение сероводорода.

**1724 г.** - Габриель Фаренгейт открыл зависимость точки кипения воды от давления и явление переохлаждения воды.

**1730 - 1733 гг.** - Рене Реомюр изобрел спиртовой термометр (1730). Он показал, что разные по составу растворы имеют различные плотности (1733).

**1735 г.** - Георг Брандт открыл кобальт.

**1741 - 50 гг.** - Михаил Васильевич Ломоносов дал определение элемента (атома), корпускулы (молекулы), простых и смешанных веществ и начал разработку своей корпускулярной теории (1741). Сформулировал основные положения молекулярно-кинетической теории теплоты (1744). Открыл закон сохранения массы веществ (1745). Наблюдал явление пассивации металлов в концентрированной азотной кислоте.

**1763 г.** - Михаил Васильевич Ломоносов изложил основы горного дела и пробирного искусства, описал способы получения металлов из руд.

**1766 г.** - Генри Кавендиш открыл водород.

**1768 г.** - Антуан Боме изобрел прибор для определения плотности жидкости - ареометр.

**1772 г.** - Даниель Резерфорд открыл азот.

**1772 - 73 гг.** - Джозеф Пристли открыл хлороводород, "веселящий газ" ( $N_2O$ ) (1772), кислород ("дефлогистированный воздух"), описал свойства аммиака (1773).

**1774 г.** - Антуан-Лоран Лавуазье предположил, что атмосферный воздух имеет сложный состав. К. Шееле открыл марганец, барий, описал свойства хлора.

**1775 - 77 гг.** - Антуан-Лоран Лавуазье (независимо от Пристли и Шееле) открыл кислород, описал его свойства, сформулировал основы кислородной теории горения.

**1778 - 81 гг.** - Карл Шееле открыл молибден, вольфрам; получил глицерин, молочную кислоту, синильную кислоту и уксусный альдегид.

**1781 г.** - Генри Кавендиш показал, что при сгорании водорода образуется вода.

**1782 г.** - Ференц-Йожеф Мюллер фон Райхенштейн открыл теллур.

- 1787 г.** - А. Кроуфорд и У. Круикшанк открыли стронций. Ж. Шарль установил уравнение зависимости давления газа от температуры.
- 1789 г.** - Мартин Клапрот открыл цирконий и уран. Иоганн Рихтер сформулировал закон эквивалентов.
- 1794 г.** - Юхан Гадолин открыл иттрий, что положило начало химии редкоземельных элементов.
- 1796 г.** - Смитсон Теннант и У. Волластон доказали, что алмаз состоит из углерода.
- 1797 г.** - Луи Воклен открыл хром.
- 1798 г.** - Товий Егорович Ловиц ввел понятие о пересыщенном растворе.
- 1800 г.** - Уильям Никольсон и Антони Карлайл осуществили электролиз воды.
- 1802 г.** - Жозеф Гей-Люссак нашел зависимость объема газа от температуры и ввел коэффициент термического объемного расширения. Джон Дальтон сформулировал закон парциальных давлений газов. А. Экеберг открыл тантал.
- 1803 г.** - У. Волластон открыл палладий. Йенс Берцелиус и В. Хизингер (и независимо от них Мартин Клапрот) открыли цезий. Джон Дальтон сформулировал основные положения атомной теории, ввел понятие атомного веса (массы), приняв атомную массу водорода за единицу; составил таблицу атомных масс. У. Генри установил зависимость количества газа, поглощенного жидкостью, от его давления.
- 1808 г.** - Жозеф Гей-Люссак и Луи Тенар открыли бор. Жозеф Гей-Люссак сформулировал закон газовых объемов.
- 1811 г.** - Бернар Куртуа открыл иод. Амедео Авогадро установил, что одинаковые объемы всех газов при одинаковых температуре и давлении содержат одинаковое число частиц.
- 1814 г.** - У. Волластон развил понятие о химических эквивалентах и составил таблицу эквивалентов. Жозеф Гей-Люссак и Луи Тенар ввели понятие об амфотерности.
- 1815 г.** - Гемфри Дэви выдвинул водородную теорию кислот. Ф. Штрмейер открыл качественную реакцию на крахмал (посинение при добавлении иода).
- 1817 г.** - Ф. Штрмейер открыл кадмий. Юхан Арфведсон открыл литий. (Гемфри Дэви в 1818 г. получил металлический литий). Йенс Берцелиус открыл селен; предложил ввести существующую и поныне систему символов и обозначений элементов и их соединений. Ж. Каванту и П.Пельтье выделили хлорофилл из зеленого пигмента листьев.
- 1827 г.** - Р. Броун открыл хаотическое движение мелких взвешенных частиц в растворе ("броуновское движение").
- 1828 г.** - Йенс Берцелиус открыл торий. Фридрих Велер получил мочевины изомеризацией цианата аммония (первый синтез природного органического соединения из неорганических веществ).
- 1829 г.** - Иоганн Деберейнер разработал классификацию химических элементов ("триады Деберейнера").
- 1834 г.** - Майкл Фарадей сформулировал законы электролиза и ввел термины "электрод", "катод", "анод", "ион", "катион", "анион", "электролиз", "электрохимический эквивалент". Жозеф Гей-Люссак развил теорию радикалов строения органических соединений.
- 1835 г.** - Йенс Берцелиус ввел понятие "катализ".
- 1841 г.** - Йенс Берцелиус ввел понятие "аллотропия". Т. Кларк разработал современный метод определения жесткости воды и выявил различие между временной и постоянной жесткостью.

**1848 г.** - Уильям Томсон (Кельвин) предложил "абсолютную шкалу температур".

**1861 г.** - Александр Михайлович Бутлеров сформулировал основные положения теории строения органических соединений. **1863 г.** - Александр Михайлович Бутлеров объяснил явление изомерии на основе теории химического строения органических веществ.

**1868 г.** - Г. Вихельхаус ввел термин "валентность".

**1869 г.** - Дмитрий Иванович Менделеев разработал основные положения учения о периодичности, сформулировал Периодический закон и предложил короткую форму Периодической системы элементов. Систематизация химических элементов на основе их атомных масс Лотаром Мейером. Владимир Васильевич Марковников развил представления о взаимном влиянии атомов в органических соединениях, сформулировал правило присоединения несимметричных реагентов к несимметричным алкенам (правило Марковникова).

**1883 г.** - И. Кьельдаль предложил метод определения содержания азота в органических соединениях. Сванте Аррениус (лауреат Нобелевской премии 1903 г.) открыл явление электропроводности водных растворов кислот и оснований. Якоб-Хендрик Вант-Гофф (лауреат Нобелевской премии 1901 г.) разработал учение о скоростях химических реакций.

**1884 г.** - Анри Ле-Шателье сформулировал общий закон смещения химического равновесия.

**1887 г.** - Сванте Аррениус (лауреат Нобелевской премии 1903 г.) сформулировал основные положения теории электролитической диссоциации; рассчитал константу диссоциации воды. Дмитрий Иванович Менделеев разработал гидратную теорию растворов.

**1888 г.** - Вильгельм Оствальд (лауреат Нобелевской премии 1909 г.) сформулировал закон разбавления.

**1889 г.** - Вальтер Нернст заложил основы электрохимической термодинамики; вывел уравнения для электродных потенциалов и ЭДС гальванических элементов. Сванте Аррениус (лауреат Нобелевской премии 1903 г.) выдвинул представление об активных молекулах, число которых возрастает с температурой; вывел уравнение зависимости константы скорости реакции от частоты столкновения молекул, энергии активации и температуры.

**1892 г.** - Джордж Дьюар изобрел сосуд (термос), позволяющий длительное время хранить сжиженные газы. Эмиль Фишер получил моносахариды с 7-9 атомами углерода. На Международном конгрессе химиков в Женеве принята номенклатура органических соединений.

**1894 г.** - Уильям Рамзай и У. Релей открыли аргон. В. Оствальд (лауреат Нобелевской премии 1909 г.) дал определение катализа; обосновал механизм действия кислотно-основных индикаторов.

**1895 г.** - Вильгельм Рентген открыл X-лучи.

**1896 г.** - Анри Беккерель открыл явление радиоактивности.

**1897 г.** - Джозеф-Джон Томсон (и независимо Э. Вихерт) открыли электрон.

**1898 г.** - Уильям Рамзай и М. Траверс открыли криптон, неон и ксенон. Пьер и Мария Кюри открыли полоний и радий.

**1899 г.** - Анри Дебьерн открыл актиний.

**1900** - Макс Планк заложил основы квантовой теории. Клеменс Винклер и Р. Книтч разработали основы промышленного синтеза серной кислоты контактным способом.

**1905** - Альфред Вернер предложил современный вариант (длиннопериодный) Периодической системы элементов.



- 1907** - Жорж Урбен открыл редкоземельный элемент лютеций, последний из стабильных редкоземельных элементов.
- 1908** - Вильгельм Оствальд (лауреат Нобелевской премии 1909 г.) разработал основы технологии производства азотной кислоты каталитическим окислением аммиака.
- 1909** - Серен Серенсен ввел водородный показатель кислотности среды - pH. Ирвинг Ленгмюр (лауреат Нобелевской премии 1932 г.) разработал основы современного учения об адсорбции.
- 1910** - Сергей Васильевич Лебедев получил первый образец синтетического бутадиенового каучука.
- 1911** - Эрнест Резерфорд (лауреат Нобелевской премии 1908 г.) предложил ядерную (планетарную) модель атома.
- 1913** - Нильс Бор (лауреат Нобелевской премии 1922 г.) сформулировал основные постулаты квантовой теории атома, согласно которой электроны в атоме обладают определенной энергией и вследствие этого могут вращаться в электронной оболочке лишь на определенных энергетических уровнях. Казимир Фаянс и Фредерик Содди (лауреат Нобелевской премии 1921 г.) сформулировали закон радиоактивных сдвигов (тем самым структура радиоактивных семейств была увязана со структурой Периодической системы элементов). А. Ван ден Брук высказал предположение, что номер элемента в Периодической системе численно равен заряду его атома.
- 1914** - Р. Мейер предложил поместить все редкоземельные элементы в побочной подгруппе III группы Периодической системы.
- 1915** - И. Штарк ввел понятие "валентные электроны"
- 1916** - Вальтер Коссель и Гильберт Льюис разработали теорию атомной связи и ионной связи. Николай Дмитриевич Зелинский сконструировал противогаз.
- 1919** - Эрнест Резерфорд (лауреат Нобелевской премии 1908 г.) осуществил первую ядерную реакцию искусственного превращения элементов.
- 1920** - Важнейшие исследования строения атома, приведшие к современным представлениям о модели атома. В этих исследованиях участвовали Луи Де Бройль (лауреат Нобелевской премии 1929 г.) (волновая природа электрона), Эрвин Шредингер (лауреат Нобелевской премии 1933 г.) (ввел основное уравнение квантовой механики), Вернер Гейзенберг (лауреат Нобелевской премии 1932 г.), Поль Дирак (лауреат Нобелевской премии 1933 г.).
- 1923** - Дьердь Хевеши и Д. Костер открыли гафний. Йоханнес Бренстед предложил считать кислотами вещества, отдающие протоны, а основаниями - вещества, присоединяющие протоны.
- 1925** - Вольфганг Паули сформулировал принцип запрета. Г. Уленбек и С. Гоудсмит ввели представление о спине электрона.
- 1931** - Эрих Хюккель заложил основы квантовой химии органических соединений. Сформулировал  $(4n + 2)$  - правило ароматической стабильности, устанавливающее принадлежность вещества к ароматическому ряду. Сергей Васильевич Лебедев решил проблемы промышленного получения синтетического каучука.
- 1932** - Дж. Чедвик (лауреат Нобелевской премии 1935 г.) открыл нейтрон. Д. Д. Иваненко предложил протонно-нейтронную модель атомного ядра. Лайнус Полинг (лауреат Нобелевской премии 1954 г.) количественно определил понятие электроотрицательности, предложил шкалу электроотрицательности и выразил зависимость между электроотрицательностью и энергией химической связи.
- 1933** - П. Блэккетт и Г. Оккиалини открыли позитрон.

- 1934** - Ирен и Жолио Кюри (лауреаты Нобелевской премии 1935 г.) открыли явление искусственной радиоактивности.
- 1937** - Карло Перриер и Эмилио Сегре открыли новый элемент - первый искусственно синтезированный элемент технеций с  $Z = 43$ .
- 1939** - Маргарет Перей открыла франций - элемент с  $Z = 87$ . Разработаны технологии промышленных производств искусственных волокон (найлон, перлон)
- 1940** - Д. Корсон, К. Маккензи, Э. Сегре синтезировали астат ( $Z = 85$ ). Э. Макмиллан (лауреат Нобелевской премии 1951 г.), Ф. Эйблсон синтезировали первый трансурановый элемент нептуний с  $Z = 93$ . Гленн Сиборг, Э. Макмиллан (лауреаты Нобелевской премии 1951 г.), Дж. Кеннеди, А. Валь синтезировали плутоний с  $Z = 94$ .
- 1944** - Гленн Сиборг (лауреат Нобелевской премии 1951 г.), Р. Джеймс, Альберт Гиорсо синтезировали кюрий с  $Z = 96$ . Гленн Сиборг выдвинул актиноидную концепцию размещения трансурановых элементов в Периодической системе.
- 1945** - Гленн Сиборг (лауреат Нобелевской премии 1951 г.), Р. Джеймс, П. Морган, А. Гиорсо синтезировали америций с  $Z = 95$ .
- 1947** - Э. Чаргаф впервые получил чистые препараты ДНК.
- 1949** - Гленн Сиборг (лауреат Нобелевской премии 1951 г.), С. Томпсон, Альберт Гиорсо синтезировали берклий ( $Z = 97$ ) и калифорний ( $Z = 98$ ).
- 1951** - Лайнус Полинг (лауреат Нобелевской премии 1954 г.) разработал модель полипептидной спирали. В.М. Ключковский сформулировал правило  $(n + 1)$  - заполнения электронных оболочек и подоболочек атомов по мере роста  $Z$ . Т. Кили, П. Посон синтезировали небензоидное ароматическое соединение "сэндвичевой" структуры - ферроцен  $(C_5H_5)_2Fe$ .
- 1952** - Гленн Сиборг (лауреат Нобелевской премии 1951 г.), Альберт Гиорсо и др. открыли эйнштейний ( $Z = 99$ ) и фермий ( $Z = 100$ ).
- 1953** - Дж. Уотсон и Ф. Крик (лауреаты Нобелевской премии 1962 г.) предложили модель ДНК - двойную спираль из нитей полинуклеотидов, связанных водородными "мостиками". А. Тодд и Д. Браун разработали схему строения РНК.
- 1954** - К. Циглер, Дж. Натт (лауреаты Нобелевской премии 1963 г.) открыли смешанные металлоорганические катализаторы для промышленного синтеза полимеров.
- 1955** - Гленн Сиборг (лауреат Нобелевской премии 1951 г.) и др. синтезировали менделевий ( $Z = 101$ ) Н. Н. Семенов и С. Хиншельвуд (лауреаты Нобелевской премии 1962 г.) провели фундаментальные исследования механизма радикальных химических реакций.
- 1958** - А. Корнберг и С. Очоа открыли механизм биосинтеза РНК и ДНК (лауреаты Нобелевской премии 1959 г.).
- 1961** - Установлена новая Международная шкала атомных масс - за единицу принята  $1/12$  массы изотопа  $^{12}C$ . Альберт Гиорсо, Т. Сиккеланд, А. Ларош, Р. Латимер синтезировали лоуренсий ( $Z = 103$ ).
- 1962** - Получены первые соединения благородных газов.
- 1963** - Р. Меррифилд разработал твердофазный метод пептидного синтеза; осуществлен полный синтез инсулина - первый химический синтез белка.
- 1964 - 1984** - Георгий Николаевич Флеров с сотрудниками синтезировал новые элементы - курчатовий ( $Z = 104$ ) (1964) и нильсборий ( $Z = 105$ ) (1970). Юрий Цолакович Оганесян с

сотрудниками получили элементы с  $Z = 106$  (1974),  $Z = 107$  (1976),  $Z = 108$  (1982),  $Z = 110$  (1986). Петер Армбрустер с сотрудниками синтезировал элемент с  $Z = 109$  (1984).

**1974** - А.С. Хохлов установил последовательность аминокислот в антибиотике актиноксантине.

**1975** - И.В. Березин открыл явление биоэлектрокатализа. Д. Демарто получил соединение со связью ксенон - азот:  $\text{FeXeN}(\text{SO}_2\text{F})_2$ .

**1975-1980** - Р.З. Сагдеев и его сотрудники установили влияние магнитных полей на химические процессы.

**1976** - Дж. Вейн обнаружил новый простагландин - простаглицлин и установил его химическую структуру.

**1977-1980** - У. Гилберт предложил метод расшифровки первичной структуры ДНК, базирующийся на принципе локализации оснований по величине фрагментов ДНК. Е.А. Шилов осуществил исследование фотокаталитического получения водорода и кислорода из воды. Получены первые "органические металлы" - полиацетилен (Х. Ширакава), полипиррол (А. Диас).

**1987** - Впервые получен оксид железа(VIII) при анодном растворении железа (В. И. Спицын и сотрудники). К. Гу с сотрудниками получили модифицированный куприт лантана  $\text{LaCu}_2\text{O}_4$ , сверхпроводящий при 93 К. Немецкими учеными (Дармштадт, Г. Мюнценберг с сотр.) получен 109-й элемент.

**1991** - Синтез соединений, родственных фуллерену - углеродных нанотрубок.

**1996 - 1997** - Разработка метода молекулярного наслаивания для прецизионного синтеза твердых веществ регулярного строения. Получение лиотропных и термотропных жидкокристаллических полимеров.

**1999** - Первый органический лазер на основе производных тетрацена. Синтез и начало исследования протония (атома, состоящего из протона и антипротона).

**1990-2000** - Получение путем ядерного синтеза химических элементов с номерами 110, 111, 112, 114 и 116. Химический синтез белков и нуклеотидов методами генной инженерии.

### Список информационных ресурсов

1. Общая и неорганическая химия : учебник для вузов / Э. Т. Оганесян, В. А. Попков, Л. И. Щербакова, А. К. Брель ; под редакцией Э. Т. Оганесяна. — Москва : Издательство Юрайт, 2021. — 447 с. — (Высшее образование). — ISBN 978-5-9916-6994-8. — Текст : электронный // Образовательная платформа Юрайт [сайт]. — URL: <https://urait.ru/bcode/468953>
2. Общая и неорганическая химия. Учеб. для вузов. — 4-е изд., исп.- М: Высш. шк., Изд. центр «Академия», 2001. — 743 с.

### Используемая литература

1. Адамович, Т.П., Васильева, Г.И., Мечковский, С.А. Сборник олимпиадных задач по химии. Минск, 2015; Богоявленская Д.Б. Пути к творчеству. М.: Знание, 2015;
2. Акофф, Р. Искусство решения проблем. М.: Мир, 2017;
3. Габриелян О.С. Настольная книга учителя химии: 11 класс / О.С. Габриелян, Г.Г. Лысова, А.Г. Введенская – М., 2014
4. Габриелян О.С. Настольная книга учителя химии: 10 класс / О.С. Габриелян, И.Г. Остроумов – М., 2015
5. Габриелян О.С. Химия для преподавателя: учебно-методическое пособие/ О.С. Габриелян, Г.Г. Лысова – М., 2016
6. Ерыгин, Д.П., Шишкин, Е.А. Методика решения задач по химии. М.: Просвещение, 2014; Конкурсный экзамен по химии: Руководство для абитуриентов. В 6 ч. // под ред. Н.Е. Кузьменко. М.: Изд-во МГУ, 2013;
7. Кузьменко, Н.Е., Еремин, В.В., Попков, В.А. Химия для школьников старших классов и поступающих в вузы. М.: Дрофа, 2014;
8. Кушнарев, А.А. Учимся решать задачи по химии. М.: Школа-Пресс, 2015;
9. Лидин, Р.А., Молочко, В.А. Химия для абитуриентов. От средней школы к вузу. М.: Химия, 2015;
10. Мовсумзаде, Э.М., Аббасова, Г.А., Захарочкина, Т.Г. Химия в вопросах с использованием ЭВМ. М.: Высшая школа, 2015; Польские химические олимпиады (сборник задач). Пер. с польск. П.Г. Буяновской и др. // под ред. С.С. Чуранова. М.: Мир, 2016;
11. Радецкий А.М. Дидактический материал: химия, 8-9 класс - М. «Просвещение», 2015
12. Семенов, И.Н. Задачи по химии повышенной сложности для абитуриентов. В 4 ч. Л.: Изд-во ЛГУ, 2017;
13. Суровцева, Р.П., Савицкий, С.Н. Задания по химии для самостоятельной работы учащихся. М.: Просвещение, 2013; Химические олимпиады в школе. /Сост. С.Н. Перчаткин. М.: НПО «Образование», 2015;
14. Хомченко, Г.Н., Хомченко, И.Г. Задачи по химии для поступающих в вузы. – М.: Новая Волна, 2018;

15. Штремплер, Г.И., Хохлова, А.И. Методика решения расчетных задач по химии: Пособие для учителя. М.: Просвещение, 2018.

### Рекомендуемая литература для обучающихся

1. Ерыгин, Д.П., Грабовый, А.К. Задачи и примеры по химии с межпредметным содержанием (спецпредметы). М.: Высшая школа, 2014;
2. Конкурсный экзамен по химии: Руководство для абитуриентов МГУ. Под ред. Н.Е. Кузьменко. М.: Изд-во МГУ, 2016;
3. Кузнецова Н.Е., Лёвкин А.Н. Задачник по химии: 8 класс – Издательский центр «Вентана-Граф», 2014
4. Кузьменко, Н.Е., Еремин, В.В., Попков, В.А. Химия для школьников старших классов и поступающих в вузы. М.: Дрофа, 2017;
5. Кушнарев, А.А. Учимся решать задачи по химии. М.: Школа-Пресс, 2015; Лидин Р.А., Молочко В.А. Химия для абитуриентов. От средней школы к вузу. М.: Химия, 2016;
6. Пузаков, С.А., Попков, В.А. Пособие по химии для поступающих в вузы. Вопросы, упражнения, задачи. Образцы экзаменационных билетов. М.: Высшая школа, 2017;
7. Семенов, И.Н. Задачи по химии повышенной сложности для абитуриентов. В 4 ч. Л.: Изд-во ЛГУ, 2015;
8. Сорокин, В.В., Злотников, Э.Г. Химия в тестах: Пособие для школьников и абитуриентов. СПб: Химия, 2018;
9. Суровцева, Р.П., Савицкий, С.Н., Иванова, Р.Г. Задания по химии для самостоятельной работы учащихся. 2-е изд. М.: Просвещение, 2016;
10. Хомченко, Г.П. Химия для поступающих в вузы. М.: Высшая школа, 2018.
11. Хомченко, Г.П., Хомченко, И.Г. Сборник задач по химии для поступающих в вузы: Учебное пособие. 4-е изд. М.: Новая Волна, 2017.

### Электронные образовательные ресурсы

1. <https://teach-in.ru/course/neorgchem1>
2. <https://teach-in.ru/course/inorganic-chemistry-p2>
3. <https://teach-in.ru/course/theornotorg1/material>
4. <https://teach-in.ru/course/theornotorg2/about>
5. <https://www.youtube.com/watch?v=8d5r394DKqM>
6. <https://www.youtube.com/c/NAUKA0>