ВВЕДЕНИЕ

Данное пособие включает комплекс материалов для подготовки к ЕГЭ по химии. В состав комплекса входят типовые проверочные задания и типовые варианты, аналогичные по структуре контрольным измерительным материалам (КИМ) для проведения ЕГЭ по химии в 2022 году.

Структура пособия. Пособие состоит из трёх частей. Часть 1 содержит задания различного типа, предназначенные для тематического контроля. Эти задания по ряду признаков имеют сходство с заданиями, которые используются в КИМ для проведения экзамена. Так, в частности, задания части 1 пособия, так же, как и задания КИМ, ориентированы на проверку усвоения элементов содержания ключевых разделов курса химии средней школы:

– Периодический закон и Периодическая система химических элементов Д.И. Менделеева. Строение атома. Химическая связь. Строение вещества.

– Классификация и номенклатура неорганических веществ. Характерные химические свойства простых веществ – металлов и неметаллов, сложных веществ – представителей основных классов неорганических соединений.

– Теория химического строения органических соединений. Классификация и номенклатура органических соединений. Химические свойства представителей основных классов органических соединений.

– Химическая реакция. Классификация химических реакций в неорганической и органической химии. Закономерности протекания химических реакций различного типа. Электролиз водных растворов и расплавов солей, щелочей и кислот.

– Методы познания веществ и химических реакций. Применение веществ. Общие представления о промышленных способах получения важнейших веществ. Количественные отношения в химии.

Сходство проявилось и в принципах построения заданий, поэтому тип и уровень сложности каждого из предложенных заданий соответствуют: а) необходимому уровню усвоения проверяемого элемента содержания; б) виду учебной деятельности, необходимой для выполнения задания. Так же, как и в КИМ ЕГЭ, задания части 1 пособия распределены по четырём тематическим блокам: «Теоретические основы химии», «Неорганическая химия», «Органическая химия», «Методы познания в химии. Химия и жизнь». Внутри блоков задания сгруппированы по содержательным линиям и по проверяемым элементам содержания. Для проверки усвоения каждого отдельного элемента содержания предложено две группы заданий:

а) Задания с комментариями и решениями (от трёх до шести заданий в группе)

б) Задания для самостоятельной работы

Такое распределение заданий в пособии обеспечивает возможности для его вариативного использования в целях повышения эффективности самостоятельной работы учащихся по систематизации знаний и совершенствованию умений, необходимых для успешной учёбы и последующей сдачи единого государственного экзамена.

Часть 2 пособия содержит пять типовых вариантов контрольных работ, составленных в соответствии с проектом «Демонстрационного варианта контрольных измерительных материалов единого государственного экзамена 2022 года по химии». Часть 3 включает ответы ко всем заданиям, предназначенным для самостоятельной работы, а также ответы к заданиям типовых вариантов.

Материалы пособия предназначены для целенаправленного использования при подготовке к экзамену. Именно этим обусловлена особенность их построения и содержания. К тому же отметим, что среди представленных в пособии заданий присутствуют в достаточном объёме задания, которые использовались в экзаменационных работах последних лет. Систематическая тренировка в выполнении предложенных заданий является одним из необходимых условий подготовки к экзамену. При этом крайне необходимо, чтобы выполнение заданий сочеталось с планомерным повторением и систематизацией изученного материала. Для того чтобы подготовка к экзамену отвечала этим требованиям и проходила более эффективно, мы предлагаем нашему читателю несколько рекомендаций.

Общие рекомендации по подготовке к ЕГЭ

Подготовку к экзамену целесообразно начинать с изучения целого ряда вопросов, осознанное понимание которых позволит более ясно представить, какой учебный материал нужно обязательно повторить и привести в систему, какие знания и умения необходимы для выполнения отдельных заданий и работы в целом. Это вопросы, касающиеся содержания экзамена и особенностей его проведения, характеристики заданий и способов оценивания их выполнения, требований к оформ-

лению ответов на задания и др. Одним из главных среди этих вопросов является вопрос о структуре и содержании КИМ для проведения ЕГЭ по химии в 2022 году.

Для ответа на данный вопрос следует обратиться к двум важным документам:

- Кодификатор элементов содержаний и требований к уровню подготовки выпускников общеобразовательных учреждений для проведения в 2022 году единого государственного экзамена по химии (далее – кодификатор);
- Спецификация контрольных измерительных материалов для проведения в 2022 году единого государственного экзамена по химии (далее – спецификация).

Оба эти документа размещены на сайте ФИПИ (www.fipi.ru). Данные документы адресованы широкому кругу пользователей: экспертам, методистам, учителям, учащимся и их родителям. Поэтому мы отдельно фиксируем внимание на том, какая информация, представленная в этих документах, будет полезной и важной для тех, кто будет готовиться к экзамену.

Кодификатор. В нём перечислены те элементы содержания курса химии – ведущие понятия, основные закономерности, фактологические сведения о веществах и реакциях, усвоение которых будет обязательно проверяться на экзамене. Всего таких элементов содержания 56, именно на их основе составляются задания экзаменационной работы.

Все эти элементы содержания сосредоточены в первой части кодификатора, которая называется «Перечень элементов содержания, проверяемых на едином государственном экзамене по химии». Они распределены по четырём основным разделам (содержательным блокам) курса химии: «Теоретические основы химии», «Неорганическая химия», «Органическая химия», «Методы познания в химии». В структуре первого и четвёртого блоков представлен более конкретизированный перечень проверяемых элементов содержания по отдельным содержательным линиям: «Современные представления о строении атома», «Периодический закон и периодическая система химических элементов Д.И. Менделеева», «Химическая связь и строение вещества», «Химическая реакция», «Экспериментальные основы химии», «Общие представления о промышленных способах получения важнейших веществ», «Расчёты по химическим формулам и уравнениям реакций».

Такое распределение проверяемых элементов учебного материала в кодификаторе осуществлено с целью уточнения того, какое конкретное содержание должно служить основой для построения различного типа заданий экзаменационной работы. Следует также внимательно ознакомиться с информацией, представленной во второй части кодификатора, имеющей название: «Перечень требований к уровню подготовки выпускников, проверяемых на едином государственном экзамене по химии». Приведённые здесь сведения по своей сути являются указаниями на те действия и виды деятельности, которые необходимо осуществлять при выполнении заданий экзаменационной работы. Самостоятельная работа по выполнению заданий при подготовке к экзамену должна быть направлена на формирование и развитие указанных в кодификаторе умений и видов действий.

Каждый, кто готовится к экзамену, найдёт для себя много полезной информации в ***спецификации.*** Так в этом документе: представлен обобщённый план варианта КИМ ЕГЭ 2022 г. по химии; дана характеристика проверочных заданий различных типов и показано, как они распределяются по частям работы, по содержательным блокам и линиям, по видам проверяемых умений и способам действий; охарактеризована система оценивания отдельных заданий и всей работы в целом; приведено описание уровня подготовки выпускников, достижение которого может гарантировать получение минимального количества баллов на экзамене; даны рекомендации о примерном распределении времени, отводимого на выполнение работы; представлен перечень дополнительных материалов и оборудования, которым можно пользоваться на экзамене. Из перечисленных вопросов более подробно рассмотрим те, которым при подготовке к экзамену необходимо уделить самое пристальное внимание.

Характеристика структуры КИМ 2022 года

Экзаменационная работа 2022 года по своей структуре в целом остаётся аналогичной работе 2021 года. Она будет состоять из двух частей, включающих в себя задания с *кратким ответом* базового и повышенного уровней сложности (часть 1) и задания с развёрнутым ответом высокого уровня сложности (часть 2).

Часть 1 экзаменационной работы будет включать в себя задания, построенные на материале нескольких тематических блоков:

- «Строение атома. Периодический закон и периодическая система химических элементов Д.И. Менделеева. Закономерности изменения свойств химических элементов по периодам и группам». «Строение вещества. Химическая связь»;

➢ «Неорганические вещества: классификация и номенклатура; химические свойства; генетическая связь веществ, принадлежащих к различным классам»;

➢ «Органические вещества: классификация и номенклатура, химические свойства; генетическая связь веществ, принадлежащих к различным классам»;

➢ «Химическая реакция». «Методы познания в химии». «Химия и жизнь». «Расчёты по химическим формулам и уравнениям реакций».

В каждом из указанных тематических блоков будут представлены задания с кратким ответом как базового, так и повышенного уровней сложности, расположенные по нарастанию того количества действий, которые необходимы для их выполнения. Такая структура части 1 экзаменационной работы в большей мере соответствует структуре самого курса химии. Благодаря этому учащиеся как при подготовке к экзамену, так и во время выполнения экзаменационной работы, имеют возможность более эффективно сконцентрировать своё внимание на том, использование каких знаний, понятий и закономерностей химии, и в какой взаимосвязи потребует выполнение заданий, проверяющих усвоение учебного материала определённого раздела курса химии.

Часть 2 экзаменационной работы 2022 года будет включать шесть заданий с развёрнутым ответом высокого уровня сложности, которые ориентированы на проверку усвоения на углублённом уровне нескольких (двух или более) элементов содержания из различных разделов курса химии.

Характеристика заданий, которые будут включены в варианты КИМ ЕГЭ 2022 года

Задания с кратким ответом базового уровня сложности. В вариантах КИМ ЕГЭ 2022 года данные задания будут присутствовать под номерами: 1–5, 9–13, 16–21, 25–28. По своему формату это могут быть задания с единым контекстом, с выбором двух или нескольких верных ответов из пяти и более предложенных вариантов ответа, а также задания на установление соответствия между позициями двух множеств, расчетные задачи.

Пример 1: *задания с единым контекстом.*

Для выполнения заданий 1–3 используйте следующий ряд химических элементов:

1) Li 2) Si 3) Ne 4) Al 5) Cl

Ответом в заданиях 1–3 является последовательность цифр, под которыми указаны химические элементы ***в данном ряду****.*

1. *Определите элементы, атомы которых в основном состоянии имеют только один неспаренный p-электрон. Запишите в поле ответа номера выбранных элементов.*

Ответ: | | |

2. *Из указанных в ряду химических элементов выберите три элемента, которые в Периодической системе химических элементов Д.И. Менделеева находятся в одном периоде. Расположите выбранные элементы в порядке усиления неметаллических свойств.*

Ответ: | | | |

3. *Из указанных в ряду химических элементов выберите два элемента, с одинаковой разностью между максимальной и минимальной степенью окисления.*

Ответ: | | |

Пример 2*: задание на выбор двух верных ответов из пяти предложенных вариантов ответа.*

Из предложенного перечня выберите два вещества молекулярного строения с ковалентной полярной связью.

1) Na_2SO_4
2) $HCOOH$
3) CH_4
4) CaO
5) Cl_2

Запишите в поле ответа номера выбранных веществ.

Ответ: | | |

***Пример 3**: задание на выбор трёх верных ответов из девяти предложенных вариантов ответа (под номером 5).*

Среди предложенных веществ, расположенных в пронумерованных ячейках, выберите: А) двухосновную кислоту, Б) среднюю соль, В) амфотерный гидроксид.

1 NaH_2PO_4	**2** $Zn(OH)_2$	**3** HNO_2
4 H_2SO_3	**5** H_3P	**6** ZnO
7 Zn	**8** NH_4NO_3	**9** $Fe(OH)_2$

Запишите в таблицу номера ячеек, в которых расположены вещества под соответствующими буквами.

Ответ:

А	Б	В

***Пример 4**: задание на выбор всех верных ответов из пяти предложенных вариантов ответа (под номерами 17 и 18).*

Из предложенного перечня выберите типы реакций, к которым можно отнести взаимодействие цинка с соляной кислотой.

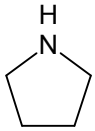
1) обмена
2) замещения
3) необратимая
4) окислительно-восстановительная
5) гетерогенная

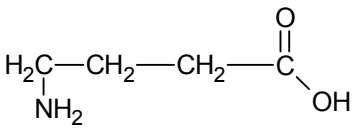
Ответ: _____

***Пример 5**: задание базового уровня сложности на установление соответствия между позициями двух множеств, выполнение которого оценивается в 1 балл.*

Установите соответствие между формулой вещества и классом/группой органических соединений, к которому(-ой) это вещество принадлежит: к каждой позиции, обозначенной буквой, подберите соответствующую позицию, обозначенную цифрой.

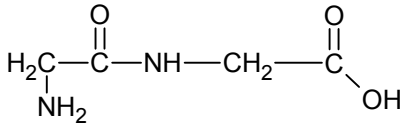
ФОРМУЛА ВЕЩЕСТВА

А) 

Б) 

КЛАСС/ГРУППА ОРГАНИЧЕСКИХ СОЕДИНЕНИЙ

1) дипептиды
2) амины
3) аминокислоты
4) карбоновые кислоты

В) 

Запишите в таблицу выбранные цифры под соответствующими буквами.

Ответ:

А	Б	В

Пример 6*: расчётная задача.*

Вычислите массу нитрата калия (в граммах), которую следует растворить в 150 г раствора с массовой долей этой соли 10% для получения раствора с массовой долей 12%.

(Запишите число с точностью до десятых.)

Ответ: _____ г

Как видно из этих примеров, задания с кратким ответом базового уровня сложности имеют различия по форме предъявления условия, чем, в свою очередь, определяются различия и в алгоритме поиска верного ответа. При этом все задания данной группы имеют сходство по формальному признаку: ответ, как результат выполнения каждого из них, записывается либо в виде последовательности цифр (задания № 1–25), либо в виде числа с заданной степенью точности (задания № 26–28).

Отметим ещё одну особенность: каждое отдельное задание этой группы независимо от формата, в котором оно представлено, ориентировано на проверку усвоения элементов содержания только одного определенного раздела курса химии. *Однако это не является основанием для того, чтобы отнести данные задания к категории лёгких, не требующих особых усилий для поиска верного ответа*. Напротив, выполнение любого из этих заданий предполагает тщательный анализ условия и использование во взаимосвязи обобщённых знаний, ключевых понятий и закономерностей.

Выполнение заданий с кратким ответом базового уровня сложности требует умений:

- *объяснять*, как изменяются свойства химических элементов по периодам и группам периодической системы Д.И. Менделеева; какая существует зависимость между свойствами веществ и типом их кристаллической решётки; как влияют различные факторы на изменение скорости химической реакции и состояние химического равновесия; какова сущность реакций ионного обмена;
- *определять* заряд ионов, степень окисления химических элементов, вид химической связи в соединениях, характер среды водных растворов веществ;
- *устанавливать* принадлежность вещества к определённому классу (группе) соединений, тип химической реакции по известным классификационным признакам;
- *характеризовать* общие химические свойства простых веществ (металлов и неметаллов), а также свойства представителей основных классов неорганических и органических соединений;
- *проводить* вычисления объёмных отношений газов в химических реакциях; расчёты теплового эффекта реакции, массы растворённого вещества, содержащегося в определённой массе раствора с известной массовой долей; расчёты массы вещества или объёма газов по известному количеству вещества, массе или объёму одного из участвующих в реакции веществ.

Задания с кратким ответом повышенного уровня сложности. В вариантах КИМ ЕГЭ 2022 года такие задания будут представлены под номерами: 6–8, 14, 15, 22–24. В отличие от заданий базового уровня сложности эти задания ориентированы на проверку ряда важных предметных и общеучебных умений, к числу которых относится умение *выделять* характерные признаки понятия, *выявлять* его взаимосвязи с другими понятиями, а также *использовать* это понятие для объяснения отдельных фактов и явлений. Это предусматривает анализ большего объёма сведений о химических элементах, о тех или иных закономерностях, сущности изученных типов реакций и т.п. В процессе такого анализа выявляются различные взаимосвязи между теми элементами содержания, которые указаны в условии задания. Другое весьма существенное отличие таких заданий состоит в том, что в их содержании ответ в готовом виде не сформулирован. Его нужно установить в

ходе выполнения задания и записать в виде определённой последовательности четырёх цифр в строгом соответствии с теми предписаниями, которые даны в инструкции.

***Пример** 7: задания повышенного уровня сложности, выполнение которого оценивается максимально в 2 балла.*

В реактор постоянного объёма поместили некоторое количество оксида серы(IV) и кислорода. В результате протекания обратимой реакции в реакционной системе

$$2SO_{2(г)} + O_{2(г)} \rightleftarrows 2SO_{3(г)}$$

установилось химическое равновесие.

Используя данные, приведённые в таблице, определите равновесную концентрацию SO_2 (X) и исходную концентрацию O_2 (Y).

Реагент	SO_2	O_2	SO_3
Исходная концентрация, (моль/л)	0,6		
Равновесная концентрация, (моль/л)		0,3	0,4

Выберите из списка номера правильных ответов.

1) 0,1 моль/л
2) 0,2 моль/л
3) 0,3 моль/л
4) 0,4 моль/л
5) 0,5 моль/л
6) 0,6 моль/л

Запишите выбранные номера в таблицу под соответствующими буквами.

Ответ:

X	Y

Задания с развёрнутым ответом высокого уровня сложности (их порядковые номера 29–34). Как уже отмечалось ранее, важнейшая особенность этих заданий состоит в том, что каждое из них проверяет усвоение нескольких (двух или более) элементов содержания из различных разделов курса химии. Поэтому их выполнение требует более сложных умений, таких как: *объяснять* обусловленность свойств и применения веществ их составом и строением; характер взаимного влияния атомов в молекулах органических соединений; взаимосвязь неорганических и органических веществ; сущность и закономерность протекания реакций изученных типов; *проводить* комбинированные расчёты по химическим уравнениям и на установление молекулярной и структурной формулы вещества.

Кроме того, выполнение этих заданий предусматривает самостоятельное формулирование ответа, который должен быть логически построен, содержать необходимые выводы и заключения, аргументы в пользу выдвинутых положений и т.п. Для этого необходимо уметь: *выполнять* те или иные действия в определённой последовательности; *устанавливать* причинно-следственные связи между различными элементами знаний.

В пособии представлены следующие разновидности заданий с развёрнутым ответом:

– задания, проверяющие усвоение важнейших элементов содержания, таких, например, как «окислительно-восстановительные реакции», «реакции ионного обмена» (№ 29–30);

– задания, проверяющие усвоение знаний о взаимосвязи веществ различных классов на примерах превращений неорганических и органических веществ (№ 31–32);

– расчётные задачи на установление: массы (объёма, количества вещества), продуктов реакции, если одно из веществ дано в избытке (имеет примеси), дано в виде раствора с определённой массовой долей растворённого вещества; массовой или объёмной доли выхода продукта реакций от теоретически возможного; массовой доли (массы) химического соединения в смеси; молекулярной и структурной формулы вещества (№ 23–34).

Задания под номерами 29 и 30 имеют единый контекст условия (см. пример 8).

Пример 8.

Для выполнения заданий 29, 30 используйте следующий перечень веществ: перманганат калия, гидрокарбонат калия, сульфит натрия, сульфат бария, гидроксид калия. Допустимо использование водных растворов этих веществ.

29 Из предложенного перечня веществ выберите вещества, между которыми возможна окислительно-восстановительная реакция, протекающая с выпадением осадка, и запишите уравнение этой реакции. Составьте электронный баланс, укажите окислитель и восстановитель.

30 Из предложенного перечня веществ выберите вещества, между которыми возможна реакция ионного обмена. Запишите молекулярное, полное и сокращённое ионное уравнения этой реакции.

Такое построение двух заданий обеспечивает возможность более объективной проверки на углублённом уровне сформированности умения использовать знания о свойствах заданных веществ для раскрытия сущности и механизма протекания реакций между этими веществами.

Несколько важных рекомендаций, которым необходимо следовать в ходе систематической тренировки в выполнении заданий различного типа при подготовке к экзамену.

– Началом выполнения каждого отдельного задания должно стать выяснение того, усвоение какого учебного материала проверяется данным заданием. Для этого необходимо обратить внимание на *особенности формулировки условия* задания и тщательно его проанализировать: найти ключевые слова, уяснить, на какие вопросы нужно будет ответить, и какой теоретический материал послужит основой для ответов на эти вопросы.

Помощником в этом случае может стать обобщённый план варианта КИМ ЕГЭ 2022 года, который в качестве Приложения включён в спецификацию. Обобщённый план – это модель варианта экзаменационной работы. В нём приведён конкретный перечень проверяемых элементов содержания для каждого отдельного задания, имеющего свой порядковый номер в варианте.

Каждому, кто тренируется в выполнении заданий, аналогичных заданиям КИМ, полезно ознакомиться с этим планом подробнее.

– После того, как тщательно проанализировано условие задания, необходимо обдумать последовательность своих действий по его выполнению. Здесь не лишним будет повторное обращение к информации об общей характеристике самих заданий.

– Особое внимание следует обратить на задания, которые проверяют усвоение знаний о генетической связи неорганических веществ различных классов (в вариантах эти задания идут под номером 31). При выполнении таких заданий требуется написать уравнения четырёх реакций, которые отражают суть описанных в условии процессов. Не случайно эти задания получили название своеобразного «мысленного эксперимента», для «проведения» которого необходимо применить знания о свойствах веществ. Поэтому важно осознать, что для успешного выполнения таких заданий необходимо будет применить знания о характерных (общих) и специфических химических свойствах указанных веществ, об условиях протекания реакции между ними, а также применить умения составлять формулы веществ и уравнения химических реакций.

– Выполнение заданий, проверяющих знание генетической связи органических веществ различных классов (с порядковым номером 32), требует записи структурных формул органических веществ. Обращаем внимание на то, что при этом можно использовать структурные формулы разного вида, которые однозначно отражают порядок связи атомов, а также взаимное расположение заместителей и функциональных групп в молекуле органического вещества.

– Под номерами 33 и 34 в вариантах представлены расчётные задачи. При оформлении развёрнутых ответов на эти здания необходимо указывать все проведённые вычисления и размерность полученных величин.

Надеемся, что эти рекомендации будут полезны каждому, кто готовится к экзамену.

Завершая разговор о структуре экзаменационной работы и особенностях, входящих в неё заданий, мы приводим сведения о том, как будет *оцениваться выполнение отдельных заданий и экзаменационной работы в целом.*

За правильный ответ на каждое из заданий 1–5, 9–13, 16–21, 25–28 ставится 1 балл. Задание считается выполненным верно, если экзаменуемый дал правильный ответ в виде последовательности цифр или числа с заданной степенью точности.

Задания под номерами 6–8, 14, 15, 22–24 считаются выполненными верно, если правильно указана последовательность цифр. За полный правильный ответ в заданиях в этих заданиях ставится 2 балла; если допущена одна ошибка, – 1 балл; за неверный ответ (более одной ошибки) или его отсутствие – 0 баллов.

Задания части 2 (с развёрнутым ответом) предусматривают проверку от трёх до пяти элементов ответа. Наличие каждого элемента ответа оценивается 1 баллом, поэтому максимальная оценка верно выполненного задания составляет от 3 до 5 баллов в зависимости от степени сложности задания: задания 29 и 30 – 2 балла; 31 – 4 балла; 32 – 5 баллов; 33 – 4 балла; 34 – 3 балла. Проверка заданий части 2 осуществляется на основе поэлементного анализа ответа выпускника.

Задания с развёрнутым ответом могут быть выполнены выпускниками различными способами.

Успешное выполнение экзаменационной работы в немалой степени зависит от *правильного распределения времени, отводимого на её выполнение.* В процессе подготовки к экзамену необходимо учитывать следующие рекомендации: для каждого выполнения задания базового уровня сложности части 1 отводится не более 2 минут, для каждого задания повышенного уровня сложности части 1 – 5–9 минут, для каждого задания части 2 – до 15 минут.

Обращаем внимание на то, что общая продолжительность выполнения экзаменационной работы в 2022 году составит ***3,5 часа (210 минут).***

В заключение отметим, что данное пособие адресовано старшеклассникам и выпускникам средней школы, выбирающим ЕГЭ по химии, учителям и методистам. Учащиеся могут использовать это пособие в процессе самоподготовки к экзамену. По результатам выполнения заданий они имеют возможность оценить свои знания, убедиться в том, какой материал усвоен прочно, а какой требует ещё дополнительного повторения. Тем самым они смогут своевременно скорректировать свой план подготовки к экзамену. Учитель может использовать материал пособия в разных целях: для мониторинга и объективной оценки учебных достижений каждого отдельного ученика, а также в целях закрепления, систематизации и обобщения изученного материала. Кроме того, материалы пособия могут быть использованы при проведении внутришкольных репетиционных экзаменов по химии в 11 классах общеобразовательных организаций.

Желаем успехов в работе!

ЧАСТЬ 1

ЗАДАНИЯ ДЛЯ ТЕМАТИЧЕСКОГО КОНТРОЛЯ

1.1. ТЕОРЕТИЧЕСКИЕ ОСНОВЫ ХИМИИ

В структуре данного блока выделяют четыре содержательные линии:
- Современные представления о строении атома.
- Периодический закон и Периодическая система химических элементов Д.И. Менделеева.
- Химическая связь и строение вещества.
- Химическая реакция.

Для каждой из этих линий указаны проверяемые элементы содержания (см. таблицу 1).

Таблица 1

Проверяемые элементы содержания	**Уровень сложности задания, проверяющего усвоение элемента содержания**
Современные представления о строении атома	
Строение электронных оболочек атомов элементов первых четырех периодов: *s*-, *p*- и *d*-элементы. Электронная конфигурация атома. Основное и возбужденное состояние атомов	Б
Периодический закон и Периодическая система химических элементов Д.И. Менделеева	
Закономерности изменения свойств химических элементов и их соединений по периодам и группам	Б
Химическая связь и строение вещества	
Электроотрицательность. Степень окисления и валентность химических элементов.	Б, П
Ковалентная химическая связь, её разновидности и механизмы образования. Характеристики ковалентной связи (полярность и энергия связи). Ионная связь. Металлическая связь. Водородная связь.	Б
Вещества молекулярного и немолекулярного строения. Тип кристаллической решетки. Зависимость свойств веществ от их состава и строения.	Б
Химическая реакция	
Классификация химических реакций в неорганической и органической химии.	Б
Скорость реакции, её зависимость от различных факторов.	Б
Обратимые и необратимые химические реакции. Химическое равновесие. Смещение химического равновесия под действием различных факторов.	П
Электролитическая диссоциация электролитов в водных растворах. Сильные и слабые электролиты.	Б
Реакции ионного обмена.	Б
Гидролиз солей. Среда водных растворов: кислая, нейтральная, щелочная.	П
Реакции окислительно-восстановительные. Коррозия металлов и способы защиты от неё.	П, В
Электролиз расплавов и растворов солей, щелочей, кислот.	П

Строение электронных оболочек атомов элементов первых четырех периодов: *s*-, *p*- и *d*-элементы. Электронная конфигурация атома. Основное и возбужденное состояние атомов. Закономерности изменения свойств элементов и их соединений по периодам и группам. Электроотрицательность. Степень окисления и валентность химических элементов

Задания с комментариями и решениями

Данные элементы содержания проверяются в экзаменационной работе заданиями № 1–3 базового уровня сложности с единым контекстом, представленным в форме ряда из пяти химических элементов. Каждое из этих трёх заданий ориентировано на проверку только одного из числа названных выше элементов содержания. Приведем несколько примеров таких заданий.

Пример 1.

Для выполнения заданий 1–3 используйте следующий ряд химических элементов:

1) Cr 2) O 3) Mg 4) Se 5) C

Ответом в заданиях 1–3 является последовательность цифр, под которыми указаны химические элементы в **данном ряду.**

1. Определите элементы, атомы которых в основном состоянии имеют сходную конфигурацию внешнего энергетического уровня.

Запишите в поле ответа номера выбранных элементов.

Ответ: | | |

2. Из указанных в ряду химических элементов выберите три элемента-неметалла.

Расположите выбранные элементы в порядке уменьшения радиусов их атомов.

Запишите в поле ответа номера выбранных элементов в нужной последовательности.

Ответ: | | | |

3. Из указанных в ряду элементов выберите два элемента, для которых низшая степень окисления равна –2.

Запишите в поле ответа номера выбранных элементов.

Ответ: | | |

Выполнение данных заданий начинаем с определения положения представленных элементов в Периодической системе химических элементов Д.И. Менделеева.

В задании 1 на основании положения элементов в Периодической системе определяем строение внешнего энергетического уровня их атомов.

Сходную конфигурацию внешнего энергетического уровня будут иметь элементы, расположенные в одной главной подгруппе Периодической системы. Среди представленных элементов таковыми являются кислород и селен, которые имеют электронную конфигурацию $2s^2 2p^4$ и $4s^2 4p^4$ соответственно.

Ответ к заданию 1: 24

В задании 2 устанавливаем, что три элемента-неметалла в представленном ряду – это селен, кислород и углерод. Причем селен и кислород находятся в одной главной подгруппе, а углерод и кислород – в одном периоде Периодической системы. Вспомним, что с увеличением зарядов ядер атомов по периоду происходит уменьшение атомного радиуса, а в главных подгруппах сверху вниз атомные радиусы элементов возрастают. С учётом этих закономерностей в порядке уменьшения атомных радиусов элементы расположены следующим образом: Se → C → O.

Ответ к заданию 2: 452

Задание 3. Вспомним, что значение низшей отрицательной степени окисления элементов-неметаллов можно найти как разность между номером группы и числом 8 (максимальным числом электронов во внешнем энергетическом уровне). Следовательно, степень окисления -2 имеют элементы VIA группы – кислород и селен.

Ответ к заданию 3: 24

Пример 2.

Для выполнения заданий 1–3 используйте следующий ряд химических элементов: 1) Li 2) Si 3) Ne 4) Al 5) Cl Ответом в заданиях 1–3 является последовательность цифр, под которыми указаны химические элементы **в данном ряду**.

1. Определите элементы, атомы которых в основном состоянии имеют только один неспаренный *p*-электрон. Запишите в поле ответа номера выбранных элементов.

Ответ: | | |

2. Из указанных в ряду химических элементов выберите три элемента, которые в Периодической системе химических элементов Д.И. Менделеева находятся в одном периоде. Расположите выбранные элементы в порядке усиления неметаллических свойств.

Ответ: | | | |

3. Из указанных в ряду химических элементов выберите два элемента с одинаковой разностью между максимальной и минимальной степенью окисления.

Ответ: | | |

При выполнении задания 1 составим электронные конфигурации атомов элементов, указанных в условии с учетом их положения в Периодической системе Д.И. Менделеева.

Атом натрия имеет конфигурацию внешнего электронного слоя $3s^1$, т.е. содержит один неспаренный электрон, находящийся на *s*-орбитали. В атоме кремния на внешнем уровне четыре электрона: $3s^2 3p^2$, два из них, находящиеся на *p*-орбиталях, являются неспаренными. В атоме неона на внешнем уровне 8 электронов, образующих четыре электронные пары: $2s^2 2p^6$. Атом алюминия на внешнем уровне имеет три электрона $3s^2 3p^1$, при этом электрон, находящийся на *p*-орбитали, является неспаренным. Атом хлора на внешнем уровне имеет семь электронов $3s^2 3p^5$, причем один из *p*-электронов является неспаренным.

Ответ к заданию 1: 45

При выполнении задания 2 необходимо вспомнить, что неметаллические свойства обусловлены способностью атомов принимать электроны. В периоде с увеличением заряда ядра атомов элементов неметаллические свойства усиливаются. Элементами одного периода являются алюминий, кремний и хлор. Расположим указанные химические элементы в порядке усиления неметаллических свойств: алюминий → кремний → хлор.

Ответ к заданию 2: 425

Задание 3. Определим, какую минимальную и максимальную степень окисления могут проявлять указанные элементы.

Литий – металл IA группы. В простом веществе степень окисления лития равна 0. Это его минимальная степень окисления. В соединениях литий проявляет постоянную положительную степень окисления, равную +1 (это его максимальная степень окисления). Вычислим разность между максимальной и минимальной степенью окисления лития: + 1 − 0 = 1.

Максимальная степень окисления атома кремния (элемент IVA группы) равна +4. Кремний в соединениях с металлами проявляет отрицательную степень окисления, равную −4 (минимальная степень окисления). Разность между максимальной и минимальной степенью окисления атома кремния: + 4 – (–4) = 8.

Неон соединений не образует. В простом веществе степень окисления неона равна 0.

Алюминий – металл IIIA группы проявляют в соединениях только степень окисления +3 (максимальная степень окисления). Разность между максимальной и минимальной степенью окисления лития: + 3 − 0 = 3.

Хлор − неметалл, Его высшая степень окисления равно номеру группы +7, низшая степень окисления равна −1. Разность между этими значениями равна 8. Таким образом, одинаковая разность между максимальной и минимальной степенью окисления у элементов кремний и хлор.

Ответ к заданию 3: 25

Пример 3.

Для выполнения заданий 1–3 используйте следующий ряд химических элементов:

1) Sc 2) Ti 3) Al 4) Si 5) P

Ответом в заданиях 1–3 является последовательность цифр, под которыми указаны химические элементы **в данном ряду**.

1. Определите элементы, атомы которых в основном состоянии не содержат неспаренных электронов на внешнем энергетическом уровне.

Запишите в поле ответа номера выбранных элементов.

Ответ: | | |

2. Из указанных в ряду химических элементов выберите три элемента, которые в Периодической системе химических элементов Д.И. Менделеева находятся в одном периоде.

Расположите выбранные элементы в порядке возрастания радиусов их атомов.

Запишите в поле ответа номера выбранных элементов в нужной последовательности.

Ответ: | | | |

3. Из числа указанных в ряду элементов выберите два элемента, которые имеют одинаковую степень окисления в составе образуемых ими анионов с общей формулой $ЭО_x^{2-}$.

Запишите в поле ответа номера выбранных элементов.

Ответ: | | |

Задание 1. Неспаренных электронов не содержат атомы тех элементов, которые на внешнем энергетическом уровне имеют 2 или 8 электронов. Это элементы IIA и VIIIA групп соответственно. Также два спаренных *s*-электрона имеют большинство *d*-элементов (исключения среди *d*-элементов четвертого периода составляют лишь хром и медь, для которых характерен «провал» электрона и конфигурация внешнего уровня $4s^1$).

Среди представленных элементов скандий и титан относятся к *d*-элементам, их атомы не имеют неспаренных электронов во внешнем слое.

Ответ к заданию 1: 12

Задание 2. В одном периоде Периодической системы химических элементов Д.И. Менделеева находятся алюминий, кремний и фосфор. С увеличением зарядов ядер атомов по периоду происходит уменьшение атомного радиуса. Следовательно, в порядке возрастания радиусов атомов элементы располагаем так:

P → Si → Al

Ответ к заданию 2: 543

Задание 3. Определим, какие из указанных в ряду элементов могут образовать анионы с зарядом 2−. Это могут быть элементы в чётной степени окисления. Среди представленных элементов четную степень окисления +4 проявляют только титан и кремний в анионах с общей формулой $ЭО_3^{2-}$.

Ответ к заданию 3: 24

Задания для самостоятельной работы

Для выполнения заданий 1–3 используйте следующий ряд химических элементов:

1) Cr 2) C 3) Na 4) Si 5) N

Ответом в заданиях 1–3 является последовательность цифр, под которыми указаны химические элементы **в данном ряду**.

1. Определите элементы, атомы которых в основном состоянии содержат на внешнем уровне один неспаренный электрон.

Запишите в поле ответа номера выбранных элементов.

Ответ: | | |

2. Из указанных в ряду химических элементов выберите три элемента-неметалла. Расположите выбранные элементы в порядке возрастания их восстановительных свойств.

Запишите в поле ответа номера выбранных элементов.

Ответ: | | | |

3. Из указанных в ряду элементов выберите два элемента, которые имеют одинаковую степень окисления в составе образуемых ими анионов с общей формулой $ЭО_x^{2-}$.

Запишите в поле ответа номера выбранных элементов.

Ответ: | | |

Для выполнения заданий 4–6 используйте следующий ряд химических элементов:

1) O 2) Cu 3) Al 4) Cl 5) Na

Ответом в заданиях 4–6 является последовательность цифр, под которыми указаны химические элементы **в данном ряду**.

4. Определите элементы, атомы которых имеют одинаковое число электронов во внешнем слое.

Запишите в поле ответа номера выбранных элементов.

Ответ: | | |

5. Из указанных в ряду химических элементов выберите три элемента, которые в Периодической системе химических элементов Д.И. Менделеева находятся в одном периоде.
Расположите выбранные элементы в порядке уменьшения кислотности их высших оксидов.

Запишите в поле ответа номера выбранных элементов в нужной последовательности.

Ответ: | | | |

6. Из указанных в ряду элементов выберите два элемента, которые в соединениях могут проявлять степень окисления, равную –1.

Запишите в поле ответа номера выбранных элементов.

Ответ: | | |

Для выполнения заданий 7–9 используйте следующий ряд химических элементов:

1) V 2) Br 3) S 4) As 5) I

Ответом в заданиях 7–9 является последовательность цифр, под которыми указаны химические элементы **в данном ряду**.

7. Определите элементы, атомы которых имеют одинаковое число *d*-электронов.

Запишите в поле ответа номера выбранных частиц.

Ответ: | | |

8. Из указанных в ряду химических элементов выберите три элемента, которые в Периодической системе химических элементов Д.И. Менделеева находятся в одном периоде.
Расположите выбранные элементы в порядке уменьшения их электроотрицательности.

Запишите в поле ответа номера выбранных элементов в нужной последовательности.

Ответ: | | |

9. Из указанных в ряду элементов выберите два элемента, которые в образуемых ими бескислородных анионах проявляют одинаковую степень окисления.
Запишите в поле ответа номера выбранных элементов.

Ответ: | |

Для выполнения заданий 10–12 используйте следующий ряд химических элементов:

1) K 2) Na 3) Se 4) Mg 5) S

Ответом в заданиях 10–12 является последовательность цифр, под которыми указаны химические элементы **в данном ряду**.

10. Определите элементы, атомы которых в основном состоянии содержат неспаренные *p*-электроны.
Запишите в поле ответа номера выбранных элементов.

Ответ: | |

11. Из указанных в ряду химических элементов выберите три элемента-металла.
Расположите выбранные элементы в порядке уменьшения их восстановительных свойств.

Запишите в поле ответа номера выбранных элементов в нужной последовательности.

Ответ: | | |

12. Из указанных в ряду элементов выберите два элемента, которые имеют одинаковую степень окисления в составе образуемых ими анионов с общей формулой $ЭО_x^{2-}$.
Запишите в поле ответа номера выбранных элементов.

Ответ: | |

Для выполнения заданий 13–15 используйте следующий ряд химических элементов.

1) P 2) Se 3) Si 4) Cr 5) S

Ответом в заданиях 13–15 является последовательность цифр, под которыми указаны химические элементы **в данном ряду**.

13. Определите, атомы каких из указанных в ряду элементов в основном состоянии имеют электронную конфигурацию внешнего энергетического уровня ns^2np^4.

Запишите в поле ответа номера выбранных элементов.

Ответ: | |

14. Из указанных в ряду химических элементов выберите три элемента, которые в Периодической системе химических элементов Д.И. Менделеева находятся в одном периоде.
Расположите выбранные элементы в порядке возрастания их атомных радиусов.

Запишите в поле ответа номера выбранных элементов в нужной последовательности.

Ответ: | | | |

15. Из числа указанных в ряду элементов выберите два элемента, степень окисления которых в оксидах может принимать значение +3.

Запишите в поле ответа номера выбранных элементов.

Ответ: | | |

Для выполнения заданий 16–18 используйте следующий ряд химических элементов.

1) C 2) N 3) F 4) Be 5) Ne

Ответом в заданиях 16–18 является последовательность цифр, под которыми указаны химические элементы **в данном ряду**.

16. Определите, атомы каких из указанных в ряду элементов в основном состоянии **<u>не содержат</u>** неспаренных электронов.

Запишите в поле ответа номера выбранных элементов.

Ответ: | | |

17. Из указанных в ряду химических элементов выберите три элемента, которые образуют оксиды. Расположите выбранные элементы в порядке уменьшения кислотного характера их высших оксидов.

Запишите в поле ответа номера выбранных элементов в нужной последовательности.

Ответ: | | | |

18. Из числа указанных в ряду элементов выберите два элемента, которые **<u>не проявляют</u>** положительной степени окисления.

Запишите в поле ответа номера выбранных элементов.

Ответ: | | |

Для выполнения заданий 19–21 используйте следующий ряд химических элементов.

1) Na 2) Cl 3) Si 4) Mn 5) Cr

Ответом в заданиях 19–21 является последовательность цифр, под которыми указаны химические элементы **в данном ряду**.

19. Определите, атомы каких из указанных в ряду элементов в основном состоянии содержат одинаковое число валентных электронов. Запишите в поле ответа номера выбранных элементов.

Ответ: | | |

20. Из указанных в ряду химических элементов выберите три элемента, которые в Периодической системе химических элементов Д.И. Менделеева находятся в одном периоде.
Расположите выбранные элементы в порядке уменьшения их атомного радиуса.

Запишите в поле ответа номера выбранных элементов в нужной последовательности.

Ответ: | | | |

21. Из числа указанных в ряду элементов выберите два элемента, которые в соединениях могут проявлять валентность I.

Запишите в поле ответа номера выбранных элементов.

Ответ: | | |

Для выполнения заданий 22–24 используйте следующий ряд химических элементов.

1) Al 2) S 3) Cr 4) P 5) Si

Ответом в заданиях 22–24 является последовательность цифр, под которыми указаны химические элементы **в данном ряду**.

22. Определите, атомы каких из указанных в ряду элементов в основном состоянии во внешнем слое содержат один неспаренный электрон.

Запишите в поле ответа номера выбранных элементов.

Ответ: | | |

23. Из указанных в ряду химических элементов выберите три элемента-неметалла.
Расположите выбранные элементы в порядке уменьшения восстановительных свойств этих неметаллов.

Запишите в поле ответа номера выбранных элементов в нужной последовательности.

Ответ: | | | |

24. Из числа указанных в ряду элементов выберите два элемента, степень окисления которых в высших оксидах равна +6.

Запишите в поле ответа номера выбранных элементов.

Ответ: | | |

Для выполнения заданий 25–27 используйте следующий ряд химических элементов.

1) P 2) C 3) Si 4) Cr 5) S

Ответом в заданиях 25–27 является последовательность цифр, под которыми указаны химические элементы **в данном ряду**.

25. Определите, атомы каких из указанных в ряду элементов имеют шесть валентных электронов.

Запишите в поле ответа номера выбранных элементов.

Ответ: | | |

26. Из указанных в ряду химических элементов выберите три элемента, которые в Периодической системе химических элементов Д.И. Менделеева находятся в одном периоде.
Расположите выбранные элементы в порядке увеличения их атомного радиуса.

Запишите в поле ответа номера выбранных элементов в нужной последовательности.

Ответ: | | | |

27. Из числа указанных в ряду элементов выберите два элемента, степень окисления которых в оксидах может принимать значение +3.

Запишите в поле ответа номера выбранных элементов.

Ответ: | | |

Ковалентная химическая связь, её разновидности и механизмы образования. Характеристики ковалентной связи (полярность и энергия связи). Ионная связь. Металлическая связь. Водородная связь

Задания с комментариями и решениями

Пример 4. Какие из указанных веществ имеют ионную химическую связь?

1) оксид кремния
2) бромид калия
3) магний
4) сероводород
5) нитрат калия

Вспомним, что ионная связь образуется между атомами элементов, наиболее различающихся по электроотрицательности (например, между атомами щелочных или щелочноземельных элементов и кислородом или галогенами). Вещество, образованное щелочным металлом и галогеном, в условии задания присутствует – это бромид калия (2). Кроме этого, ионная связь реализуется между сложными (составными) ионами, например, в соединениях NH_4Cl (есть сложные ионы аммония NH_4^+ и хлорид-ионы Cl^-) или Na_2SO_4 (есть ионы натрия Na^+ и сложные сульфат-ионы SO_4^{2-}). Пример такого соединения со сложным ионом в задании имеется – это нитрат калия (5). Во всех остальных случаях (оксид кремния, магний и сероводород) ионной связи нет.

Ответ: 25

Пример 5. Из предложенного перечня выберите два вещества, в молекулах которых присутствует ковалентная полярная связь.

1) O_2
2) S_8
3) H_2O
4) H_2
5) NH_3

Ковалентная полярная связь образуется между атомами с различной электроотрицательностью, в основном, между атомами неметаллов (напоминаем, что если разница между значениями ЭО максимальна, то образуется ионная связь). Среди веществ, представленных в условии задания, ковалентная полярная связь реализуется только в молекулах воды и аммиака. Между атомами одного и того же химического элемента-неметалла образуется ковалентная неполярная связь (в нашем примере – кислород, сера и водород).

Ответ: 35

Пример 6. Ковалентная неполярная связь реализуется в

1) молекуле воды
2) кристалле SiO_2
3) сплаве железа с никелем
4) кристаллическом иоде
5) молекуле пероксида водорода

Ковалентная неполярная связь образуется между атомами с одинаковой электроотрицательностью, т.е. между атомами одного и того же химического элемента. Чаще всего ковалентной неполярной связью соединены атомы в простых веществах молекулярного и атомного строения, например, иода, кремния, белого фосфора и т.п. Однако такой вид связи может реализовываться и в сложных веществах, в молекулах которых атомы одного и того же элемента соединены между собой. Так, ковалентной неполярной является связь между атомами кислорода в молекуле пероксида водорода H-O-O-H или между атомами углерода в молекуле этана H_3C-CH_3.

Ответ: 45

Пример 7. Из предложенного перечня выберите два вещества, между молекулами каждого из которых образуется водородная связь.

1) C_6H_6 2) C_2H_5OH 3) $C_2H_5OC_2H_5$ 4) HCOOH 5) $HCOOC_2H_5$

Водородная связь – это особый тип межмолекулярного (иногда – внутримолекулярного) взаимодействия, обусловленного электростатическим притяжением между электроотрицательным атомом и атомом водорода H, который связан с другим электроотрицательным атомом. В качестве электроотрицательных атомов могут выступать атомы фтора F, кислорода O или азота N. Так, водородная связь образуется между молекулами H_2O, HF, NH_3, а также между молекулами спиртов, фенолов, карбоновых кислот, аминов. Между молекулами углеводородов, простых и сложных эфиров водородной связи не образуется. Среди предложенных веществ связь O-H содержат молекулы этилового спирта(2) и муравьиной кислоты (4).

Ответ: 24

Задания для самостоятельной работы

28. Из предложенного перечня выберите два соединения, в которых присутствует ионная химическая связь.

1) NaF
2) HF
3) Cl_2
4) $Ca(ClO_3)_2$
5) NH_3

Ответ: | | |

29. Водородная связь образуется между

1) атомами водорода в молекуле H_2
2) молекулами H_2S
3) атомами O и H в молекуле воды
4) молекулами CH_3OH в жидком метаноле
5) молекулами HF

Ответ: | | |

30. Из предложенного перечня выберите два вещества, в молекулах которых имеется ковалентная связь.

1) $CaCl_2$
2) KI
3) NH_3
4) SO_2
5) LiF

Ответ: | | |

31. Из предложенного перечня выберите два соединения, в которых одна из ковалентных связей образована по донорно-акцепторному механизму.

1) NH_4HCO_3
2) CH_3OH
3) CH_3CHO
4) CH_3COONH_4
5) CH_3NH_2

Ответ: | | |

32. Из предложенного перечня выберите два соединения, между молекулами которых образуется водородная связь.

1) CH_3OH
2) SiH_4
3) C_2H_4
4) CH_3COOCH_3
5) NH_3

Ответ: | | |

33. Из предложенного перечня веществ выберите два вещества, в которых присутствует ковалентная неполярная химическая связь.

1) этан
2) белый фосфор
3) гидроксид натрия
4) метанол
5) вода

Ответ: | | |

34. Из предложенного перечня веществ выберите два соединения, в которых присутствует ковалентная полярная химическая связь.

1) хлорид лития
2) оксид кремния
3) кремний
4) оксид лития
5) силикат лития

Ответ: | | |

35. Из предложенного перечня веществ выберите два вещества, для каждого из которых характерно наличие водородной связи между молекулами.

1) толуол
2) глицерин
3) бензол
4) уксусная кислота
5) формальдегид

Ответ: | | |

36. Из предложенного перечня веществ выберите два соединения, в которых одна из ковалентных связей образована по донорно-акцепторному механизму.

1) Li_3PO_4
2) $(NH_4)_2HPO_4$
3) H_3PO_4
4) NH_4F
5) $LiOH$

Ответ: | | |

37. Из предложенного перечня выберите два соединения, в которых присутствует ионная химическая связь.

1) H_2SO_3
2) $NaNO_2$
3) SCl_2
4) KF
5) CH_2Cl_2

Ответ: | | |

38. Из предложенного перечня выберите два соединения, в которых присутствует ковалентная неполярная химическая связь.

1) хлор
2) фтороводород
3) сульфид аммония
4) пероксид водорода
5) аммиак

Ответ: | | |

Конец ознакомительного фрагмента.
Приобрести книгу можно
в интернет-магазине «Электронный универс»
(e-Univers.ru)