

**Единый государственный экзамен по ХИМИИ****Инструкция по выполнению работы**

Экзаменационная работа состоит из двух частей, включающих в себя 34 задания. Часть 1 содержит 28 заданий с кратким ответом, часть 2 содержит 6 заданий с развёрнутым ответом.

На выполнение экзаменационной работы по химии отводится 3,5 часа (210 минут).

Ответом к заданиям части 1 является последовательность цифр или число. Ответ запишите по приведённым ниже образцам в поле ответа в тексте работы, а затем перенесите в бланк ответов № 1. Последовательность цифр в заданиях 1–25 запишите без пробелов, запятых и других дополнительных символов.

КИМ	Ответ:	<table style="border-collapse: collapse;"><tr><td style="width: 20px; height: 20px; text-align: center;">3</td><td style="width: 20px; height: 20px; text-align: center;">5</td></tr></table>	3	5	<table style="border-collapse: collapse;"><tr><td style="width: 20px; height: 20px; text-align: center;">3</td><td style="width: 20px; height: 20px; text-align: center;">3</td><td style="width: 20px; height: 20px; text-align: center;">5</td><td style="width: 20px; height: 20px;"></td><td style="width: 20px; height: 20px;"></td><td style="width: 20px; height: 20px;"></td></tr></table>	3	3	5				Бланк		
3	5													
3	3	5												
	Ответ:	<table style="border-collapse: collapse;"><tr><td style="width: 20px; height: 20px; text-align: center;">X</td><td style="width: 20px; height: 20px; text-align: center;">Y</td></tr><tr><td style="width: 20px; height: 20px; text-align: center;">4</td><td style="width: 20px; height: 20px; text-align: center;">2</td></tr></table>	X	Y	4	2	<table style="border-collapse: collapse;"><tr><td style="width: 20px; height: 20px; text-align: center;">8</td><td style="width: 20px; height: 20px; text-align: center;">4</td><td style="width: 20px; height: 20px; text-align: center;">2</td><td style="width: 20px; height: 20px;"></td><td style="width: 20px; height: 20px;"></td><td style="width: 20px; height: 20px;"></td></tr></table>	8	4	2				
X	Y													
4	2													
8	4	2												
	Ответ:	3,4	<table style="border-collapse: collapse;"><tr><td style="width: 20px; height: 20px; text-align: center;">2</td><td style="width: 20px; height: 20px; text-align: center;">7</td><td style="width: 20px; height: 20px; text-align: center;">3</td><td style="width: 20px; height: 20px; text-align: center;">,</td><td style="width: 20px; height: 20px; text-align: center;">4</td><td style="width: 20px; height: 20px;"></td></tr></table>	2	7	3	,	4						
2	7	3	,	4										

Ответы к заданиям 29–34 включают в себя подробное описание всего хода выполнения задания. В бланке ответов № 2 укажите номер задания и запишите его полное решение.

Все бланки ЕГЭ заполняются яркими чёрными чернилами. Допускается использование гелевой, капиллярной или перьевой ручек.

При выполнении заданий можно пользоваться черновиком. **Записи в черновике, а также в тексте контрольных измерительных материалов не учитываются при оценивании работы.**

При выполнении работы используйте Периодическую систему химических элементов Д.И. Менделеева; таблицу растворимости солей, кислот и оснований в воде, электрохимический ряд напряжений металлов. Эти сопроводительные материалы прилагаются к тексту работы.

Для вычислений используйте непрограммируемый калькулятор.

Баллы, полученные Вами за выполненные задания, суммируются. Постарайтесь выполнить как можно больше заданий и набрать наибольшее количество баллов.

После завершения работы проверьте, чтобы ответ на каждое задание в бланках ответов №1 и №2 был записан под правильным номером.

**Желаем успеха!**

**Часть 1**

*Ответами к заданиям 1–25 являются последовательность цифр. Ответ запишите в поле ответа в тексте работы, а затем перенесите в БЛАНК ОТВЕТОВ № 1 справа от номера соответствующего задания, начиная с первой клеточки. Последовательность цифр записывайте без пробелов, запятых и других дополнительных символов. Каждый символ пишите в отдельной клеточке в соответствии с приведёнными в бланке образцами. Цифры в ответах на задания 7, 8, 10, 14, 15, 19, 20, 22, 23, 24, 25 могут повторяться.*

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

1) Ca                  2) O                  3) S                  4) Cr                  5) Se

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

- 1** Определите два элемента, ионы которых могут иметь электронную формулу, совпадающую с электронной формулой атома аргона. Запишите в поле ответа номера выбранных элементов.

Ответ: 

--	--

- 2** Из указанных в ряду химических элементов выберите три элемента, которые расположены в одной подгруппе. Расположите выбранные элементы в порядке уменьшения кислотных свойств их летучих водородных соединений. Запишите в поле ответа номера выбранных элементов в нужной последовательности.

Ответ: 

--	--	--

- 3** Из указанных в ряду элементов выберите два элемента, которые имеют одинаковую разность между значениями их высшей и низшей степеней окисления.

Запишите в поле ответа номера выбранных элементов.

Ответ: 

--	--



4 Из предложенного перечня выберите два вещества немолекулярного строения, в которых присутствует ковалентная неполярная связь.

- 1)  $N_2$
- 2)  $CaC_2$
- 3)  $Al_4C_3$
- 4)  $Ca_3(PO_4)_2$
- 5)  $C$

Запишите в поле ответа номера выбранных веществ.

Ответ: 

--	--

5 Среди предложенных формул веществ, расположенных в пронумерованных ячейках, выберите формулы: А) бинарного соединения; Б) амфотерного гидроксида; В) сильной кислоты.

<b>1</b> $H_3PO_4$	<b>2</b> $Ba(OH)_2$	<b>3</b> $HF$
<b>4</b> $HClO_2$	<b>5</b> $HClO_3$	<b>6</b> $Sr(OH)_2$
<b>7</b> $H_2SO_3$	<b>8</b> $Fe(OH)_3$	<b>9</b> $Ca(OH)_2$

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

Ответ: 

А	Б	В

6 В одну пробирку с раствором вещества X добавили раствор соли Y. В результате реакции наблюдали выделение газа и обесцвечивание раствора соли. Из предложенного перечня выберите вещества X и Y, которые могут вступать в описанные реакции.

- 1) аммиак
- 2) хромат натрия
- 3) хлороводород
- 4) перманганат натрия
- 5) хлорид меди(II)

Запишите в таблицу номера выбранных веществ под соответствующими буквами.

Ответ: 

X	Y

7 Установите соответствие между формулой вещества и реагентами, с каждым из которых это вещество может взаимодействовать: к каждой позиции, обозначенной буквой, подберите соответствующую позицию, обозначенную цифрой.

ФОРМУЛА ВЕЩЕСТВА	РЕАГЕНТЫ
А) $HCl$	1) $NaOH, HBr, Fe$
Б) $Fe_2O_3$	2) $H_2, O_2, Fe$
В) $P$	3) $H_2SO_4, AgNO_3(p-p), K_2S$
Г) $S$	4) $K_2CrO_4, NaNO_2, MnO_2$
	5) $S, Br_2, O_2$

Запишите в таблицу выбранные цифры под соответствующими буквами.

Ответ: 

А	Б	В	Г





**8** Установите соответствие между исходными веществами, вступающими в реакцию, и продуктами, которые образуются при взаимодействии этих веществ: к каждой позиции, обозначенной буквой, подберите соответствующую позицию, обозначенную цифрой.

ИСХОДНЫЕ ВЕЩЕСТВА	ПРОДУКТЫ РЕАКЦИИ
А) Mg и H <sub>2</sub> SO <sub>4</sub> (конц.)	1) MgSO <sub>4</sub> , SO <sub>2</sub> и H <sub>2</sub> O
Б) CuO, и H <sub>2</sub> SO <sub>4</sub> (конц.)	2) MgSO <sub>4</sub> и H <sub>2</sub> O
В) Mg(OH) <sub>2</sub> и SO <sub>3</sub>	3) MgSO <sub>4</sub> , H <sub>2</sub> S и H <sub>2</sub> O
Г) CuO и H <sub>2</sub> SO <sub>4</sub> (разб.)	4) CuSO <sub>4</sub> , SO <sub>2</sub> и H <sub>2</sub> O
	5) CuSO <sub>4</sub> , H <sub>2</sub> S и H <sub>2</sub> O
	6) CuSO <sub>4</sub> и H <sub>2</sub> O

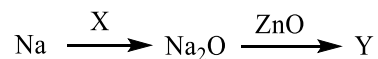
Запишите в таблицу выбранные цифры под соответствующими буквами.

Ответ:

А	Б	В	Г

**9**

Задана следующая схема превращений веществ:



Определите, какие из указанных веществ являются веществами X и Y.

- 1) Na<sub>2</sub>O<sub>2</sub>
- 2) O<sub>2</sub>
- 3) O<sub>3</sub>
- 4) Na<sub>2</sub>ZnO<sub>2</sub>
- 5) Na

Запишите в таблицу номера выбранных веществ под соответствующими буквами.

Ответ:

X	Y

**10** 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.

ОБЩАЯ ФОРМУЛА ВЕЩЕСТВА	КЛАСС/ГРУППА ОРГАНИЧЕСКИХ СОЕДИНЕНИЙ
А) C <sub>n</sub> H <sub>2n-2</sub>	1) алкены
Б) C <sub>n</sub> H <sub>2n</sub> O <sub>2</sub>	2) алкадиены
В) C <sub>n</sub> H <sub>2n</sub> O	3) альдегиды
	4) карбоновые кислоты

Запишите в таблицу выбранные цифры под соответствующими буквами.

Ответ:

А	Б	В

**11** Из предложенного перечня выберите два вещества, которые существуют в виде геометрических изомеров.

- 1) гексен-1
- 2) гексен-3
- 3) бутен-2-аль
- 4) бутен-3-аль
- 5) 2,3-диметилбутен-2

Запишите номера выбранных ответов.

Ответ:

--	--

**12** Из предложенного перечня выберите **все** вещества, с каждым из которых реагирует пропин.

- 1) бромная вода
- 2) гидроксид диамминсеребра(I)
- 3) вода ( $\text{Hg}^{2+}$ ,  $\text{H}^+$ )
- 4) перманганат калия ( $\text{H}_2\text{O}$ )
- 5) гидроксид меди(II)

Запишите номера выбранных ответов.

Ответ: \_\_\_\_\_.

**13** Из предложенного перечня выберите два вещества, которые вступают в реакцию как с глюкозой, так и с целлобиозой.

- 1) вода
- 2) гидроксид диамминсеребра(I)
- 3) азотная кислота
- 4) соляная кислота
- 5) хлорид аммония

Запишите в поле ответа номера выбранных веществ.

Ответ: 

--	--

**14** Установите соответствие между схемой реакции и веществом X, принимающим в ней участие: к каждой позиции, обозначенной буквой, подберите соответствующую позицию, обозначенную цифрой.

СХЕМА РЕАКЦИИ

ВЕЩЕСТВО X

- |                                                                                                        |                |
|--------------------------------------------------------------------------------------------------------|----------------|
| A) $\text{X} \rightarrow \text{H}_3\text{C}-\text{CH}_2-\text{HC}=\text{CH}_2$                         | 1) бутен-1     |
| Б) $\text{X} + \text{HCl} \rightarrow \text{H}_2\text{C}-\text{CH}_2-\text{HC}(\text{Cl})-\text{CH}_2$ | 2) пропан      |
| В) $\text{X} \rightarrow \text{H}_2\text{C}=\text{CH}-\text{HC}=\text{CH}_2$                           | 3) 1-хлорбутан |
| Г) $\text{X} \rightarrow \text{H}_3\text{C}-\text{CH}_2-\text{COOH}$                                   | 4) бутанон     |
|                                                                                                        | 5) циклобутан  |
|                                                                                                        | 6) бутин-2     |

Запишите в таблицу выбранные цифры под соответствующими буквами.

Ответ:

А	Б	В	Г

**15** Установите соответствие между реагирующими веществами и углеродсодержащим продуктом, который образуется при взаимодействии этих веществ: к каждой позиции, обозначенной буквой, подберите соответствующую позицию, обозначенную цифрой.

РЕАГИРУЮЩИЕ ВЕЩЕСТВА

ПРОДУКТ  
ВЗАИМОДЕЙСТВИЯ

- |                                           |                        |
|-------------------------------------------|------------------------|
| A) ацетат натрия и $\text{CH}_3\text{Br}$ | 1) пропанон            |
| Б) 1,1-дибромпропана и $\text{NaOH}$      | 2) метилацетат         |
| В) пропанол-1 и $\text{CuO}$              | 3) пропан              |
| Г) пропаналь и $\text{Cu}(\text{OH})_2$   | 4) пропионовая кислота |
|                                           | 5) пропионат натрия    |
|                                           | 6) пропаналь           |

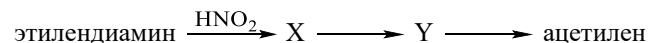
Запишите в таблицу выбранные цифры под соответствующими буквами.

Ответ:

А	Б	В	Г



16 Задана следующая схема превращений веществ:



Определите, какие из указанных веществ являются веществами X и Y.

- 1) этилен
- 2) этан
- 3) этанол
- 4) этиленгликоль
- 5) 1,2-дибромэтан

Запишите в таблицу номера выбранных веществ под соответствующими буквами.

Ответ:

X	Y

17 Из предложенного перечня выберите **все** типы реакций, к которым можно отнести взаимодействие оксида серы (IV) с кислородом.

- 1) каталитическая
- 2) окислительно-восстановительная
- 3) экзотермическая
- 4) гетерогенная
- 5) присоединения

Запишите номера выбранных ответов.

Ответ: \_\_\_\_\_.

18 Из предложенного перечня выберите все воздействия, которые приводят к увеличению скорости реакции между азота с водородом.

- 1) уменьшение реакционного объема
- 2) уменьшение давления
- 3) уменьшение концентрации аммиака
- 4) повышение температуры
- 5) увеличение концентрации азота

Запишите номера выбранных ответов.

Ответ: \_\_\_\_\_.

19 Установите соответствие между схемой реакции и свойством элемента кислорода, которое он проявляет в этой реакции: к каждой позиции, обозначенной буквой, подберите соответствующую позицию, обозначенную цифрой.

СХЕМА РЕАКЦИИ

- A)  $\text{Na} + \text{Na}_2\text{O}_2 \rightarrow \text{Na}_2\text{O}$
- Б)  $\text{CaCO}_3 \rightarrow \text{CaO} + \text{CO}_2$
- В)  $\text{KMnO}_4 \rightarrow \text{K}_2\text{MnO}_4 + \text{MnO}_2 + \text{O}_2$

СВОЙСТВО КИСЛОРОДА

- 1) является окислителем
- 2) является восстановителем
- 3) является и окислителем, и восстановителем
- 4) не проявляет окислительно-восстановительных свойств

Запишите в таблицу выбранные цифры под соответствующими буквами.

Ответ:

A	Б	В

20 Установите соответствие между формулой вещества и продуктами электролиза водного раствора этого вещества, которые выделились на инертных электродах: к каждой позиции, обозначенной буквой, подберите соответствующую позицию, обозначенную цифрой.

НАЗВАНИЕ ВЕЩЕСТВА

- A) нитрат алюминия
- Б) гидроксид кальция
- В) бромид меди

ПРОДУКТЫ ЭЛЕКТРОЛИЗА

- 1) металл, кислород
- 2) металл, галоген
- 3) водород, кислород
- 4) водород, галоген
- 5) металл, оксид неметалла
- 6) водород, оксид неметалла

Запишите в таблицу выбранные цифры под соответствующими буквами.

Ответ:

A	Б	В



Для выполнения задания 21 используйте следующие справочные данные.

**Концентрация** (молярная, моль/л) показывает отношение количества растворённого вещества ( $n$ ) к объёму раствора ( $V$ ).

**pH** («пэ аш») – водородный показатель: величина, которая отражает концентрацию ионов водорода в растворе и используется для характеристики кислотности среды.

### Шкала pH водных растворов электролитов



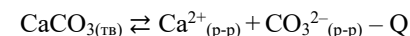
**21** Для веществ, приведённых в перечне, определите характер среды их водных растворов, имеющих одинаковую концентрацию (моль/л).

- 1) сульфат марганца(II)
- 2) хлорат натрия
- 3) гидросульфид натрия
- 4) сульфид калия

Запишите номера веществ в порядке возрастания значения pH их водных растворов.

Ответ:  →  →  →

**22** Установите соответствие между фактором, действующим на равновесную систему



и направлением смещения химического равновесия в этой системе: к каждой позиции, обозначенной буквой, подберите соответствующую позицию, обозначенную цифрой.

ВОЗДЕЙСТВИЕ НА СИСТЕМУ

НАПРАВЛЕНИЕ СМЕЩЕНИЯ ХИМИЧЕСКОГО РАВНОВЕСИЯ

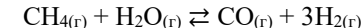
- |                                |                               |
|--------------------------------|-------------------------------|
| А) добавление карбоната натрия | 1) в сторону прямой реакции   |
| Б) повышение давления          | 2) в сторону обратной реакции |
| В) добавление хлорида кальция  | 3) практически не смещается   |
| Г) увеличение температуры      |                               |

Запишите в таблицу выбранные цифры под соответствующими буквами.

Ответ:

А	Б	В	Г

**23** В реактор постоянного объёма поместили некоторое количество метана и воды. В результате протекания обратимой реакции



в реакционной системе установилось химическое равновесие.

Используя данные, приведённые в таблице, определите исходную концентрацию метана ( $X$ ) и равновесную концентрацию угарного газа ( $Y$ )

Реагент	$\text{H}_2$	$\text{CH}_4$	$\text{CO}$
Исходная концентрация (моль/л)			0
Равновесная концентрация (моль/л)	0,3	0,1	

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



- 24 Установите соответствие между реагирующими веществами и признаком протекающей между ними реакции: к каждой позиции, обозначенной буквой, подберите соответствующую позицию, обозначенную цифрой.

НАЗВАНИЕ ВЕЩЕСТВ	ПРИЗНАК РЕАКЦИИ
А) $\text{CaCO}_3$ и $\text{HCl}$ (р-р)	1) изменение окраски раствора на желтую
Б) $\text{Na}_2\text{Cr}_2\text{O}_7$ (р-р) и $\text{KOH}$ (р-р)	2) образование белого осадка
В) $\text{Na}_2\text{CrO}_4$ (р-р) и $\text{H}_2\text{SO}_4$ (р-р)	3) изменение окраски раствора на оранжевую
Г) $\text{CaCl}_2$ (р-р) и $\text{Na}_2\text{CO}_3$ (р-р)	4) выделение газа и растворение осадка
	5) образование черного осадка

Запишите в таблицу выбранные цифры под соответствующими буквами.

Ответ:

А	Б	В	Г

- 25 Установите соответствие между названием полимера и мономером, который образует этот полимер: к каждой позиции, обозначенной буквой, подберите соответствующую позицию, обозначенную цифрой.

ПОЛИМЕР	МОНОМЕР
А) полиэтилен	1) этиленгликоль
Б) поливинилхлорид	2) винилбензол
В) полистирол	3) этен
	4) хлорэтен

Запишите в таблицу выбранные цифры под соответствующими буквами.

Ответ:

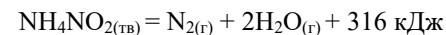
А	Б	В

*Ответом к заданиям 26–28 является число. Запишите это число в поле ответа в тексте работы, соблюдая при этом указанную степень точности. Затем перенесите это число в БЛАНК ОТВЕТОВ № 1 справа от номера соответствующего задания, начиная с первой клеточки. Каждый символ пишете в отдельной клеточке в соответствии с приведёнными в бланке образцами. Единицы измерения физических величин в бланке ответа указывать не нужно. При проведении расчётов для всех элементов, кроме хлора, используйте значения относительных атомных масс, выраженные целыми числами ( $A_r(\text{Cl}) = 35,5$ ).*

- 26 К 200 г 40% раствора гидроксида калия добавили 10 г этой кристаллической щелочи. Вычислите массу воды (г), которую нужно выпарить для получения раствора гидроксида калия с массовой долей растворенного вещества 60 %. (Запишите число с точностью до целых.)

Ответ: \_\_\_\_\_ г.

- 27 Разложение нитрита аммония протекает в соответствии с термохимическим уравнением реакции:



Вычислите количество теплоты (кДж), если при разложении соли образовалось 13,44 л (н. у.) газа. (Запишите число с точностью до десятых.)

Ответ: \_\_\_\_\_ кДж.

- 28 Из 400 г известняка при взаимодействии с избытком соляной кислоты выделилось 84 л (н. у.) углекислого газа. Вычислите массовую долю (%) примесей в известняке. (Запишите число с точностью до сотых.)

Ответ: \_\_\_\_\_ %.

*Не забудьте перенести все ответы в бланк ответов № 1 в соответствии с инструкцией по выполнению работы. Проверьте, что каждый ответ записан в строке с номером соответствующего задания.*



## Часть 2

Для записи ответов на задания 29–34 используйте **БЛАНК ОТВЕТОВ №2**. Запишите сначала номер задания (29, 30 и т.д.), а затем его подробное решение. Ответы записывайте чётко и разборчиво.

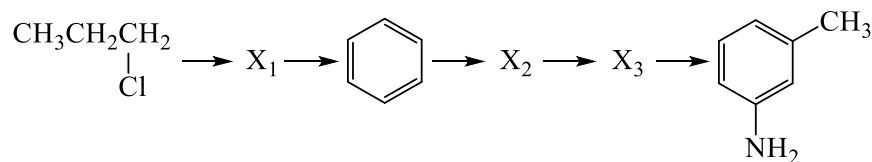
Для выполнения заданий 29 и 30 используйте следующий перечень веществ: дигидроортофосфат натрия, железная окалина, концентрированная азотная кислота, гидроксид кальция, сероводород, гидроксид натрия. Допустимо использование водных растворов этих веществ.

**29** Из предложенного перечня выберите вещества, окислительно-восстановительная реакция протекает с образованием в растворе только соли и выделением газа. В ответе запишите уравнение только одной из возможных окислительно-восстановительных реакций с участием выбранных веществ. Составьте электронный баланс, укажите окислитель и восстановитель.

**30** Из предложенного перечня выберите два вещества, реакция ионного обмена между которыми протекает в водном растворе, сопровождается выпадением осадка и образованием сильнощелочного раствора. Запишите молекулярное, полное и сокращённое ионные уравнения реакции с участием выбранных веществ.

**31** К раствору хлорида цинка добавили избыток раствора гидроксида натрия. Через полученный раствор соли пропустили избыток сероводорода, при этом образовался осадок. При нагревании этого осадка с концентрированной азотной кислотой выделился бурый газ. В полученном растворе растворили навеску хлорида бария. Напишите уравнения четырёх описанных реакций.

**32** Напишите уравнения реакций, с помощью которых можно осуществить следующие превращения:



При написании уравнений реакций указывайте преимущественно образующиеся продукты, используйте структурные формулы органических веществ.

**33** Растворимость гидроксида кальция при некоторой температуре составляет 0,185 г на 100 г воды. При этой температуре приготовили насыщенный раствор, добавив необходимое количество гидроксида кальция к 500 мл воды. К полученному раствору прибавили раствор трехосновной кислоты, приготовленный из 1,065 г оксида фосфора(V) и  $3,612 \cdot 10^{24}$  молекул воды. В результате выпал осадок двухводной соли, который отфильтровали, а фильтрат упарили под вакуумом до тех пор, пока масса раствора не уменьшилась на 400 г. Определите массовую долю соли в растворе после упаривания. В ответе запишите уравнения реакций, которые указаны в условии задачи, и приведите все необходимые вычисления (указывайте единицы измерения искомых физических величин).

**34** Вещество А содержит 71,43 % углерода и 19,05 % кислорода по массе, остальное – водород. Вещество А можно получить при разложении вещества Б. Известно, что вещество А содержит только вторичные атомы углерода, один из которых находится в состоянии  $sp^2$ -гибридизации. На основании данных условия задачи:

- 1) проведите необходимые вычисления (указывайте единицы измерения искомых физических величин) и установите молекулярную формулу вещества А;
- 2) составьте возможную структурную формулу вещества А, которая однозначно отражает порядок связи атомов в его молекуле;
- 3) напишите уравнение реакции получения вещества А разложением вещества Б (используйте структурные формулы органических веществ).

Проверьте, что каждый ответ записан рядом с номером соответствующего задания.









РАСТВОРИМОСТЬ КИСЛОТ, СОЛЕЙ И ОСНОВАНИЙ В ВОДЕ																				
	H <sup>+</sup>	Li <sup>+</sup>	K <sup>+</sup>	Na <sup>+</sup>	NH <sub>4</sub> <sup>+</sup>	Ba <sup>2+</sup>	Ca <sup>2+</sup>	Mg <sup>2+</sup>	Sr <sup>2+</sup>	Al <sup>3+</sup>	Cr <sup>3+</sup>	Fe <sup>2+</sup>	Fe <sup>3+</sup>	Mn <sup>2+</sup>	Zn <sup>2+</sup>	Ag <sup>+</sup>	Hg <sup>2+</sup>	Pb <sup>2+</sup>	Sn <sup>2+</sup>	Cu <sup>2+</sup>
OH <sup>-</sup>		P	P	P	P	P	M	H	M	H	H	H	H	H	H	-	-	H	H	H
F <sup>-</sup>	P	M	P	P	P	M	H	H	H	M	H	H	H	P	P	P	-	H	P	P
Cl <sup>-</sup>	P	P	P	P	P	P	P	P	P	P	P	P	P	P	P	H	P	M	P	P
Br <sup>-</sup>	P	P	P	P	P	P	P	P	P	P	P	P	P	P	P	H	M	M	P	P
I <sup>-</sup>	P	P	P	P	P	P	P	P	P	P	?	P	?	P	P	H	H	H	M	?
S <sup>2-</sup>	P	P	P	P	P	-	-	-	H	-	-	H	-	H	H	H	H	H	H	H
HS <sup>-</sup>	P	P	P	P	P	P	P	P	P	?	?	?	?	?	?	?	?	?	?	?
SO <sub>3</sub> <sup>2-</sup>	P	P	P	P	P	H	H	M	H	?	-	H	?	?	M	H	H	H	?	?
SO <sub>4</sub> <sup>2-</sup>	P	P	P	P	P	H	M	P	H	P	P	P	P	P	P	M	-	H	P	P
HSO <sub>4</sub> <sup>-</sup>	P	P	P	P	P	?	?	?	-	?	?	?	?	?	?	?	?	H	?	?
NO <sub>3</sub> <sup>-</sup>	P	P	P	P	P	P	P	P	P	P	P	P	P	P	P	P	P	P	-	P
NO <sub>2</sub> <sup>-</sup>	P	P	P	P	P	P	P	P	P	?	?	?	?	?	?	M	?	?	?	?
PO <sub>4</sub> <sup>3-</sup>	P	H	P	P	-	H	H	H	H	H	H	H	H	H	H	H	H	H	H	H
HPO <sub>4</sub> <sup>2-</sup>	P	?	P	P	P	H	H	M	H	?	?	H	?	H	?	?	?	M	H	?
H <sub>2</sub> PO <sub>4</sub> <sup>-</sup>	P	P	P	P	P	P	P	P	P	?	?	P	?	P	P	P	?	-	?	?
CO <sub>3</sub> <sup>2-</sup>	P	P	P	P	P	H	H	H	H	?	?	H	-	H	H	H	H	H	?	H
HCO <sub>3</sub> <sup>-</sup>	P	P	P	P	P	P	P	P	P	?	?	P	?	?	?	?	?	P	?	?
CH <sub>3</sub> COO <sup>-</sup>	P	P	P	P	P	P	P	P	P	-	P	P	-	P	P	P	P	P	-	P
SiO <sub>3</sub> <sup>2-</sup>	H	H	P	P	?	H	H	H	H	?	?	H	?	H	H	?	?	H	?	?
MnO <sub>4</sub> <sup>-</sup>	P	P	P	P	P	P	P	P	P	P	?	?	?	?	P	?	?	?	?	?
Cr <sub>2</sub> O <sub>7</sub> <sup>2-</sup>	P	P	P	P	P	M	P	?	H	?	?	?	P	?	?	H	H	M	?	P
CrO <sub>4</sub> <sup>2-</sup>	P	P	P	P	P	H	P	P	H	?	?	?	H	H	H	H	H	H	H	H
ClO <sub>3</sub> <sup>-</sup>	P	P	P	P	P	P	P	P	P	P	P	?	?	P	P	P	P	P	?	P
ClO <sub>4</sub> <sup>-</sup>	P	P	P	P	P	P	P	P	P	P	P	P	P	P	P	P	P	P	?	P

«P» – растворяется (> 1 г на 100 г H<sub>2</sub>O); «M» – мало растворяется (от 0,1 г до 1 г на 100 г H<sub>2</sub>O)  
 «H» – не растворяется (меньше 0,01 г на 1000 г воды); «-» – в водной среде разлагается  
 «?» – нет достоверных сведений о существовании соединений

**РЯД АКТИВНОСТИ МЕТАЛЛОВ / ЭЛЕКТРОХИМИЧЕСКИЙ РЯД НАПРЯЖЕНИЙ**  
 Li Rb K Ba Sr Ca Na Mg Al Mn Zn Cr Fe Cd Co Ni Sn Pb (H<sub>2</sub>) Sb Bi Cu Hg Ag Pt Au  
 ↓  
 активность металлов уменьшается

Периодическая система химических элементов Д.И. Менделеева

		Г р у п п ы											
		I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII				
п е р и о д ы	1	1 H 1,008 Водород						(H)					2 He 4,00 Гелий
	2	3 Li 6,94 Литий	4 Be 9,01 Бериллий	5 B 10,81 Бор	6 C 12,01 Углерод	7 N 14,00 Азот	8 O 16,00 Кислород	9 F 19,00 Фтор					10 Ne 20,18 Неон
	3	11 Na 22,99 Натрий	12 Mg 24,31 Магний	13 Al 26,98 Алюминий	14 Si 28,09 Кремний	15 P 30,97 Фосфор	16 S 32,06 Сера	17 Cl 35,45 Хлор					18 Ar 39,95 Аргон
	4	19 K 39,10 Калий	20 Ca 40,08 Кальций	21 Sc 44,96 Скандий	22 Ti 47,90 Титан	23 V 50,94 Ванадий	24 Cr 52,00 Хром	25 Mn 54,94 Марганец	26 Fe 55,85 Железо	27 Co 58,93 Кобальт	28 Ni 58,69 Никель		
		29 63,55 Cu Медь	30 65,39 Zn Цинк	31 69,72 Ga Галлий	32 72,59 Ge Германий	33 74,92 As Мышьяк	34 78,96 Se Селен	35 79,90 Br Бром					36 Kr 83,80 Криптон
	5	37 Rb 85,47 Рубидий	38 Sr 87,62 Стронций	39 Y 88,91 Иттрий	40 Zr 91,22 Цирконий	41 Nb 92,91 Ниобий	42 Mo 95,94 Молибден	43 Tc 98,91 Технеций	44 Ru 101,07 Рутений	45 Rh 102,91 Родий	46 Pd 106,42 Палладий		
		47 107,87 Ag Серебро	48 112,41 Cd Кадмий	49 114,82 In Индий	50 118,69 Sn Олово	51 121,75 Sb Сурьма	52 127,60 Te Теллур	53 126,90 I Йод					54 Xe 131,29 Ксенон
	6	55 Cs 132,91 Цезий	56 Ba 137,33 Барий	57 La* 138,91 Лантан	72 Hf 178,49 Гафний	73 Ta 180,95 Тантал	74 W 183,85 Вольфрам	75 Re 186,21 Рений	76 Os 190,2 Осмий	77 Ir 192,22 Иридий	78 Pt 195,08 Платина		
		79 196,97 Au Золото	80 200,59 Hg Ртуть	81 204,38 Tl Таллий	82 207,2 Pb Свинец	83 208,98 Bi Висмут	84 [209] Po Полоний	85 [210] At Астат					86 Rn [222] Радон
	7	87 Fr [223] Франций	88 Ra 226 Радий	89 Ac** [227] Актиний	104 Rf [261] Резерфордий	105 Db [262] Дубний	106 Sg [266] Сиборгий	107 Bh [264] Борий	108 Hs [269] Хассий	109 Mt [268] Мейтнерий	110 Ds [271] Дармштадтий		
		111 [280] Rg Рентений	112 [285] Cn Коперниций	113 [286] Nh Нихоний	114 [289] Fl Флеровий	115 [290] Mc Московский	116 [293] Lv Ливерморий	117 [294] Ts Теннесси					118 Og [294] Оганесон

\* Лантаноиды

58 Ce 140 Церий	59 Pr 141 Прозердим	60 Nd 144 Неодим	61 Pm [145] Прометий	62 Sm 150 Самарий	63 Eu 152 Европий	64 Gd 157 Гадолиний	65 Tb 159 Тербий	66 Dy 162,5 Диспрозий	67 Ho 165 Гольмий	68 Er 167 Эрбий	69 Tm 169 Тулий	70 Yb 173 Иттербий	71 Lu 175 Лютеций
-----------------------	---------------------------	------------------------	----------------------------	-------------------------	-------------------------	---------------------------	------------------------	-----------------------------	-------------------------	-----------------------	-----------------------	--------------------------	-------------------------

\*\* Актиноиды

90 Th 232 Торий	91 Pa 231 Протактиний	92 U 238 Уран	93 Np 237 Нептуний	94 Pu [244] Плутоний	95 Am [243] Америций	96 Cm [247] Курций	97 Bk [247] Берклий	98 Cf [251] Калифорний	99 Es [252] Эйнштейний	100 Fm [257] Фермий	101 Md [258] Менделеевий	102 No [259] Нобелий	103 Lr [262] Лоуренсий
-----------------------	-----------------------------	---------------------	--------------------------	----------------------------	----------------------------	--------------------------	---------------------------	------------------------------	------------------------------	---------------------------	--------------------------------	----------------------------	------------------------------



**Система оценивания экзаменационной работы по химии****Часть 1**

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.

Номер задания	Правильный ответ
1	13
2	532
3	35
4	25
5	385
9	14
10	243
11	23
12	1234
13	23
16	45
17	1235
18	145
19	142
20	332
21	1234
25	342
26	60
27	63,2
28	6,25

Задания 6–8, 14, 15, 22, 23 и 24 считаются выполненными верно, если правильно указана последовательность цифр.

За полный правильный ответ в заданиях 6–8, 14, 15, 22, 23 и 24 ставится 2 балла; если допущена одна ошибка – 1 балл; за неверный ответ (более одной ошибки) или его отсутствие – 0 баллов.

Номер задания	Правильный ответ
6	34
7	4152
8	3626
14	3111
15	2664
22	2321
23	21
24	4132



**Часть 2**

**Критерии оценивания заданий с развёрнутым ответом**

Для выполнения заданий 29 и 30 используйте следующий перечень веществ: дигидроортофосфат натрия, железная окалина, концентрированная азотная кислота, гидроксид кальция, сероводород, гидроксид натрия. Допустимо использование водных растворов этих веществ.

**29** Из предложенного перечня выберите вещества, окислительно-восстановительная реакция протекает с образованием в растворе только соли и выделением газа. В ответе запишите уравнение только одной из возможных окислительно-восстановительных реакций с участием выбранных веществ. Составьте электронный баланс, укажите окислитель и восстановитель.

Содержание верного ответа и указания по оцениванию (допускаются иные формулировки ответа, не искажающие его смысла)	Баллы
Вариант ответа Элементы ответа: 1) Выбраны вещества и записано уравнение окислительно-восстановительной реакции: $\text{Fe}_3\text{O}_4 + 10\text{HNO}_3 = 3\text{Fe}(\text{NO}_3)_3 + \text{NO}_2 + 5\text{H}_2\text{O}$ 2) Составлен электронный баланс, указаны окислитель и восстановитель: $1 \quad \text{Fe}^{+2} - 1\bar{e} \rightarrow \text{Fe}^{+3}$ $2 \quad \text{N}^{+5} + 1\bar{e} \rightarrow \text{N}^{+4}$ Железо в степени окисления +2 (или железная окалина) является восстановителем. Азот в степени окисления +5 (или азотная кислота) – окислителем.	
Ответ правильный и полный, содержит все названные выше элементы	2
Правильно записан один элемент ответа	1
Все элементы ответа записаны неверно	0
<i>Максимальный балл</i>	2

**30** Из предложенного перечня выберите два вещества, реакция ионного обмена между которыми протекает в водном растворе, сопровождается выпадением осадка и образованием сильнощелочного раствора. Запишите молекулярное, полное и сокращённое ионные уравнения реакции с участием выбранных веществ.

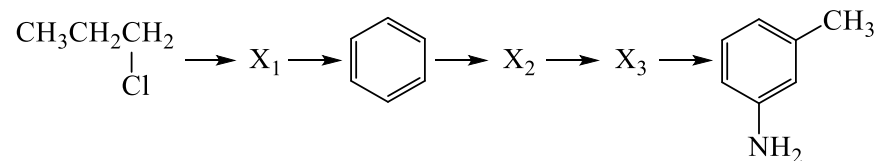
Содержание верного ответа и указания по оцениванию (допускаются иные формулировки ответа, не искажающие его смысла)	Баллы
Вариант ответа Элементы ответа: 1) Выбраны вещества и записано молекулярное уравнение реакции ионного обмена: $3\text{Ca}(\text{OH})_2 + 2\text{NaH}_2\text{PO}_4 = 4\text{H}_2\text{O} + \text{Ca}_3(\text{PO}_4)_2 + 2\text{NaOH}$ 2) Записаны полное и сокращённое ионные уравнения реакций: $3\text{Ca}^{2+} + 6\text{OH}^- + 2\text{Na}^+ + 2\text{H}_2\text{PO}_4^- = 4\text{H}_2\text{O} + \text{Ca}_3(\text{PO}_4)_2 + 2\text{Na}^+ + 2\text{OH}^-$ $3\text{Ca}^{2+} + 4\text{OH}^- + 2\text{H}_2\text{PO}_4^- = 4\text{H}_2\text{O} + \text{Ca}_3(\text{PO}_4)_2$	
Ответ правильный и полный, содержит все названные выше элементы	2
Правильно записан один элемент ответа	1
Все элементы ответа записаны неверно	0
<i>Максимальный балл</i>	2



31 К раствору хлорида цинка добавили избыток раствора гидроксида натрия. Через полученный раствор соли пропустили избыток сероводорода, при этом образовался осадок. При нагревании этого осадка с концентрированной азотной кислотой выделился бурый газ. В полученном растворе растворили навеску хлорида бария. Напишите уравнения четырёх описанных реакций.

Содержание верного ответа и указания по оцениванию (допускаются иные формулировки ответа, не искажающие его смысла)	Баллы
<p>Вариант ответа</p> <p>Ответ включает в себя четыре уравнения возможных реакций, соответствующих описанным превращениям:</p> <p>1) <math>ZnCl_2 + 4NaOH = Na_2[Zn(OH)_4] + 2NaCl</math></p> <p>2) <math>Na_2[Zn(OH)_4] + 3H_2S(изб.) = 2NaHS + ZnS + 4H_2O</math></p> <p>3) <math>ZnS + 8HNO_3 = ZnSO_4 + 8NO_2 + 4H_2O</math></p> <p>4) <math>ZnSO_4 + BaCl_2 = BaSO_4 + ZnCl_2</math></p>	
Правильно записаны 4 уравнения реакций	4
Правильно записаны 3 уравнения реакций	3
Правильно записаны 2 уравнения реакций	2
Правильно записано 1 уравнение реакции	1
Все уравнения реакций записаны неверно	0
<i>Максимальный балл</i>	4

32 Напишите уравнения реакций, с помощью которых можно осуществить следующие превращения:



При написании уравнений реакций используйте структурные формулы органических веществ.

Содержание верного ответа и указания по оцениванию (допускаются иные формулировки ответа, не искажающие его смысла)	Баллы
<p>Вариант ответа</p> <p>Ответ включает в себя пять уравнений реакций, соответствующих схеме превращений:</p> <p>1) <math>2 \begin{array}{c} \text{CH}_3-\text{CH}_2-\text{CH}_2 \\   \\ \text{Cl} \end{array} + 2\text{Na} \rightarrow \begin{array}{c} \text{CH}_3-\text{CH}_2-\text{CH}_2 \\   \\ \text{CH}_3-\text{CH}_2-\text{CH}_2 \end{array} + 2\text{NaCl}</math></p> <p>2) <math>\begin{array}{c} \text{CH}_3-\text{CH}_2-\text{CH}_2 \\   \\ \text{CH}_3-\text{CH}_2-\text{CH}_2 \end{array} \xrightarrow{\text{кат, t}} \text{C}_6\text{H}_6 + 4\text{H}_2</math></p> <p>3) <math>\text{C}_6\text{H}_6 + \text{HNO}_3 \xrightarrow{\text{H}_2\text{SO}_4} \text{C}_6\text{H}_5\text{NO}_2 + \text{H}_2\text{O}</math></p> <p>4) <math>\text{C}_6\text{H}_5\text{NO}_2 + \text{CH}_3\text{Cl} \xrightarrow{\text{AlCl}_3} \text{C}_6\text{H}_4(\text{NO}_2)\text{CH}_3 + \text{HCl}</math></p> <p>5) <math>\text{C}_6\text{H}_4(\text{NO}_2)\text{CH}_3 + 3\text{H}_2 \xrightarrow{\text{кат.}} \text{C}_6\text{H}_4(\text{NH}_2)\text{CH}_3 + 2\text{H}_2\text{O}</math></p>	
Правильно записаны 5 уравнений реакций	5
Правильно записаны 4 уравнения реакций	4
Правильно записаны 3 уравнения реакций	3
Правильно записаны 2 уравнения реакций	2
Правильно записано 1 уравнение реакции	1
Все уравнений реакций записаны неверно	0
<i>Максимальный балл</i>	5

Примечание. Допустимо использование структурных формул разного вида (развёрнутой, сокращённой, скелетной), однозначно отражающих порядок связи атомов и взаимное расположение заместителей и функциональных групп в молекуле органического вещества.



- 33** Растворимость гидроксида кальция при некоторой температуре составляет 0,185 г на 100 г воды. При этой температуре приготовили насыщенный раствор, добавив необходимое количество гидроксида кальция к 500 мл воды. К полученному раствору прибавили раствор трехосновной кислоты, приготовленный из 1,065 г оксида фосфора(V) и  $3,612 \cdot 10^{24}$  молекул воды. В результате выпал осадок двухводной соли, который отфильтровали, а фильтрат упарили под вакуумом до тех пор, пока масса раствора не уменьшилась на 400 г. Определите массовую долю соли в растворе после упаривания.
- В ответе запишите уравнения реакций, которые указаны в условии задачи, и приведите все необходимые вычисления (указывайте единицы измерения искомых физических величин).

Содержание верного ответа и указания по оцениванию (допускаются иные формулировки ответа, не искажающие его смысла)	Баллы
<p>Вариант ответа</p> <p>Записаны уравнения реакций:</p> <p>[1] <math>2P_2O_5 + 3H_2O = 2H_3PO_4</math></p> <p>[2] <math>H_3PO_4 + Ca(OH)_2 = CaHPO_4 \cdot 2H_2O \downarrow</math></p> <p>[3] <math>2H_3PO_4 + Ca(OH)_2 = Ca(H_2PO_4)_2 + 2H_2O</math></p> <p>Приведены необходимые вычисления:</p> <p><math>m(Ca(OH)_2) = 0,185 \cdot 500 / 100 = 0,925</math> г</p> <p><math>n(Ca(OH)_2) = 0,925 / 74 = 0,0125</math> моль</p> <p><math>n(P_2O_5) = 1,065 / 142 = 0,0075</math> моль</p> <p><math>n(H_3PO_4) = 2 \cdot n(P_2O_5) = 2 \cdot 0,0075 = 0,015</math> моль</p> <p><math>n(H_2O) = 3,612 \cdot 10^{24} / 6,02 \cdot 10^{23} = 6</math> моль</p> <p><math>m(H_2O) = 6 \cdot 18 = 108</math> г</p> <p><math>m_p(H_3PO_4) = 1,065 + 108 = 109,065</math> г</p> <p>Пусть <math>n(Ca(OH)_2)_{[2]} = x</math> моль, а <math>n(Ca(OH)_2)_{[3]} = y</math> моль, тогда <math>n(H_3PO_4)_{[2]} = x</math> моль, а <math>n(H_3PO_4)_{[3]} = 2y</math> моль,</p> $\begin{cases} x + 2y = 0,015 \\ x + y = 0,0125 \end{cases}$ <p><math>x = 0,01</math> моль, <math>y = 0,0025</math> моль</p> <p><math>n(CaHPO_4 \cdot 2H_2O) = n(Ca(OH)_2)_{[2]} = 0,01</math> моль</p> <p><math>m(CaHPO_4 \cdot 2H_2O) = 0,01 \cdot 172 = 1,72</math> г</p> <p><math>n(Ca(H_2PO_4)_2) = n(Ca(OH)_2)_{[3]} = 0,0025</math> моль</p> <p><math>m(Ca(H_2PO_4)_2) = 0,0025 \cdot 234 = 0,585</math> г</p> <p><math>m_{p-ра} = 0,925 + 500 + 109,065 - 1,72 - 400 = 208,27</math> г</p> <p>Определена массовая доля дигидроортофосфата кальция в полученном растворе:</p>	

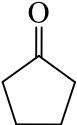
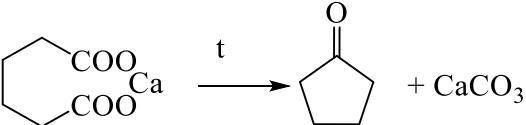
$\omega(Ca(H_2PO_4)_2) = 0,585 / 208,27 = 0,0028$ , или 0,28 %.	
<p>Ответ правильный и полный, содержит следующие элементы:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>правильно записаны уравнения реакций, соответствующих условию задания;</li> <li>правильно произведены вычисления, в которых используются необходимые физические величины, заданные в условии задания;</li> <li>продемонстрирована логически обоснованная взаимосвязь физических величин, на основании которых проводятся расчёты;</li> <li>в соответствии с условием задания определена искомая физическая величина</li> </ul>	4
Правильно записаны три элемента ответа	3
Правильно записаны два элемента ответа	2
Правильно записан один элемент ответа	1
Все элементы ответа записаны неверно	0
<i>Максимальный балл</i>	4

*Примечание.* В случае, когда в ответе содержится ошибка в вычислениях в одном из трёх элементов (втором, третьем или четвёртом), которая привела к неверному ответу, оценка за выполнение задания снижается только на 1 балл.

- 34** Вещество А содержит 71,43 % углерода и 19,05 % кислорода по массе, остальное – водород. Вещество А можно получить при разложении вещества Б. Известно, что вещество А содержит только вторичные атомы углерода, один из которых находится в состоянии  $sp^2$ -гибридизации.
- На основании данных условия задачи:
- проведите необходимые вычисления (указывайте единицы измерения искомых физических величин) и установите молекулярную формулу вещества А;
  - составьте возможную структурную формулу вещества А, которая однозначно отражает порядок связи атомов в его молекуле;
  - напишите уравнение реакции получения вещества А разложением вещества Б (используйте структурные формулы органических веществ).





Содержание верного ответа и указания по оцениванию (допускаются иные формулировки ответа, не искажающие его смысла)	Баллы
<p>Вариант ответа</p> <p>Элементы ответа:</p> <p>1) проведены необходимые вычисления:  <math>w(\text{H}) = 100 - 71,43 - 19,05 = 9,52 \%</math>            Общая формула органического вещества – <math>\text{C}_x\text{H}_y\text{O}_z</math>  <math>x:y:z = (71,43/12) : (9,52/1) : (19,05/16)</math>            Установлено соотношение числа атомов С, Н и О в веществе:  <math>x:y:z = 5,95:9,52:1,19 = 5:8:1</math>            Молекулярная формула органического вещества – <math>\text{C}_5\text{H}_8\text{O}</math></p> <p>2) Приведена структурная формула органического вещества:</p>  <p>3) Составлено уравнение реакции:</p> 	
<p>Ответ правильный и полный, содержит следующие элементы:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• правильно произведены вычисления, необходимые для установления молекулярной формулы вещества, и записана молекулярная формула вещества;</li> <li>• записана структурная формула органического вещества, которая отражает порядок связи и взаимное расположение заместителей и функциональных групп в молекуле в соответствии с условием задания;</li> <li>• с использованием структурной формулы органического вещества записано уравнение реакции, на которую даётся указание в условии задания</li> </ul>	3
Правильно записаны два элемента ответа	2
Правильно записан один элемент ответа	1
Все элементы ответа записаны неверно	0
<i>Максимальный балл</i>	3