

## Единый государственный экзамен по ХИМИИ

**Демонстрационный вариант  
контрольных измерительных материалов единого  
государственного экзамена 2022 года  
по ХИМИИ**

подготовлен федеральным государственным бюджетным  
научным учреждением

«ФЕДЕРАЛЬНЫЙ ИНСТИТУТ ПЕДАГОГИЧЕСКИХ ИЗМЕРЕНИЙ»

## Единый государственный экзамен по ХИМИИ

**Пояснения к демонстрационному варианту контрольных  
измерительных материалов единого государственного экзамена  
2022 года по ХИМИИ**

При ознакомлении с демонстрационным вариантом контрольных измерительных материалов (КИМ) единого государственного экзамена (ЕГЭ) 2022 г. следует иметь в виду, что задания, включённые в него, не отражают всех элементов содержания, которые будут проверяться с помощью вариантов КИМ в 2022 г. Полный перечень элементов содержания, которые могут контролироваться на едином государственном экзамене 2022 г., приведён в кодификаторе элементов содержания и требований к уровню подготовки выпускников образовательных организаций для проведения единого государственного экзамена 2022 г. по химии.



**В демонстрационном варианте представлены конкретные примеры заданий, не исчерпывающие всего многообразия возможных формулировок заданий на каждой позиции варианта экзаменационной работы.**

Назначение демонстрационного варианта заключается в том, чтобы дать возможность любому участнику ЕГЭ и широкой общественности составить представление о структуре будущих КИМ, количестве заданий, об их форме и уровне сложности.

**В демонстрационном варианте представлено по несколько примеров заданий на некоторые позиции экзаменационной работы. В реальных вариантах экзаменационной работы на каждую позицию будет предложено только одно задание.**

Приведённые критерии оценки выполнения заданий с развёрнутым ответом, включённые в этот вариант, дают представление о требованиях к полноте и правильности записи развёрнутого ответа.

Эти сведения позволят выпускникам выработать стратегию подготовки к ЕГЭ в 2022 г.

**Демонстрационный вариант  
контрольных измерительных материалов  
для проведения в 2022 году единого государственного экзамена  
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: 

3	5
---	---

3	5																					
---	---	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--

Бланк

Ответ: 

X	Y
4	2

4	2																					
---	---	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--

Ответ: 3,4

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 или капиллярной ручки.

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**

*Ответом к заданиям 1–25 является 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) Cs      2) C      3) O      4) Cr      5) N

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

- 1) Определите, атомы каких из указанных в ряду элементов в основном состоянии имеют одинаковое число неспаренных электронов. Запишите номера выбранных элементов.

Ответ: 

--	--

- 2) Из указанных в ряду химических элементов выберите три *p*-элемента. Расположите выбранные элементы в порядке уменьшения их атомного радиуса. Запишите номера выбранных элементов в нужной последовательности.

Ответ: 

--	--	--

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

Ответ: 

--	--

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

- 1)  $\text{Na}_2\text{SO}_4$
- 2)  $\text{HCOOH}$
- 3)  $\text{CH}_4$
- 4)  $\text{CaO}$
- 5)  $\text{Cl}_2$

Запишите номера выбранных веществ.

Ответ: 

--	--

5 Среди предложенных формул веществ, расположенных в пронумерованных ячейках, выберите формулы: А) двухосновной кислоты; Б) средней соли; В) амфотерного гидроксида.

<b>1</b> $\text{NaH}_2\text{PO}_4$	<b>2</b> $\text{Zn}(\text{OH})_2$	<b>3</b> $\text{HNO}_2$
<b>4</b> $\text{H}_2\text{SO}_3$	<b>5</b> $\text{H}_3\text{P}$	<b>6</b> $\text{ZnO}$
<b>7</b> $\text{Zn}$	<b>8</b> $\text{NH}_4\text{NO}_3$	<b>9</b> $\text{Fe}(\text{OH})_2$

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

Ответ: 

А	Б	В

6 В одну из пробирок с осадком гидроксида алюминия добавили сильную кислоту X, а в другую – раствор вещества Y. В результате в каждой из пробирок наблюдали растворение осадка. Из предложенного перечня выберите вещества X и Y, которые могут вступать в описанные реакции.

- 1) бромоводородная кислота
- 2) гидросульфид натрия
- 3) сероводородная кислота
- 4) гидроксид калия
- 5) гидрат аммиака

Запишите в таблицу номера выбранных веществ под соответствующими буквами.

Ответ: 

X	Y

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

ВЕЩЕСТВО	РЕАГЕНТЫ
А) S	1) $\text{AgNO}_3, \text{Na}_3\text{PO}_4, \text{Cl}_2$
Б) $\text{SO}_3$	2) $\text{BaO}, \text{H}_2\text{O}, \text{KOH}$
В) $\text{Zn}(\text{OH})_2$	3) $\text{H}_2, \text{Cl}_2, \text{O}_2$
Г) $\text{ZnBr}_2$ (p-p)	4) $\text{HBr}, \text{LiOH}, \text{CH}_3\text{COOH}$ (p-p)
	5) $\text{H}_3\text{PO}_4$ (p-p), $\text{BaCl}_2, \text{CuO}$

Запишите в таблицу выбранные цифры под соответствующими буквами.

Ответ: 

А	Б	В	Г

- 8 Установите соответствие между исходными веществами, вступающими в реакцию, и продуктами этой реакции: к каждой позиции, обозначенной буквой, подберите соответствующую позицию, обозначенную цифрой.

## ИСХОДНЫЕ ВЕЩЕСТВА

- А) Mg и H<sub>2</sub>SO<sub>4</sub> (конц.)  
 Б) MgO и H<sub>2</sub>SO<sub>4</sub>  
 В) S и H<sub>2</sub>SO<sub>4</sub> (конц.)  
 Г) H<sub>2</sub>S и O<sub>2</sub> (изб.)

## ПРОДУКТЫ РЕАКЦИИ

- 1) MgSO<sub>4</sub> и H<sub>2</sub>O  
 2) MgO, SO<sub>2</sub> и H<sub>2</sub>O  
 3) H<sub>2</sub>S и H<sub>2</sub>O  
 4) SO<sub>2</sub> и H<sub>2</sub>O  
 5) MgSO<sub>4</sub>, H<sub>2</sub>S и H<sub>2</sub>O  
 6) SO<sub>3</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) HCl  
 2) CuCl<sub>2</sub>  
 3) KI  
 4) Cl<sub>2</sub>  
 5) AgI

Запишите в таблицу номера выбранных веществ под соответствующими буквами.

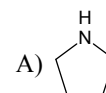
Ответ:

X	Y

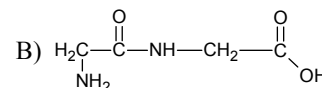
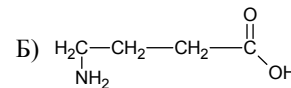
- 10 Установите соответствие между формулой вещества и классом/группой органических соединений, к которому(-ой) это вещество принадлежит: к каждой позиции, обозначенной буквой, подберите соответствующую позицию, обозначенную цифрой.

## ФОРМУЛА ВЕЩЕСТВА

## КЛАСС/ГРУППА ОРГАНИЧЕСКИХ СОЕДИНЕНИЙ



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



Запишите в таблицу выбранные цифры под соответствующими буквами.

Ответ:

А	Б	В

- 11 Из предложенного перечня выберите два вещества, которые являются структурными изомерами бутена-1.

- 1) бутан  
 2) циклобутан  
 3) бутин-2  
 4) бутадиен-1,3  
 5) метилпропен

Запишите номера выбранных ответов.

Ответ:

--	--

12 Из предложенного перечня выберите **все** вещества, при взаимодействии которых с раствором перманганата калия в кислой среде образуется карбоновая кислота.

- 1) гексен-1
- 2) бензол
- 3) метилбензол
- 4) этилацетат
- 5) уксусный альдегид

Запишите номера выбранных ответов.

Ответ: \_\_\_\_\_

13 Из предложенного перечня выберите два вещества, с которыми реагирует метиламин.

- 1) пропан
- 2) хлорметан
- 3) водород
- 4) гидроксид натрия
- 5) соляная кислота

Запишите номера выбранных ответов.

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
А) $\text{CH}_3\text{CHClCH}_2\text{Cl} + \text{X} \rightarrow \text{CH}_3\text{CH}=\text{CH}_2$	1) Mg
Б) $\text{CH}_3\text{CH}_2\text{CH}_2\text{Cl} + \text{X} \rightarrow \text{CH}_3\text{CH}=\text{CH}_2$	2) NaOH (спирт.)
В) $\text{CH}_3\text{CH}_2\text{Cl} + \text{X} \rightarrow \text{CH}_3\text{CH}_2\text{CH}_2\text{CH}_3$	3) NaOH (водн.)
Г) $\text{CH}_3\text{CHClCH}_2\text{Cl} + \text{X} \rightarrow \text{CH}_3\text{C}\equiv\text{CH}$	4) Cu(OH) <sub>2</sub>
	5) Na
	6) Cu

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
А) уксусная кислота и сульфид натрия	1) пропионат натрия
Б) муравьиная кислота и гидроксид натрия	2) этилат натрия
В) муравьиный альдегид и гидроксид меди(II) (при нагревании)	3) формиат меди(II)
Г) этанол и натрий	4) формиат натрия
	5) ацетат натрия
	6) углекислый газ

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) H<sub>2</sub>
- 2) CuO
- 3) Cu(OH)<sub>2</sub>
- 4) NaOH (H<sub>2</sub>O)
- 5) NaOH (спирт.)

Запишите в таблицу номера выбранных веществ под соответствующими буквами.

Ответ: 

X	Y

17 Из предложенного перечня выберите **все** реакции, которые являются окислительно-восстановительными.

- 1) взаимодействие сульфида калия с перманганатом калия
- 2) взаимодействие концентрированной серной кислоты с хлоридом натрия
- 3) взаимодействие при нагревании хлорида аммония и нитрита натрия
- 4) взаимодействие при нагревании оксида кремния с карбонатом натрия
- 5) взаимодействие иодоводородной кислоты с дихроматом натрия

Запишите номера выбранных ответов.

Ответ: \_\_\_\_\_.

18 Из предложенного перечня выберите **все** реакции, для которых увеличение давления **не приводит** к увеличению скорости реакции.

- 1)  $2P + 5Cl_{2(r)} = 2PCl_5$
- 2)  $Fe + CuSO_{4(p-p)} = FeSO_4 + Cu$
- 3)  $Ca + 2H_2O_{(ж)} = Ca(OH)_2 + H_2$
- 4)  $Fe_2O_3 + H_{2(r)} = 2FeO + H_2O$
- 5)  $2KOH_{(p-p)} + H_2SO_{4(p-p)} = K_2SO_4 + 2H_2O$

Запишите номера выбранных ответов.

Ответ: \_\_\_\_\_.

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

УРАВНЕНИЕ РЕАКЦИИ

- A)  $NH_4HCO_3 = NH_3 + H_2O + CO_2$
- Б)  $3Cu + 2NH_3 = N_2 + 3Cu + 3H_2O$
- В)  $4NH_3 + 5O_2 = 4NO + 6H_2O$

СВОЙСТВО АЗОТА

- 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:

А	Б	В

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

ФОРМУЛА СОЛИ

- A)  $Na_3PO_4$
- Б)  $KCl$
- В)  $CuBr_2$

ПРОДУКТЫ ЭЛЕКТРОЛИЗА

- 1) металл, кислород
- 2) металл, галоген
- 3) водород, кислород
- 4) водород, галоген

Запишите в таблицу выбранные цифры под соответствующими буквами.

Ответ:

А	Б	В

**ИЛИ**

Установите соответствие между веществом и возможным способом его получения путём электролиза: к каждой позиции, обозначенной буквой, подберите соответствующую позицию, обозначенную цифрой.

ВЕЩЕСТВО

- A) алюминий
- Б) водород
- В) калий

ПОЛУЧЕНИЕ ЭЛЕКТРОЛИЗОМ

- 1) раствора  $Al_2O_3$  в расплавленном криолите
- 2) водного раствора  $AgF$
- 3) водного раствора  $AlCl_3$
- 4) расплава  $KF$

Запишите в таблицу выбранные цифры под соответствующими буквами.

Ответ:

А	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



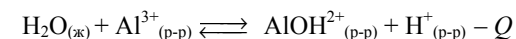
21 Для веществ, приведённых в перечне, определите характер среды их водных растворов, имеющих одинаковую концентрацию (моль/л).

- 1)  $\text{Na}_2\text{SO}_4$
- 2)  $\text{Fe}(\text{NO}_3)_2$
- 3)  $\text{K}_2\text{SO}_3$
- 4)  $\text{HClO}_3$

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

Ответ:  →  →  →

22 Установите соответствие между способом воздействия на равновесную систему



и смещением химического равновесия в результате этого воздействия: к каждой позиции, обозначенной буквой, подберите соответствующую позицию, обозначенную цифрой.

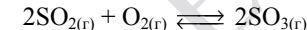
ВОЗДЕЙСТВИЕ НА СИСТЕМУ	НАПРАВЛЕНИЕ СМЕЩЕНИЯ ХИМИЧЕСКОГО РАВНОВЕСИЯ
А) добавление кислоты	1) смещается в сторону прямой реакции
Б) понижение давления	2) смещается в сторону обратной реакции
В) повышение температуры	3) практически не смещается
Г) добавление твёрдой щёлочи	

Запишите в таблицу выбранные цифры под соответствующими буквами.

Ответ:

А	Б	В	Г

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



в реакционной системе установилось химическое равновесие. Используя данные, приведённые в таблице, определите равновесную концентрацию  $\text{SO}_2$  ( $X$ ) и исходную концентрацию  $\text{O}_2$  ( $Y$ ).

Реагент	$\text{SO}_2$	$\text{O}_2$	$\text{SO}_3$
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



- 24** Установите соответствие между формулами веществ и реагентом, с помощью которого можно различить водные растворы этих веществ: к каждой позиции, обозначенной буквой, подберите соответствующую позицию, обозначенную цифрой.

ФОРМУЛЫ ВЕЩЕСТВ	РЕАГЕНТ
А) $\text{HNO}_3$ и $\text{NaNO}_3$	1) $\text{Cu}$
Б) $\text{KCl}$ и $\text{NaOH}$	2) $\text{KOH}$
В) $\text{NaCl}$ и $\text{BaCl}_2$	3) $\text{HCl}$
Г) $\text{AlCl}_3$ и $\text{MgCl}_2$	4) $\text{KNO}_3$
	5) $\text{CuSO}_4$

Запишите в таблицу выбранные цифры под соответствующими буквами.

Ответ:

А	Б	В	Г

**ИЛИ**

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

РЕАГИРУЮЩИЕ ВЕЩЕСТВА	ПРИЗНАК РЕАКЦИИ
А) пропановая кислота и литий	1) растворение осадка
Б) пропанол-2 и калий	2) образование осадка
В) гидроксид цинка и уксусная кислота	3) видимые признаки реакции отсутствуют
Г) бромная вода и ацетилен	4) выделение газа
	5) обесцвечивание раствора

Запишите в таблицу выбранные цифры под соответствующими буквами.

Ответ:

А	Б	В	Г

- 25** Установите соответствие между веществом и основной областью его применения: к каждой позиции, обозначенной буквой, подберите соответствующую позицию, обозначенную цифрой.

ВЕЩЕСТВО	ОБЛАСТЬ ПРИМЕНЕНИЯ
А) метан	1) получение капрона
Б) изопрен	2) в качестве топлива
В) этилен	3) получение каучука
	4) получение пластмасс

Запишите в таблицу выбранные цифры под соответствующими буквами.

Ответ:

А	Б	В

**ИЛИ**

Установите соответствие между названием мономера и формулой соответствующего ему полимера: к каждой позиции, обозначенной буквой, подберите соответствующую позицию, обозначенную цифрой.

НАЗВАНИЕ МОНОМЕРА	ФОРМУЛА ПОЛИМЕРА
А) этен	1) $(-\text{CH}_2-\text{CH}(\text{CH}_3)-)_n$
Б) пропен	2) $(-\text{CH}_2-\text{CH}_2-)_n$
В) дивинил	3) $(-\text{CH}_2-\text{C}(\text{CH}_3)=\text{CH}-\text{CH}_2-)_n$
	4) $(-\text{CH}_2-\text{CH}=\text{CH}-\text{CH}_2-)_n$

Запишите в таблицу выбранные цифры под соответствующими буквами.

Ответ:

А	Б	В

**ИЛИ**

Установите соответствие между аппаратом химического производства и процессом, протекающим в этом аппарате: к каждой позиции, обозначенной буквой, подберите соответствующую позицию, обозначенную цифрой.

АППАРАТ	ПРОЦЕСС
А) контактный аппарат	1) перегонка нефти
Б) ректификационная колонна	2) поглощение оксида серы(VI)
В) поглотительная башня	3) окисление сернистого газа
	4) очистка сернистого газа

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 пишите 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 ( $A_r(Cl) = 35,5$ ).**

- 26** 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.

- 27** Синтез аммиака протекает в соответствии с термохимическим уравнением реакции



Определите количество теплоты, которое выделится в результате образования 560 мл (н.у.) газообразного аммиака. (Запишите число с точностью до сотых.)

Ответ: \_\_\_\_\_ кДж.

- 28** Из 150 кг природного известняка при взаимодействии с азотной кислотой был получен нитрат кальция массой 196,8 кг. Вычислите массовую долю (%) примесей в указанном известняке. (Запишите число с точностью до целых.)

Ответ: \_\_\_\_\_ %.



**Не забудьте перенести все ответы в бланк ответов № 1 в соответствии с инструкцией по выполнению работы. Проверьте, чтобы каждый ответ был 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:

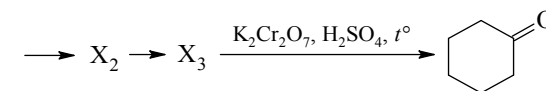
перманганат калия, гидрокарбонат натрия, сульфит натрия, сульфат бария, гидроксид калия, пероксид водорода. Допустимо использование воды в качестве среды протекания реакции.

- 29** Из предложенного перечня выберите вещества, между которыми окислительно-восстановительная реакция протекает с изменением цвета раствора. Выделение осадка или газа в ходе этой реакции не наблюдается. 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 веществ выберите кислую соль и вещество, которое вступает с этой кислотной солью в реакцию ионного обмена. Запишите молекулярное, полное и сокращённое ионные уравнения реакции с участием выбранных веществ.

- 31** При электролизе водного раствора нитрата меди(II) получили металл. Металл обработали концентрированной серной кислотой при нагревании. Выделившийся в результате газ прореагировал с сероводородом с образованием простого вещества. Это вещество нагрели с концентрированным раствором гидроксида калия. Напишите молекулярные 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** Смесь кальция и карбоната кальция, в которой массовая доля атомов кальция составляет 50%, растворили в 300 г соляной кислоты, взятой в избытке. При этом образовался раствор массой 330 г. Один из выделившихся газов был поглощён 200 г 8%-ного раствора гидроксида натрия. Вычислите массовую долю соли в образовавшемся после поглощения газа растворе.  
В ответе запишите уравнения реакций, которые указаны в условии задачи, и приведите все необходимые вычисления (указывайте единицы измерения и обозначения искомых физических величин).

- 34** При сгорании органического вещества *A* массой 3,4 г получено 4,48 л (н.у.) углекислого газа и 1,8 г воды. Известно, что вещество *A* вступает в реакцию с раствором гидроксида лития при нагревании, в результате чего образуется предельный одноатомный спирт и соль, кислотный остаток которой содержит семь атомов углерода.  
На основании данных условия задачи:  
1) проведите необходимые вычисления (указывайте единицы измерения и обозначения искомых физических величин) и установите молекулярную формулу вещества *A*;  
2) составьте возможную структурную формулу вещества *A*, которая однозначно отражает порядок связи атомов в его молекуле;  
3) напишите уравнение реакции вещества *A* с раствором гидроксида лития при нагревании (используйте структурные формулы органических веществ).



**Проверьте, чтобы каждый ответ был записан рядом с номером соответствующего задания.**

### 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	23
2	253
3	25
4	23
5	482
9	43
10	231
11	25
12	135
13	25
16	42
17	135
18	235
19	422
20	342 / 134
21	4213
25	234 / 214 / 312
26	3,4
27	1,15
28	20

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

За полный правильный ответ заданий 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	14
7	3241
8	5144
14	1252
15	5462
22	2311
23	25
24	1552 / 4415

## Часть 2

### Критерии оценивания выполнения заданий с развёрнутым ответом



При наличии уравнений химических реакций, отражающих дополнительные/альтернативные химические превращения, не противоречащие условиям заданий, а также соответствующих им расчётов (в заданиях 33 и 34) эксперт оценивает правильность представленного экзаменуемым решения в соответствии со шкалой и критериями оценивания.

Для выполнения заданий 29 и 30 используйте следующий перечень веществ: перманганат калия, гидрокарбонат натрия, сульфит натрия, сульфат бария, гидроксид калия, пероксид водорода. Допустимо использование воды в качестве среды протекания реакции.

29

Из предложенного перечня веществ выберите вещества, между которыми окислительно-восстановительная реакция протекает с изменением цвета раствора. Выделение осадка или газа в ходе этой реакции не наблюдается. 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 $\text{Na}_2\text{SO}_3 + 2\text{KMnO}_4 + 2\text{KOH} = \text{Na}_2\text{SO}_4 + 2\text{K}_2\text{MnO}_4 + \text{H}_2\text{O}$ $2 \left  \begin{array}{l} \text{Mn}^{+7} + \bar{e} \rightarrow \text{Mn}^{+6} \\ \text{S}^{+4} - 2\bar{e} \rightarrow \text{S}^{+6} \end{array} \right.$ Сульфит натрия (или сера в степени окисления +4) является восстановителем. Перманганат калия (или марганец в степени окисления +7) – окислителем	
Ответ правильный и полный, содержит следующие элементы: <ul style="list-style-type: none"> <li>• выбраны вещества, и записано уравнение окислительно-восстановительной реакции;</li> <li>• составлен электронный баланс, указаны окислитель и восстановитель</li> </ul>	2
Правильно записан один элемент ответа	1
Все элементы ответа записаны неверно	0
<i>Максимальный балл</i>	2

*Примечание.* Если молекулярное уравнение реакции не соответствует условию задания или в нём неверно определены продукты реакции, то электронный баланс не оценивается (выставляется 0 баллов).

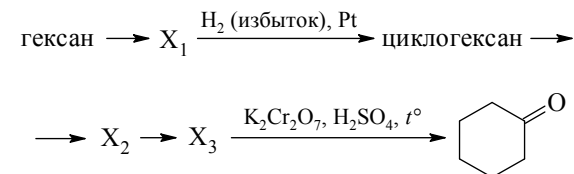
- 30 Из предложенного перечня веществ выберите кислую соль и вещество, которое вступает с этой кислотной солью в реакцию ионного обмена. Запишите молекулярное, полное и сокращённое ионные уравнения реакции с участием выбранных веществ.

Содержание верного ответа и указания по оцениванию (допускаются иные формулировки ответа, не искажающие его смысла)	Баллы
Вариант ответа $2\text{NaHCO}_3 + 2\text{KOH} = \text{Na}_2\text{CO}_3 + \text{K}_2\text{CO}_3 + 2\text{H}_2\text{O}$ $2\text{Na}^+ + 2\text{HCO}_3^- + 2\text{K}^+ + 2\text{OH}^- = 2\text{Na}^+ + 2\text{K}^+ + 2\text{CO}_3^{2-} + 2\text{H}_2\text{O}$ $\text{HCO}_3^- + \text{OH}^- = \text{CO}_3^{2-} + \text{H}_2\text{O}$	
Ответ правильный и полный, содержит следующие элементы: <ul style="list-style-type: none"> <li>• выбраны вещества, и записано молекулярное уравнение реакции ионного обмена;</li> <li>• записаны полное и сокращённое ионные уравнения реакций</li> </ul>	2
Правильно записан один элемент ответа	1
Все элементы ответа записаны неверно	0
<i>Максимальный балл</i>	2

- 31 При электролизе водного раствора нитрата меди(II) получили металл. Металл обработали концентрированной серной кислотой при нагревании. Выделившийся в результате газ прореагировал с сероводородом с образованием простого вещества. Это вещество нагрели с концентрированным раствором гидроксида калия. Напишите молекулярные уравнения четырёх описанных реакций.

Содержание верного ответа и указания по оцениванию (допускаются иные формулировки ответа, не искажающие его смысла)	Баллы
Вариант ответа 1) $2\text{Cu}(\text{NO}_3)_2 + 2\text{H}_2\text{O} = 2\text{Cu} + 4\text{HNO}_3 + \text{O}_2$ (электролиз) 2) $\text{Cu} + 2\text{H}_2\text{SO}_{4(\text{конц.})} = \text{CuSO}_4 + \text{SO}_2\uparrow + 2\text{H}_2\text{O}$ 3) $\text{SO}_2 + 2\text{H}_2\text{S} = 3\text{S} + 2\text{H}_2\text{O}$ 4) $3\text{S} + 6\text{KOH} = 2\text{K}_2\text{S} + \text{K}_2\text{SO}_3 + 3\text{H}_2\text{O}$ (возможно образование $\text{K}_2\text{S}_2\text{O}_3$ )	
Правильно записаны четыре уравнения реакций	4
Правильно записаны три уравнения реакций	3
Правильно записаны два уравнения реакций	2
Правильно записано одно 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 указывайте преимущественно образующиеся продукты, используйте структурные формулы органических веществ.

Содержание верного ответа и указания по оцениванию (допускаются иные формулировки ответа, не искажающие его смысла)	Баллы
Вариант ответа 1) $\text{CH}_3\text{-CH}_2\text{-CH}_2\text{-CH}_2\text{-CH}_2\text{-CH}_3 \xrightarrow{\text{кат.}, t^\circ} \text{бензол} + 4\text{H}_2$ 2) $\text{бензол} + 3\text{H}_2 \xrightarrow{\text{Pt}, t^\circ} \text{циклогексан}$ 3) $\text{циклогексан} + \text{Cl}_2 \xrightarrow{h\nu} \text{хлорциклогексан} + \text{HCl}$ (возможна реакция бромирования) 4) $\text{хлорциклогексан} + \text{KOH} \xrightarrow{\text{H}_2\text{O}, t^\circ} \text{циклогексанол} + \text{KCl}$ 5) $3 \text{циклогексанол} + \text{K}_2\text{Cr}_2\text{O}_7 + 4\text{H}_2\text{SO}_4 \rightarrow 3 \text{циклогексанон} + \text{Cr}_2(\text{SO}_4)_3 + \text{K}_2\text{SO}_4 + 7\text{H}_2\text{O}$	
Правильно записаны пять уравнений реакций	5
Правильно записаны четыре уравнения реакций	4
Правильно записаны три уравнения реакций	3
Правильно записаны два уравнения реакций	2
Правильно записано одно уравнение реакции	1
Все элементы ответа записаны неверно	0
<i>Максимальный балл</i>	5

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

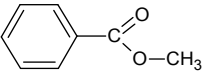
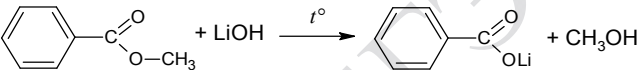
- 33** Смесь кальция и карбоната кальция, в которой массовая доля атомов кальция составляет 50%, растворили в 300 г соляной кислоты, взятой в избытке. При этом образовался раствор массой 330 г. Один из выделившихся газов был поглощён 200 г 8%-ного раствора гидроксида натрия. Вычислите массовую долю соли в растворе, получившемся в результате реакции. В ответе запишите уравнения реакций, которые указаны в условии задачи, и приведите все необходимые вычисления (указывайте единицы измерения и обозначения 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>\text{Ca} + 2\text{HCl} = \text{CaCl}_2 + \text{H}_2</math></p> <p>[2] <math>\text{CaCO}_3 + 2\text{HCl} = \text{CaCl}_2 + \text{CO}_2 + \text{H}_2\text{O}</math></p> <p>[3] <math>\text{CO}_2 + \text{NaOH} = \text{NaHCO}_3</math></p> <p>Рассчитаны количество вещества реагентов и массы продуктов реакций:</p> <p><math>\Delta m_{(\text{р-ра})} = 330 - 300 = 30 \text{ г}</math></p> <p>Пусть в исходной смеси</p> <p><math>n(\text{Ca}) = x \text{ моль}</math></p> <p><math>n(\text{CaCO}_3) = y \text{ моль}</math></p> <p>Тогда:</p> <p><math>\Delta m_{(\text{р-ра})} = 40x + 100y - 2x - 44y = 30 \text{ г}</math></p> <p><math>\omega(\text{Ca}) = 40(x + y) / (40x + 100y) = 0,5</math></p> <p><math>n(\text{Ca}) = x = 0,2 \text{ моль}</math></p> <p><math>n(\text{CaCO}_3) = y = 0,4 \text{ моль}</math></p> <p><math>n(\text{CO}_2) = n(\text{CaCO}_3) = 0,4 \text{ моль}</math></p> <p><math>m(\text{CO}_2) = 0,4 \cdot 44 = 17,6 \text{ г}</math></p> <p><math>m(\text{NaOH}) = 200 \cdot 0,08 = 16 \text{ г}</math></p> <p><math>n(\text{NaOH}) = 16 / 40 = 0,4 \text{ моль}</math></p> <p><math>n(\text{NaHCO}_3) = n(\text{NaOH}) = 0,4 \text{ моль}</math></p> <p><math>m(\text{NaHCO}_3) = 0,4 \cdot 84 = 33,6 \text{ г}</math></p> <p>Вычислена массовая доля соли в растворе:</p> <p><math>m_{(\text{р-ра})} = 200 + 17,6 = 217,6 \text{ г}</math></p> <p><math>\omega(\text{NaHCO}_3) = 33,6 / 217,6 = 0,154</math>, или 15,4%</p>	

<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 которой 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, которая привела к неверному ответу, оценка за выполнение задания снижается только на 1 балл.

- 34** При сгорании органического вещества *A* массой 3,4 г получено 4,48 л (н.у.) углекислого газа и 1,8 г воды. Известно, что вещество *A* вступает в реакцию с раствором гидроксида лития при нагревании, в результате чего образуется предельный одноатомный спирт и соль, кислотный остаток которой содержит семь атомов углерода. На основании данных условия задачи:
- 1) проведите необходимые вычисления (указывайте единицы измерения и обозначения искомых физических величин) и установите молекулярную формулу вещества *A*;
  - 2) составьте возможную структурную формулу вещества *A*, которая однозначно отражает порядок связи атомов в его молекуле;
  - 3) напишите уравнение реакции вещества *A* с раствором гидроксида лития при нагревании (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>Проведены необходимые вычисления, и найдена молекулярная формула вещества <i>A</i>:</p> $n(\text{CO}_2) = 4,48 / 22,4 = 0,2 \text{ моль}; n(\text{C}) = 0,2 \text{ моль}$ $n(\text{H}_2\text{O}) = 1,8 / 18 = 0,1 \text{ моль}; n(\text{H}) = 0,1 \cdot 2 = 0,2 \text{ моль}$ $m(\text{C} + \text{H}) = 0,2 \cdot 12 + 0,2 \cdot 1 = 2,6 \text{ г}$ $m(\text{O}) = 3,4 - 2,6 = 0,8 \text{ г}$ $n(\text{O}) = 0,8 / 16 = 0,05 \text{ моль}$ $n(\text{C}) : n(\text{H}) : n(\text{O}) = 0,2 : 0,2 : 0,05 = 4 : 4 : 1$ <p>Молекулярная формула – <math>\text{C}_8\text{H}_8\text{O}_2</math></p> <p>Приведена структурная формула вещества <i>A</i>:</p>  <p>Составлено уравнение реакции с раствором гидроксида лития:</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

В соответствии с Порядком проведения государственной итоговой аттестации по образовательным программам среднего общего образования (приказ Минобрнауки России от 26.12.2013 № 1400, зарегистрирован Минюстом России 03.02.2014 № 31205)

«61. По результатам первой и второй проверок эксперты независимо друг от друга выставляют баллы за каждый ответ на задания экзаменационной работы ЕГЭ с развёрнутым ответом.

62. В случае существенного расхождения в баллах, выставленных двумя экспертами, назначается третья проверка. Существенное расхождение в баллах определено в критериях оценивания по соответствующему учебному предмету.

Эксперту, осуществляющему третью проверку, предоставляется информация о баллах, выставленных экспертами, ранее проверявшими экзаменационную работу».

1. Существенным считается расхождение между баллами, выставленными первым и вторым экспертами за выполнение любого из заданий 29–34, в 2 или более балла. В этом случае третий эксперт проверяет только те ответы на задания, которые вызвали столь существенное расхождение.

2. Расхождение в результатах оценивания двумя экспертами ответа на одно из заданий 29–34 заключается в том, что один эксперт указал на отсутствие ответа на задание, а другой выставил за выполнение этого задания ненулевой балл. В этом случае третий эксперт проверяет только ответы на задания, которые были оценены со столь существенным расхождением.



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

### \* Лантаноиды

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

### \*\* Актиноиды

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



**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	М	Н	М	Н	Н	Н	Н	Н	Н	–	–	Н	Н	Н
F <sup>-</sup>	P	М	P	P	P	М	Н	Н	Н	М	Н	Н	Н	P	P	P	–	Н	P	P
Cl <sup>-</sup>	P	P	P	P	P	P	P	P	P	P	P	P	P	P	P	Н	P	М	P	P
Br <sup>-</sup>	P	P	P	P	P	P	P	P	P	P	P	P	P	P	P	Н	М	М	P	P
I <sup>-</sup>	P	P	P	P	P	P	P	P	P	P	?	P	?	P	P	Н	Н	Н	М	?
S <sup>2-</sup>	P	P	P	P	P	–	–	–	Н	–	–	Н	–	Н	Н	Н	Н	Н	Н	Н
HS <sup>-</sup>	P	P	P	P	P	P	P	P	P	?	?	?	?	?	?	?	?	?	?	?
SO <sub>3</sub> <sup>2-</sup>	P	P	P	P	P	Н	Н	М	Н	?	–	Н	?	?	М	Н	Н	Н	?	?
HSO <sub>3</sub> <sup>-</sup>	P	?	P	P	P	P	P	P	P	?	?	?	?	?	?	?	?	?	?	?
SO <sub>4</sub> <sup>2-</sup>	P	P	P	P	P	Н	М	P	Н	P	P	P	P	P	P	М	–	Н	P	P
HSO <sub>4</sub> <sup>-</sup>	P	P	P	P	P	?	?	?	–	?	?	?	?	?	?	?	?	Н	?	?
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	?	?	?	?	?	?	М	?	?	?	?
PO <sub>4</sub> <sup>3-</sup>	P	Н	P	P	–	Н	Н	Н	Н	Н	Н	Н	Н	Н	Н	Н	Н	Н	Н	Н
HPO <sub>4</sub> <sup>2-</sup>	P	?	P	P	P	Н	Н	М	Н	?	?	Н	?	Н	?	?	?	М	Н	?
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	Н	Н	Н	Н	?	?	Н	–	Н	Н	Н	Н	Н	?	Н
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>	Н	Н	P	P	?	Н	Н	Н	Н	?	?	Н	?	Н	Н	?	?	Н	?	?
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	М	P	?	Н	?	?	?	P	?	?	Н	Н	М	?	P
CrO <sub>4</sub> <sup>2-</sup>	P	P	P	P	P	Н	P	P	Н	?	?	?	Н	Н	Н	Н	Н	Н	Н	Н
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)

«Н» – 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