

# **Организация систематической подготовки к ЕГЭ по химии. Анализ типичных ошибок при выполнении заданий с развернутым ответом**

*Свириденкова Наталья Васильевна,  
к.х.н., зав.каф. ОНХ РХТУ им. Д.И. Менделеева,  
член КР КИМ ГИА по химии*

# Содержание и структура КИМ ЕГЭ 2021 года

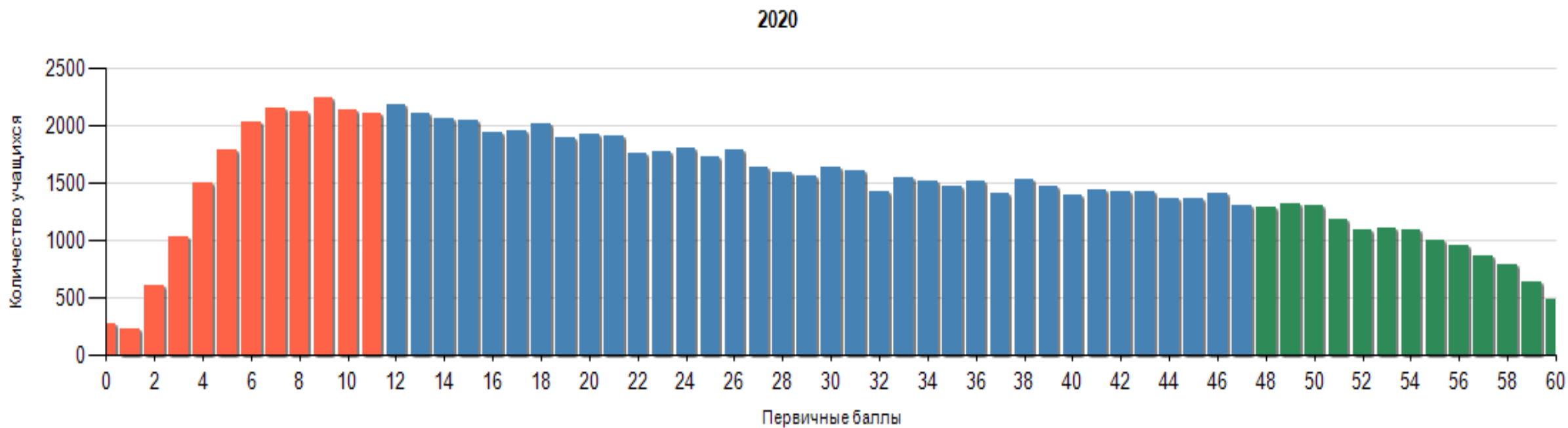
- Содержание КИМ ЕГЭ определяется на основе Федерального компонента государственного стандарта среднего (полного) общего образования по химии, **базовый и профильный уровни** (приказ Минобрнауки России от 05.03.2004 № 1089).
- Полный перечень элементов, которые могут контролироваться на ЕГЭ 2021 г., приведён в **кодификаторе** элементов содержания и требований к уровню подготовки выпускников образовательных организаций для проведения ЕГЭ 2021 г. по химии.
- Перечень элементов содержания, проверяемые на каждой позиции экзаменационного варианта, приведены в обобщенном плане экзаменационного варианта, который приведен в Приложении 1 к **Спецификации КИМ ЕГЭ**.
- Экзаменационная работа состоит из двух частей, включающих в себя 35 заданий. Часть 1 содержит 29 заданий с кратким ответом, часть 2 содержит 6 заданий с развёрнутым ответом.

## Демонстрационный вариант ЕГЭ 2021 г.

- При ознакомлении с демонстрационным вариантом КИМ ЕГЭ 2021 г. следует иметь в виду, что задания, включённые в него, *не отражают всех элементов содержания*, которые будут проверяться с помощью вариантов КИМ в 2021 г.
- В демонстрационном варианте представлены конкретные примеры заданий, *не исчерывающие всего многообразия возможных формулировок заданий на каждой позиции варианта экзаменационной работы*.
- 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.

В ЕГЭ по химии 2020 г. приняло участие более 91 тыс. человек

(2019г. - около 92 тыс. человек, 2018 г. – около 88 тыс. человек).



Распределение первичных и тестовых баллов ЕГЭ 2020 г.

Здесь и далее информация взята из «Методических рекомендаций для учителей ...», опубликованных в журнале «Педагогические измерения» и размещенных на сайте [fipi.ru](http://fipi.ru)

## Результаты выполнения учащимися экзаменационной работы

Год	Средний тестовый балл	Диапазон тестовых баллов				
		0–20	21–40	41–60	61–80	81–100
2020	55,09	8,15%	16,50%	34,05%	26,97%	14,33%
2019	56,32	6,32%	15,79%	34,17%	32,54%	11,18%
2018	54,63	7,43%	16,95%	34,67%	31,52%	9,43%

Здесь и далее информация взята из «Методических рекомендаций для учителей ...», опубликованных в журнале «Педагогические измерения» и размещенных на сайте [fipi.ru](http://fipi.ru)

# Статистика выполнения учащимися заданий блоков «Строение атома...» и «Неорганическая химия» в 2020 г

## 1 часть работы

№ задания	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
Средний процент выполнения заданий в 2020 году	65,2	60,9	49,9	48,1	62,5	61,3	59,3	46	45	73,2
Средний процент выполнения заданий в 2019 году	78,3	80,5	80,5	59,5	73	65,4	69,4	53,4	47,9	75,1

Здесь и далее информация взята из «Методических рекомендаций для учителей ...», опубликованных в журнале «Педагогические измерения» и размещенных на сайте [fipi.ru](http://fipi.ru)

# Примеры заданий 1-3

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

1) Si      2) S      3) F      4) Zn      5) Ar

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 **не содержат** неспаренных электронов.

Запишите номера выбранных элементов.

Ответ:

2. Из указанных в ряду химических элементов выберите три элемента, которые образуют оксиды.

Расположите выбранные элементы в порядке уменьшения кислотных свойств их высших оксидов.

Запишите номера выбранных элементов в нужной последовательности.

Ответ:

3. Из числа указанных в ряду элементов выберите два элемента, которые в составе образованных ими анионов с общей формулой  $\text{ЭO}_x^{2-}$  могут иметь одинаковую степень окисления.

⊕ Запишите номера выбранных элементов.

Ответ:

Здесь и далее примеры заданий взяты из демонстрационного варианта по химии и открытого банка заданий ФИПИ

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.

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.

3

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



## Пример предъявления содержания заданий 3 и 4 в обобщенном плане экзаменационного варианта

3	Электроотрицательность. Степень окисления и валентность химических элементов	1.3.2	1.1.1 2.2.1	Б	1	2–3
4	Ковалентная химическая связь, её разновидности и механизмы образования. Характеристики ковалентной связи (полярность и энергия связи). Ионная связь. Металлическая связь. Водородная связь. Вещества молекулярного и немолекулярного строения. Тип кристаллической решётки. Зависимость свойств веществ от их состава и строения	1.3.1 1.3.3	2.2.2 2.4.2 2.4.3	Б	1	2–3

## Пример задания 4

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 ответов.

Ответ:

--	--

# Пример задания 4

4

Из предложенного перечня выберите два вещества немолекулярного строения, в которых представлена ковалентная полярная связь.

- 1) бензойная кислота
- 2) сульфид калия
- 3) формиат кальция
- 4) диметиламин
- 5) нитрат аммония

Запишите номера выбранных ответов.

Ответ:

3	5
---	---

## Пример задания 7

7

Даны две пробирки с раствором вещества X. В одну из них добавили раствор хлорида алюминия, при этом наблюдали образование белого осадка. В другую пробирку прилили раствор вещества Y. При этом произошла химическая реакция, которая не сопровождалась видимыми признаками. Из предложенного перечня выберите вещества X и Y, которые могут вступать в описанные реакции.

- 1)  $\text{H}_2\text{SO}_4$
- 2) Sr(OH) $_2$
- 3)  $\text{NH}_3$
- 4) Zn(NO $_3$ ) $_2$
- 5)  $\text{K}_2\text{CO}_3$

Запишите в таблицу номера выбранных веществ под соответствующими буквами.

Ответ:

X	Y

# Пример задания 9

Установите соответствие между исходными веществами, вступающими в реакцию, и продуктом(-ами), который(-ые) образуется(-ются) при взаимодействии этих веществ: к каждой позиции, обозначенной буквой, подберите соответствующую позицию, обозначенную цифрой.

## ИСХОДНЫЕ ВЕЩЕСТВА

- А)  $I_2$  и  $NaOH$  (при нагревании)
- Б)  $Zn(OH)_2$  и  $KOH$  (р-р)
- В)  $NaOH$  и  $HI$  (р-р)
- Г)  $ZnO$  и  $KOH$  (при сплавлении)

## ПРОДУКТ(Ы) РЕАКЦИИ

- 1)  $NaI$  и  $H_2O$
- 2)  $K_2[Zn(OH)_4]$  и  $H_2$
- 3)  $K_2ZnO_2$  и  $H_2O$
- 4)  $NaIO_3$  и  $H_2O$
- 5)  $NaIO_3$ ,  $NaI$  и  $H_2O$
- 6)  $K_2[Zn(OH)_4]$

Запишите в таблицу выбранные цифры под соответствующими буквами.

Ответ:

А	Б	В	Г

# Статистика выполнения учащимися заданий блока «Органическая химия» в 2020 г

## 1 часть работы

№ задания	11	12	13	14	15	18	16	17
Средний процент выполнения заданий в 2020 году	52,5	53,6	61,4	46,7	46,5	68,5	45	42
Средний процент выполнения заданий в 2019 году	60,9	51,7	59,5	43,7	53,2	68,3	63,9	46,3

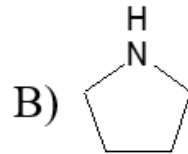
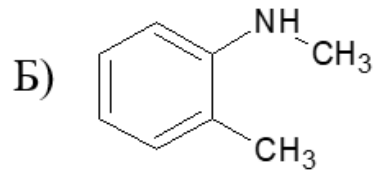
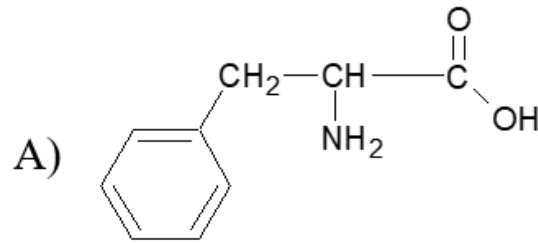
# Пример задания 11

11

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) аминокислоты
- 2) вторичные амины
- 3) третичные амины
- 4) первичные амины

Запишите в таблицу выбранные цифры под соответствующими буквами.

Ответ:

А	Б	В

## Пример задания 16

16

Установите соответствие между веществом и органическим продуктом его окисления перманганатом калия в кислой среде: к каждой позиции, обозначенной буквой, подберите соответствующую позицию, обозначенную цифрой.

ВЕЩЕСТВО	ПРОДУКТ ОКИСЛЕНИЯ
А) пропин	1) уксусная кислота
Б) бутин-2	2) муравьиная кислота
В) толуол	3) пропионовая кислота
Г) бутин-1	4) пропандиол-1,2
	5) бутановая кислота
	6) бензойная кислота

Запишите в таблицу выбранные цифры под соответствующими буквами.



# Пример задания 17

17

Установите соответствие между веществом и реакцией, в результате которой может быть получено это вещество: к каждой позиции, обозначенной буквой, подберите соответствующую позицию, обозначенную цифрой.

ВЕЩЕСТВО	РЕАКЦИЯ ПОЛУЧЕНИЯ
А) стеариновая кислота	1) дегидратация пентанола-2
Б) пентанон-3	2) гидролиз <i>n</i> -пропилформиата
В) муравьиная кислота	3) гидратация пентина-1
Г) пентанон-2	4) окисление пентанала
	5) пиролиз пропионата бария
	6) гидрирование олеиновой кислоты

Запишите в таблицу выбранные цифры под соответствующими буквами.

**Статистика выполнения учащимися заданий блока  
«Химическая реакция. Методы познания в химии. Химия и жизнь.  
Расчеты по химическим формулам и уравнениям реакций» в 2020 г**

**1 часть работы**

<b>№ задания</b>	<b>19</b>	<b>20</b>	<b>21</b>	<b>22</b>	<b>23</b>	<b>24</b>	<b>25</b>	<b>26</b>	<b>27</b>	<b>28</b>	<b>29</b>
<b>Средний процент выполнения заданий в 2020 году</b>	49,2	66,2	70,6	70,3	64	39,9	42,2	54,4	49	62,4	52,9
<b>Средний процент выполнения заданий в 2019 году</b>	61	78	75,2	76,2	68,7	67,1	51,3	66,8	58,9	65,8	56,5

# Пример задания 22

22

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

ВЕЩЕСТВО	ПОЛУЧЕНИЕ ЭЛЕКТРОЛИЗОМ
А) водород	1) расплава KF
Б) хлор	2) раствора $Al_2O_3$ в расплавленном криолите
В) калий	3) водного раствора $Hg(NO_3)_2$
Г) алюминий	4) водного раствора $AlCl_3$
	5) водного раствора $Cu(ClO_3)_2$

Запишите в таблицу выбранные цифры под соответствующими буквами.

**ИЛИ**

22

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	ПРОДУКТЫ ЭЛЕКТРОЛИЗА
А) $Na_2CO_3$	1) металл и хлор
Б) $AlCl_3$	2) водород и кислород
В) $NaCl$	3) водород и азот
Г) $NaNO_3$	4) водород и хлор
	5) металл и кислород
	6) водород и углекислый газ

Запишите в таблицу выбранные цифры под соответствующими буквами.

## Пример задания 24

24

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 соляной кислоты	1) смещается в сторону прямой реакции
Б) повышение давления	2) смещается в сторону обратной реакции
В) добавление твёрдого гидрокарбоната аммония	3) практически не смещается
Г) повышение температуры	

Запишите в таблицу выбранные цифры под соответствующими буквами.

## Пример задания 24

24

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.

# Примеры задания 25

25

Установите соответствие между двумя веществами, взятыми в виде водных растворов, и реактивом, с помощью которого можно различить эти вещества: к каждой позиции, обозначенной буквой, подберите соответствующую позицию, обозначенную цифрой.

## ВЕЩЕСТВА

- А)  $\text{CrCl}_3$  и  $\text{Cr}(\text{NO}_3)_3$
- Б)  $\text{CaBr}_2$  и  $\text{FeBr}_2$
- В)  $\text{K}_2\text{SO}_4$  и  $\text{Na}_3\text{PO}_4$
- Г)  $\text{HCl}$  и  $\text{NaCl}$

## РЕАКТИВ

- 1)  $\text{KCl}$
- 2)  $\text{NH}_3$  (водн. р-р)
- 3)  $\text{Fe}$
- 4)  $\text{AgNO}_3$
- 5)  $\text{HCl}$

**ИЛИ**

25

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

## РЕАГИРУЮЩИЕ ВЕЩЕСТВА

- А) пропановая кислота и литий
- Б) пропанол-2 и калий
- В) гидроксид цинка и уксусная кислота
- Г) бромная вода и ацетилен

## ПРИЗНАК РЕАКЦИИ

- 1) растворение осадка
- 2) образование осадка
- 3) видимые признаки реакции отсутствуют
- 4) выделение газа
- 5) обесцвечивание раствора

# Примеры задания 26

26

Установите соответствие между областью применения и веществом.

ОБЛАСТЬ ПРИМЕНЕНИЯ	ВЕЩЕСТВО
А) производство этанола	1) алюминий
Б) производство сплавов для самолётостроения	2) иод
В) производство резины	3) сера
	4) <u>этен</u>

**ИЛИ**

26

Установите соответствие между названием мономера и формулой соответствующего ему полимера.

НАЗВАНИЕ МОНОМЕРА	⊕ ФОРМУЛА ПОЛИМЕРА
А) <u>этен</u>	1) $(-\text{CH}_2-\text{CH}(\text{CH}_3)-)_n$
Б) <u>пропен</u>	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) $(-\text{CH}_2-\text{CH}=\text{CH}-\text{CH}_2-)_n$

**ИЛИ**



26

Установите соответствие между аппаратом химического производства и процессом, протекающим в этом аппарате:

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

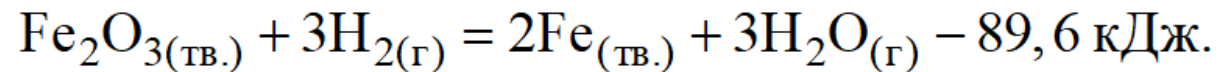
## Примеры задания 28

28 Какой объём водорода потребуется для полного гидрирования 5,6 л пропена? Объёмы газов измерены в одинаковых условиях. (Запишите число с точностью до десятых.)

Ответ: \_\_\_\_\_ л.

**ИЛИ**

28 Восстановление оксида железа(III) протекает в соответствии с термохимическим уравнением реакции



Вычислите количество теплоты, которое поглотилось при восстановлении 10 моль оксида железа(III). (Запишите число с точностью до целых.)

Ответ: \_\_\_\_\_ кДж.



# Примеры заданий 19 и 20

19

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 хлорида аммония и нитрита натрия
- 4) взаимодействие оксида кремния с карбонатом натрия
- 5) взаимодействие иодоводородной кислоты с дихроматом натрия

Запишите номера выбранных ответов.

Ответ: \_\_\_\_\_.

20

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

- 1)  $2P + 5Cl_{2(g)} = 2PCl_5$
- 2)  $Fe + CuSO_4 = FeSO_4 + Cu$
- 3)  $Ca + 2H_2O_{(ж)} = \underline{Ca(OH)_2} + H_2$
- 4)  $Fe_2O_3 + H_2 = 2FeO + H_2O$
- 5)  $2KOH + H_2SO_4 = K_2SO_4 + 2H_2O$

Запишите номера выбранных ответов.

Ответ: \_\_\_\_\_

# Статистика выполнения учащимися заданий высокого уровня сложности в 2020 г

## 2 часть работы

№ задания	30	31	32	33	34	35
Средний процент выполнения заданий в 2020 году	33,3	35,3	28,1	35,1	12,7	22,3
Средний процент выполнения заданий в 2019 году	36,8	54,9	39,1	44,9	23,8	28,1

# Статистика выполнения учащимися заданий высокого уровня сложности в 2020 г

Задание	Средний процент выполнения	Доля участников (%) с результатами в диапазоне 36–60 баллов, получивших баллы за выполнение заданий с развернутым ответом				
		1	2	3	4	5
30	15,4	6,9	12,0			
31	22,3	9,1	17,8			
32	9,4	17,8	5,3	2,1	0,71	
33	14,9	16,0	11,6	5,9	3,0	1,1
34	1,9	5,2	0,86	0,1	0,09	
35	8,5	21,0	1,6	0,47		

**Группа 2 – удовлетворительная подготовка (первичный балл: 12–30; тестовый балл: 36–60)**

# Статистика выполнения учащимися заданий высокого уровня сложности в 2020 г

## 2 часть работы

Задание	Средний процент выполнения	Доля участников (%) с результатами в диапазоне 81–100 баллов, получивших баллы за выполнение заданий с развернутым ответом				
		1	2	3	4	5
30	87,4	5,1	84,9			
31	82,5	6,1	79,5			
32	85,5	3,5	10,1	24,3	61,3	
33	91,2	0,53	2,2	9,2	16,0	71,9
34	59,2	20,4	17,2	9,7	38,1	
35	73,8	22,9	13,0	57,5		

**Группа 4** – отличная подготовка (первичный балл: 48–60; тестовый балл: 81–100)

## Задание 30

- 1.4.8. Реакции окислительно-восстановительные.  
Коррозия металлов и способы защиты от нее.

## Задание 31

- 1.4.5. Электролитическая диссоциация электролитов в водных растворах. Сильные и слабые электролиты.
- 1.4.6. Реакции ионного обмена.

## Примеры заданий 30 и 31

Для выполнения заданий 30, 31 используйте следующий перечень веществ: перманганат калия, гидроксид хрома(III), хлор, сульфит аммония, бромоводород, гидроксид бария. Допустимо использование водных растворов веществ.

30

Из предложенного перечня выберите вещества, в результате окислительно-восстановительной реакции между которыми образуются соль и кислота. Выделение осадка 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.

31

Из предложенного перечня выберите два вещества, при протекании реакции ионного обмена, между которыми выделяется газ, а образования осадка не происходит. Запишите молекулярное, полное и сокращённое ионное уравнения реакции с участием выбранных веществ.

# Примеры заданий 30 и 31

Для выполнения заданий 30, 31 используйте следующий перечень веществ: перманганат калия, иодоводород, гидроксид бария, серная кислота, сульфит аммония, гидрофосфат натрия. Допустимо использование водных растворов веществ.

30

Из предложенного перечня выберите вещества, окислительно-восстановительная реакция между которыми приводит к образованию простого вещества и сопровождается выделением газа. Атом-окислитель в ходе этой реакции восстанавливается до низшей степени окисления. В ответе запишите уравнение только одной из возможных окислительно-восстановительных реакций с участием выбранных веществ. Составьте электронный баланс, укажите окислитель и восстановитель.

31

Из предложенного перечня выберите кислую соль и вещество, которое вступает с этой кислой солью в реакцию ионного обмена. В результате данной реакции образуется осадок. Запишите молекулярное, полное и сокращённое ионные уравнения реакции с участием выбранных веществ.

# Задание 32

<b>НЕОРГАНИЧЕСКАЯ ХИМИЯ</b>	
2.1	Классификация неорганических веществ. Номенклатура неорганических веществ (тривиальная и международная)
2.2	Характерные химические свойства простых веществ – металлов: щелочных, щелочноземельных, алюминия; переходных металлов (меди, цинка, хрома, железа)
2.3	Характерные химические свойства простых веществ – неметаллов: водорода, галогенов, кислорода, серы, азота, фосфора, углерода, кремния
2.4	Характерные химические свойства оксидов: основных, амфотерных, кислотных
2.5	Характерные химические свойства оснований и амфотерных гидроксидов
2.6	Характерные химические свойства кислот
2.7	Характерные химические свойства солей: средних, кислых, основных; комплексных (на примере соединений алюминия и цинка)
2.8	Взаимосвязь различных классов неорганических веществ



Необходимо проявить умение составлять уравнения реакций, соответствующих всем типам взаимодействия неорганических веществ:

- кислотно-основное взаимодействие;
- реакции ионного обмена;
- окислительно-восстановительные реакции;
- комплексообразование (на примере гидроксокомплексов цинка и алюминия);
- гидролиз (бинарных соединений, совместный гидролиз);
- электролиз расплавов и растворов солей, оксида алюминия.

## Примеры заданий 32

32 Нитрат хрома(III) прокалили. Образовавшееся при этом твёрдое вещество нагрели с перхлоратом натрия и гидроксидом натрия. Одно из полученных веществ прореагировало с концентрированным раствором хлороводородной кислоты. Образовавшуюся при этом соль хрома выделили, растворили в воде и полученный раствор прилили к раствору карбоната натрия. Напишите уравнения четырёх описанных реакций.

32 Сульфат цинка поместили в избыток раствора гидроксида калия. Через полученный раствор пропустили сероводород и наблюдали образование белого осадка. Осадок отделили и поместили в концентрированный раствор азотной кислоты, при этом наблюдали выделение бурого газа. Газ поглотили раствором гидроксида бария. Напишите уравнения четырёх описанных реакций.

## Примеры заданий 32

32 Нитрат хрома(III) прокалили. Образовавшееся при этом твёрдое вещество нагрели с перхлоратом натрия и гидроксидом натрия. Одно из полученных веществ прореагировало с концентрированным раствором хлороводородной кислоты. Образовавшуюся при этом соль хрома выделили, растворили в воде и полученный раствор прилили к раствору карбоната натрия. Напишите уравнения четырёх описанных реакций.

32 Сульфат цинка поместили в избыток раствора гидроксида калия. Через полученный раствор пропустили сероводород и наблюдали образование белого осадка. Осадок отделили и поместили в концентрированный раствор азотной кислоты, при этом наблюдали выделение бурого газа. Газ поглотили раствором гидроксида бария. Напишите уравнения четырёх описанных реакций.

## **Задание 33**

### **Проверяемые ведущие элементы содержания**

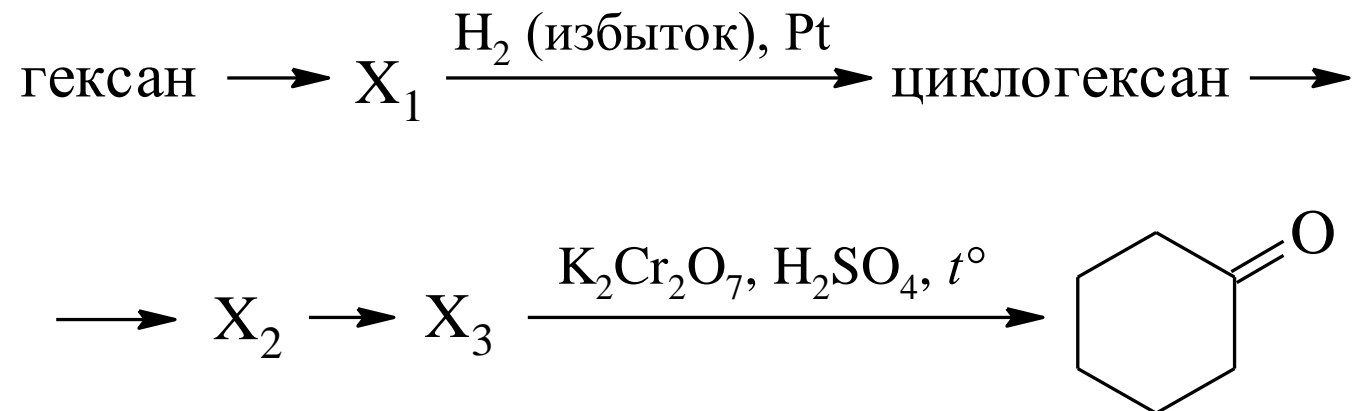
- генетическая связь органических веществ
- характерные химические свойства органических веществ различных классов

### **Проверяемые умения (виды деятельности)**

Подтверждать существование генетической взаимосвязи между веществами различных классов путём составления уравнений соответствующих реакций с учётом заданных условий их проведения

# Примеры заданий 33

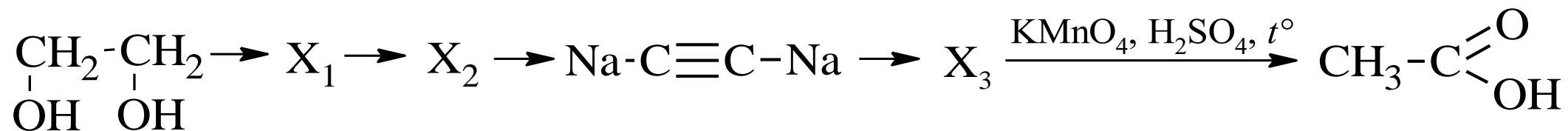
33 Напишите уравнения реакций, с помощью которых можно осуществить следующие превращения:



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

## Примеры заданий 33

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



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

# Перечень элементов содержания, проверяемых заданием 34

- Расчёты с использованием понятий «растворимость», «массовая доля вещества в растворе».
- Расчёты массы (объёма, количества вещества) продуктов реакции, если одно из веществ дано в избытке (имеет примеси).
- Расчёты массы (объёма, количества вещества) продукта реакции, если одно из веществ дано в виде раствора с определённой массовой долей растворённого вещества
- Расчёты массовой или объёмной доли выхода продукта реакции от теоретически возможного.
- Расчёты массовой доли (массы) химического соединения в смеси.

# Примеры задания 34

34

Смесь цинка и карбоната цинка, в которой соотношение числа атомов цинка к числу атомов кислорода равно 5 : 6, растворили в 500 г разбавленного раствора серной кислоты. При этом все исходные вещества прореагировали полностью, и выделилось 22,4 л смеси газов (н.у.). К этому раствору добавили 500 г 40%-ного раствора гидроксида натрия. Вычислите массовую долю сульфата натрия в конечном растворе.

В ответе запишите уравнения реакций, которые указаны в условии задачи, и приведите все необходимые вычисления (указывайте единицы измерения искомых физических величин).

**ИЛИ**

34

Смесь оксида магния и фосфида магния, в которой массовая доля атомов магния равна 54,4%, растворили в 365 г 34%-ной соляной кислоты. При этом реагирующие вещества вступили в реакцию полностью. К полученному раствору добавили 232 г 30%-ного раствора фторида калия. Вычислите массовую долю хлорида калия в конечном растворе.

В ответе запишите уравнения реакций, которые указаны в условии задачи, и приведите все необходимые вычисления (указывайте единицы измерения искомых физических величин).

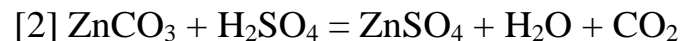
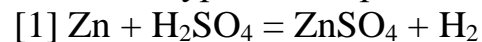


Смесь цинка и карбоната цинка, в которой соотношение числа атомов цинка к числу атомов кислорода равно  $\underline{5} : 6$ , растворили в 500 г разбавленного раствора серной кислоты. При этом все исходные вещества прореагировали полностью, и выделилось 22,4 л смеси газов (н.у.). К этому раствору добавили 500 г 40%-ного раствора гидроксида натрия. Вычислите массовую долю сульфата натрия в конечном растворе.

В ответе запишите уравнения реакций, которые указаны в условии задачи, и приведите все необходимые вычисления (указывайте единицы измерения искомых физических величин).

Возможный вариант ответа:

Записаны уравнения реакций:



Рассчитаны количество вещества реагентов и масса продуктов реакций:

$$n(\text{смеси газов}) = 22,4 / 22,4 = 1 \text{ моль}$$

$$n(\text{атомов Zn в смеси}) = 1 \text{ моль}$$

Пусть в исходной смеси

$$n(\text{Zn}) = x \text{ моль}$$

Тогда

$$n(\text{ZnCO}_3) = (1 - x) \text{ моль}$$

$$n(\text{атомов O в смеси}) = 3 \cdot (1 - x) \text{ моль}$$

$$1/3(1 - x) = 5 / 6$$

$$n(\text{Zn}) = x = 0,6 \text{ моль}$$

$$n(\text{ZnCO}_3) = 0,4 \text{ моль}$$

$$m(\text{Zn}) = 0,6 \cdot 65 = 39 \text{ г}$$

$$m(\text{ZnCO}_3) = 0,4 \cdot 125 = 50 \text{ г}$$

$$n(\text{H}_2) = x = 0,6 \text{ моль}$$

$$n(\text{CO}_2) = 0,4 \text{ моль}$$

$$m(\text{H}_2) = 0,6 \cdot 2 = 1,2 \text{ г}$$

$$m(\text{CO}_2) = 0,4 \cdot 44 = 17,6 \text{ г}$$

$$m(\text{NaOH}) = 500 \cdot 0,4 = 200 \text{ г}$$

$$n(\text{NaOH}) = 200 / 40 = 5 \text{ моль}$$

$$n(\text{Na}_2\text{SO}_4) = n(\text{атомов Zn в смеси}) = 1 \text{ моль}$$

$$m(\text{Na}_2\text{SO}_4) = 1 \cdot 142 = 142 \text{ г}$$

Вычислена массовая доля сульфата натрия в растворе:

$$m(\text{р-ра}) = 500 + 500 + 39 + 50 - 1,2 - 17,6 = 1070,2 \text{ г}$$

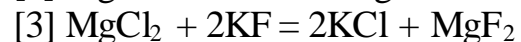
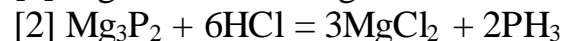
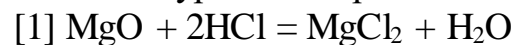
$$\omega(\text{Na}_2\text{SO}_4) = 142 / 1070,2 = 0,133, \text{ или } 13,3\%$$

Смесь оксида магния и фосфида магния, в которой массовая доля атомов магния равна 54,4%, растворили в 365 г 34%-ной соляной кислоты. При этом реагирующие вещества вступили в реакцию полностью. К полученному раствору добавили 232 г 30%-ного раствора фторида калия. Вычислите массовую долю хлорида калия в конечном растворе.

В ответе запишите уравнения реакций, которые указаны в условии задачи, и приведите все необходимые вычисления (указывайте единицы измерения искомых физических величин).

Вариант ответа:

Записаны уравнения реакций:



Рассчитаны количество вещества реагентов и масса продуктов реакций:

$$m(\text{HCl}) = 365 \cdot 0,34 = 124,1 \text{ г}$$

$$n(\text{HCl}) = 124,1 / 36,5 = 3,4 \text{ моль}$$

Пусть в исходной смеси

$$n(\text{MgO}) = x \text{ моль}$$

$$n(\text{Mg}_3\text{P}_2) = y \text{ моль}$$

Тогда

$$n(\text{HCl}) = 2x + 6y = 3,4$$

$$\omega(\text{Mg}) = (24x + 72y) / (40x + 134y) = 0,544$$

$$x = 0,2 \text{ моль MgO}$$

$$y = 0,5 \text{ моль Mg}_3\text{P}_2.$$

$$m(\text{MgO}) = 0,2 \cdot 40 = 8 \text{ г}$$

$$m(\text{Mg}_3\text{P}_2) = 0,5 \cdot 134 = 67 \text{ г}$$

$$n(\text{MgCl}_2) = n(\text{MgO}) + 3n(\text{Mg}_3\text{P}_2) = 0,2 + 1,5 = 1,7 \text{ моль}$$

$$n(\text{PH}_3) = 2n(\text{Mg}_3\text{P}_2) = 1 \text{ моль}$$

$$m(\text{PH}_3) = 34 \text{ г}$$

$$m(\text{KF}) = 232 \cdot 0,3 = 69,6 \text{ г}$$

$$n(\text{KF}) = 69,6 / 58 = 1,2 \text{ моль}$$

$$n(\text{KCl}) = n(\text{KF}) = 1,2 \text{ моль}$$

$$n(\text{MgF}_2) = 0,5n(\text{KF}) = 0,6 \text{ моль}$$

$$m(\text{KCl}) = 1,2 \cdot 74,5 = 89,4 \text{ г}$$

$$m(\text{MgF}_2) = 0,6 \cdot 62 = 37,2 \text{ г}$$

Вычислена массовая доля хлорида калия в растворе:

$$m(\text{р-ра}) = 365 + 232 + 8 + 67 - 34 - 37,2 = 600,8 \text{ г}$$

$$\omega(\text{KCl}) = 89,4 / 600,8 = 0,149, \text{ или } 14,9\%$$

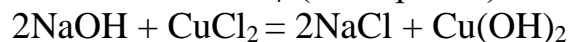
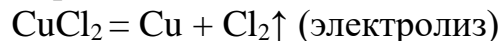
# Примеры задания 34

34

Для проведения электролиза (на инертных электродах) взяли 360 г 18,75%-ного раствора хлорида меди(II). После того как на аноде выделилось 4,48 л (н.у.) газа, процесс остановили и отобрали порцию полученного раствора массой 22,2 г. Вычислите массу 20%-ного раствора гидроксида натрия, необходимого для полного осаждения ионов меди из отобранной порции раствора.

В ответе запишите уравнения реакций, которые указаны в условии задачи, и приведите все необходимые вычисления (указывайте единицы измерения искомых физических величин).

Вариант ответа:



$$m(\text{CuCl}_2) = 360 \cdot 0,1875 = 67,5 \text{ г}$$

$$n(\text{CuCl}_2) = 67,5 / 135 = 0,5 \text{ моль}$$

$$n(\text{Cl}_2) = 4,48 / 22,4 = 0,2 \text{ моль}$$

$$n(\text{Cu}) = n(\text{Cl}_2) = 0,2 \text{ моль}$$

$$m(\text{Cu}) = 0,2 \cdot 64 = 12,8 \text{ г}$$

$$m(\text{Cl}_2) = 0,2 \cdot 71 = 14,2 \text{ г}$$

$$m(\text{р-ра}) = 360 - 12,8 - 14,2 = 333 \text{ г}$$

$$n(\text{CuCl}_2 \text{ ост.}) = 0,5 - 0,2 = 0,3 \text{ моль}$$

$$n(\text{CuCl}_2 \text{ в отобранной порции}) = 22,2 \cdot 0,3 / 333 = 0,02 \text{ моль}$$

$$n(\text{NaOH}) = 2n(\text{CuCl}_2 \text{ в отобранной порции}) = 0,02 \cdot 2 = 0,04 \text{ моль}$$

$$m(\text{NaOH}) = 40 \cdot 0,04 = 1,6 \text{ г}$$

$$m(\text{р-ра NaOH}) = 1,6 / 0,2 = 8 \text{ г}$$

# Примеры задания 34

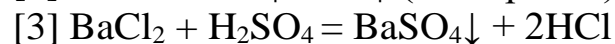
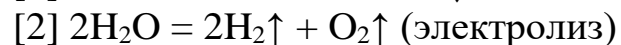
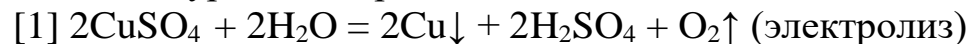
34

Через 640 г 15%-ного раствора сульфата меди(II) пропускали электрический ток до тех пор, пока на аноде не выделилось 11,2 л (н.у.) газа. К образовавшемуся раствору добавили 665,6 г 25%-ного раствора хлорида бария. Определите массовую долю хлорида бария в полученном растворе.

В ответе запишите уравнения реакций, которые указаны в условии задачи, и приведите все необходимые вычисления (указывайте единицы измерения искомых физических величин).

Вариант ответа:

Записаны уравнения реакций:



Рассчитаны количество вещества реагентов и масса продуктов реакций:

$$m(\text{CuSO}_4) = 640 \cdot 0,15 = 96 \text{ г}$$

$$n(\text{CuSO}_4) = 96 / 160 = 0,6 \text{ моль}$$

$$n(\text{O}_2) = 11,2 / 22,4 = 0,5 \text{ моль}$$

$$n(\text{Cu}) = n(\text{CuSO}_4) = 0,6 \text{ моль}$$

$$m(\text{Cu}) = 0,6 \cdot 64 = 38,4 \text{ г}$$

$$n(\text{H}_2\text{SO}_4) = n(\text{CuSO}_4) = 0,6 \text{ моль}$$

$$n(\text{O}_{2[1]}) = 0,5n(\text{CuSO}_4) = 0,3 \text{ моль}$$

$$n(\text{O}_{2[2]}) = 0,5 - 0,3 = 0,2 \text{ моль}$$

$$n(\text{H}_2\text{O прореаг.}) = 2n(\text{O}_{2[2]}) = 0,4 \text{ моль}$$

$$m(\text{H}_2\text{O прореаг.}) = 0,4 \cdot 18 = 7,2 \text{ г}$$

$$m(\text{O}_{2[1]}) = 32 \cdot 0,3 = 9,6 \text{ г}$$

$$m(\text{BaCl}_2) = 665,6 \cdot 0,25 = 166,4 \text{ г}$$

$$n(\text{BaCl}_2) = 166,4 / 208 = 0,8 \text{ моль}$$

$$n(\text{BaCl}_2 \text{ прореаг.}) = n(\text{H}_2\text{SO}_4) = 0,6 \text{ моль}$$

$$n(\text{BaCl}_2 \text{ осталось}) = 0,8 - 0,6 = 0,2 \text{ моль}$$

$$m(\text{BaCl}_2 \text{ осталось}) = 0,2 \cdot 208 = 41,6 \text{ г}$$

$$n(\text{BaSO}_4) = n(\text{BaCl}_2 \text{ прореаг.}) = 0,6 \text{ моль}$$

$$m(\text{BaSO}_4) = 0,6 \cdot 233 = 139,8 \text{ г}$$

Вычислена массовая доля хлорида бария в растворе:

$$m(\text{р-ра}) = 640 + 665,6 - 38,4 - 7,2 - 139,8 - 9,6 = 1110,6 \text{ г}$$

$$\omega(\text{BaCl}_2) = 41,6 / 1110,6 = 0,037, \text{ или } 3,7 \%$$

# Примеры задания 34

34

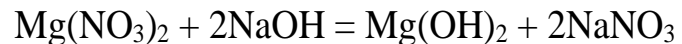
При нагревании образца нитрата магния часть вещества разложилась.

При этом выделилось 10,08 л (в пересчёте на н.у.) смеси газов. Масса твёрдого остатка составила 69,36 г. К этому остатку последовательно добавили 100 мл воды и 240 г 20%-ного раствора гидроксида натрия. Определите массовую долю гидроксида натрия в образовавшемся растворе.

В ответе запишите уравнения реакций, которые указаны в условии задачи, и приведите все необходимые вычисления (указывайте единицы измерения искомых физических величин).

Вариант ответа:

Записаны уравнения реакций:



Рассчитаны количество вещества соединений в твёрдом остатке:

$$n(\text{газов}) = 10,08 / 22,4 = 0,45 \text{ моль}$$

$$n(\text{MgO}) = 2/5n(\text{газов}) = 0,18 \text{ моль}$$

$$m(\text{MgO}) = n \cdot M = 0,18 \cdot 40 = 7,2 \text{ г}$$

$$m(\text{Mg}(\text{NO}_3)_2 \text{ остаток}) = 69,36 - 7,2 = 62,16 \text{ г}$$

$$n(\text{Mg}(\text{NO}_3)_2 \text{ остаток}) = m / M = 62,16 / 148 = 0,42 \text{ моль}$$

Вычислена масса избытка гидроксида натрия в полученном растворе:

$$m(\text{NaOH в исходном р-ре}) = m \cdot \omega = 240 \cdot 0,2 = 48 \text{ г}$$

$$n(\text{NaOH в исходном р-ре}) = m / M = 48 / 40 = 1,2 \text{ моль}$$

$$n(\text{NaOH прореагировало}) = 2n(\text{Mg}(\text{NO}_3)_2 \text{ остаток}) = 0,42 \cdot 2 = 0,84 \text{ моль}$$

$$n(\text{NaOH избыток}) = 1,20 - 0,84 = 0,36 \text{ моль}$$

$$m(\text{NaOH избыток}) = n \cdot M = 0,36 \cdot 40 = 14,4 \text{ г}$$

Вычислены масса раствора и массовая доля гидроксида натрия в растворе:

$$n(\text{Mg}(\text{OH})_2) = n(\text{Mg}(\text{NO}_3)_2 \text{ остаток}) = 0,42 \text{ моль}$$

$$m(\text{Mg}(\text{OH})_2) = n \cdot M = 0,42 \cdot 58 = 24,36 \text{ г}$$

$$m(\text{р-ра}) = 240 + 62,16 - 24,36 + 100 = 377,8 \text{ г}$$

$$\omega(\text{NaOH избыток}) = m(\text{NaOH избыток}) / m(\text{р-ра}) = 14,4 / 377,8 = 0,038, \text{ или } 3,8\%$$

# Примеры задания 34

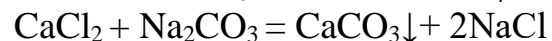
34

Растворимость безводного карбоната натрия при некоторой температуре составляет 31,8 г на 100 г воды. Насыщенный раствор, приготовленный при этой температуре добавлением необходимого количества карбоната натрия к 200 мл воды, разделили на две части. К первой части прилили избыток соляной кислоты. При этом выделилось 4,48 л (н.у.) газа. Ко второй части насыщенного раствора добавили 222 г 25%-ного раствора хлорида кальция. Определите массовую долю хлорида кальция в полученном растворе.

В ответе запишите уравнения реакций, которые указаны в условии задачи, и приведите все необходимые вычисления (указывайте единицы измерения искомых физических величин).

Вариант ответа:

Записаны уравнения реакций:



Рассчитаны количество вещества реагентов и продуктов реакций:

$$m(\text{Na}_2\text{CO}_3) = 31,8 \cdot 2 = 63,6 \text{ г}$$

$$n(\text{Na}_2\text{CO}_3) = 63,6 / 106 = 0,6 \text{ моль}$$

$$n(\text{CO}_2) = 4,48 / 22,4 = 0,2 \text{ моль}$$

$$n_1(\text{Na}_2\text{CO}_3) = n(\text{CO}_2) = 0,2 \text{ моль}$$

$$n_2(\text{Na}_2\text{CO}_3) = 0,6 - 0,2 = 0,4 \text{ моль}$$

$$m(\text{CaCl}_2) = 222 \cdot 0,25 = 55,5 \text{ г}$$

$$n(\text{CaCl}_2) = 55,5 / 111 = 0,5 \text{ моль} - \text{избыток}$$

$$n(\text{CaCl}_2 \text{ прореагировало}) = n_2(\text{Na}_2\text{CO}_3) = 0,4 \text{ моль}$$

$$n(\text{CaCl}_2 \text{ осталось}) = 0,5 - 0,4 = 0,1 \text{ моль}$$

$$m(\text{CaCl}_2 \text{ осталось}) = 0,1 \cdot 111 = 11,1 \text{ г}$$

$$n(\text{CaCO}_3) = n_2(\text{Na}_2\text{CO}_3) = 0,4 \text{ моль}$$

$$m(\text{CaCO}_3) = 0,4 \cdot 100 = 40 \text{ г}$$

Вычислена массовая доля хлорида кальция в растворе:

$$m_2(\text{р-ра Na}_2\text{CO}_3) = (200 + 63,6) \cdot 0,4 / 0,6 = 175,7 \text{ г}$$

$$m_2(\text{конечного р-ра}) = 175,7 + 222 - 40 = 357,7 \text{ г}$$

$$\omega(\text{CaCl}_2) = 11,1 / 357,7 = 0,03, \text{ или } 3\%$$

# Примеры задания 35

## Установление молекулярной и структурной формулы вещества

35

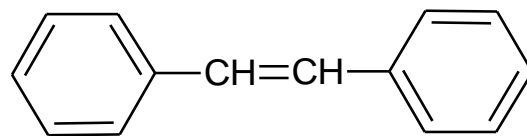
При сгорании 9,0 г органического вещества А получили 15,68 л углекислого газа (н.у.) и 5,4 г воды.

Известно, что вещество А не содержит атомов углерода в  $sp^3$ -гибридизации, а при его окислении сернокислым раствором перманганата калия образуется только одно органическое соединение – бензойная кислота.

На основании данных условия задачи:

- 1) проведите необходимые вычисления (указывайте единицы измерения искомых физических величин) и установите молекулярную формулу вещества А;
- 2) составьте структурную формулу вещества А, которая однозначно отражает порядок связи атомов в его молекуле;
- 3) напишите уравнение окисления вещества А раствором перманганата калия в присутствии серной кислоты (используйте структурные формулы органических веществ).

Ответ:





# Примеры задания 35

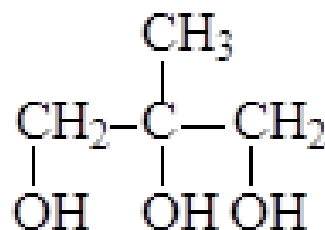
35

Некоторое органическое вещество содержит 9,43% водорода, а также углерод и кислород, массовые доли которых равны. Это вещество реагирует с натрием и со свежесажённым гидроксидом меди(II), молекула его содержит третичный атом углерода.

На основании данных условия задания:

- 1) проведите необходимые вычисления (указывайте единицы измерения физических величин) и установите молекулярную формулу исходного органического вещества;
- 2) составьте структурную формулу исходного вещества, которая однозначно отражает порядок связи атомов в его молекуле;
- 3) напишите уравнение реакции исходного вещества с избытком натрия (используйте структурные формулы органических веществ).

*Ответ:*





***БЛАГОДАРЮ ЗА ВНИМАНИЕ!***