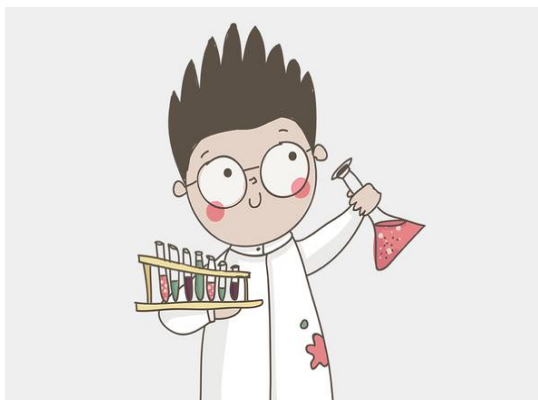




ШИФР

Задания вступительного испытания по химии 2025
10 класс химическая специализация
Максимально 50 баллов

1(1)	2(1)	3(1)	4(2)	5(1)	6(2)	7(2)	8(2)	9(2)	10(2)	11(2)	12(2)	13(1)	14(1)	15(2)

16(2)	17(2)	18(4)	19(4)	20(3)	21(66)	22(56)

Таблицу заполняет проверяющий

При оценивании заданий № 4,6,7-12 при наличии одного неправильного ответа задание оценивается в 1 балл; при наличии больше одного неправильного ответа, задание оценивалось в 0 баллов.

Часть 1 Максимально 24 балла

Ответом в заданиях 1–3 является последовательность цифр, под которыми указаны химические элементы в данном ряду. Запишите в поле ответа номера выбранных элементов в нужной последовательности.

1.(16) Определите, стабильные ионы каких из указанных в ряду элементов, имеют электронную конфигурацию внешнего энергетического уровня $3s^23p^6$.

1) Na 2) Ge 3) Cl 4) S 5) Mg

3

4

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

1) Al 2) Cr 3) Se 4) Na 5) P

5

1

4

3.(16) Выберите два элемента, валентность которых в высшем оксиде больше, чем в водородном соединении.

1	5
---	---

4.(26) Выберите соединения, в которых катион и анион содержат одинаковое количество электронов:

- 1) NaCl 2) LiH 3) NH₄F 4) CaF₂ 5) SrSe

Ответ: 235

5.(16) Из предложенного перечня выберите вещества с высокой температурой плавления, которые содержат ковалентную полярную связь.

- 1) гидроксид натрия 2) кремнезем 3) алмаз 4) серная кислота
5) хлорид кальция

Ответ 12

6.(26) Среди предложенных формул веществ, расположенных в пронумерованных ячейках, выберите:

А) сильную кислоту; Б) среднюю соль; В) несолеобразующий оксид; Г) кислотный оксид

1. CrO ₃	2. Аммиачная селитра	3. H ₃ PO ₄
4. Гашеная известь	5. FeO	6. Оксид азота (II)
7. Плавиковая кислота	8. HNO ₃	9. Ca(HCO ₃) ₂
10. K ₂ HPO ₄	11. Na ₂ O ₂	12. BaH ₂

Запишите в таблицу номер ячейки, в которой расположено вещество.

А	Б	В	Г
8	2	6	1

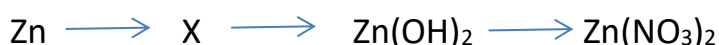
7.(26) К одной из двух пробирок, содержащих оксид цинка, добавили раствор сильного электролита X, а к другой – раствор вещества Y. В результате в каждой из пробирок оксид цинка полностью растворился, причем во второй пробирке реакция протекала согласно ионному уравнению $\text{ZnO} + 2\text{H}^+ = \text{Zn}^{2+} + \text{H}_2\text{O}$. Определите вещества X и Y, которые могут вступать в описанные реакции.

- 1) CaCl₂ 2) HF 3) HNO₂ 4) HI 5) NaOH

X	Y
5	4

8.(26). Задана следующая схема превращений веществ

Y



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

X	Y
2	5

- 1) Cu(NO₃)₂ 2) Na₂[Zn(OH)₄] 3) ZnO 4) ZnS 5) HNO₃

Для заданий № 9-15 на установление соответствия к каждой позиции, обозначенной буквой, выберите соответствующую позицию, обозначенную цифрой. Запишите цифры в соответствующие ячейки. Цифры в ответе могут повторяться.

9.(26) Установите соответствие между названием вещества и классом/группой к которому(-ой) оно относится.

ТРИВИАЛЬНЫЕ НАЗВАНИЯ

КЛАССЫ НЕОРГАНИЧЕСКИХ СОЕДИНЕНИЙ

- | | | |
|--------------------------|---------------------------|--------------------|
| А) малахит | 1) соль средняя | 5) оксид основной |
| Б) кальцинированная сода | 2) основная соль | 6) соль кислая |
| В) питьевая сода | 3) оксид кислотный | 7) основание |
| Г) угарный газ | 4) оксид несолеобразующий | 8) смешанный оксид |

А	Б	В	Г
2	1	6	4

10.(26) Установите соответствие между формулой вещества и реагентами, с каждым из которых это вещество может взаимодействовать:

ФОРМУЛА ВЕЩЕСТВА

РЕАГЕНТЫ

- | | | |
|----------------------------|--|--|
| А) HNO_3 | 1) HNO_3 , H_2SO_4 , KOH | 4) FeCl_3 , $\text{Zn}(\text{NO}_3)_2$, HCl |
| Б) ZnO | 2) KCl , NaHCO_3 , Ca | 5) Cu , $\text{Cu}(\text{OH})_2$, K_2SiO_3 |
| В) K_2SO_3 | 3) NO , H_2 , Na | |
| Г) O_2 | | |

А	Б	В	Г
5	1	4	3

11.(26) Установите соответствие между исходными веществами и продуктами реакции:

ИСХОДНЫЕ ВЕЩЕСТВА

ПРОДУКТЫ РЕАКЦИИ

- | | | |
|--|--|--|
| А) Fe_2O_3 и H_2SO_4 (конц.) | 1) FeSO_4 , $\text{Fe}_2(\text{SO}_4)_3$ и H_2O | 5) $\text{Fe}_2(\text{SO}_4)_3$, SO_2 и H_2O |
| Б) Fe и H_2SO_4 (разб.) | 2) FeSO_4 и H_2 | 6) FeSO_4 и H_2O |
| В) Fe_3O_4 и H_2SO_4 (разб.) | 3) $\text{Fe}_2(\text{SO}_4)_3$ и H_2O | |
| Г) Fe и $\text{Fe}_2(\text{SO}_4)_3$ | 4) FeSO_4 | |

А	Б	В	Г
3	2	1	4

12 (26). Установите соответствие между названием соединения и изменением

окраски лакмуса в водном растворе этой соли:

НАЗВАНИЕ СОЛИ

А) фосфат калия

Б) ацетат бария

В) нитрат хрома (III)

Г) бромид натрия

ОКРАСКА ЛАКМУСА

1) Фиолетовая

3) Бесцветная

2) Красная

4) Синяя

А	Б	В	Г
4	4	2	1

13.(16) Установите соответствие между уравнением реакции и формулой восстановителя:

УРАВНЕНИЕ РЕАКЦИИ

А) $\text{MnO}_2 + \text{HCl} \rightarrow \text{MnCl}_2 + \text{Cl}_2 + \text{H}_2\text{O}$

Б) $\text{Fe}(\text{OH})_3 + \text{Cl}_2 + \text{KOH} \rightarrow \text{K}_2\text{FeO}_4 + \text{KCl} + \text{H}_2\text{O}$

В) $\text{S} + \text{HI} \rightarrow \text{I}_2 + \text{H}_2\text{S}$

ФОРМУЛА ВОССТАНОВИТЕЛЯ

1) H_2S

4) SO_2

2) $\text{Fe}(\text{OH})_3$

5) HI

3) HCl

6) MnO_2

А	Б	В
3	2	5

14.(16) Установите соответствие между названием вещества и возможным способом его получения путем электролиза:

ВЕЩЕСТВО

ЭЛЕКТРОЛИЗ КАК СПОСОБ ПОЛУЧЕНИЯ

А) Сера

1) AgF (водный р-р)

3) CuSO_4 (водный р-р)

Б) Водород

2) K_2S (водный р-р)

4) KF (расплав)

В) Калий

А	Б	В
2	2	4

15. (26) Установите соответствие между реагирующими веществами и признаком реакции, который наблюдается при их взаимодействии:

РЕАГИРУЮЩИЕ ВЕЩЕСТВА

А) NaOH и CrCl_3 (изб.)

Б) KOH (р-р) и $\text{Al}(\text{OH})_3$

В) Na_2CO_3 и HNO_3

Г) CaCO_3 , H_2O и CO_2

ПРИЗНАКИ РЕАКЦИИ

1) растворение осадка

2) образование белого осадка

3) выделение бесцветного газа

4) образование окрашенного осадка

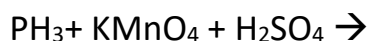
5) видимые признаки реакции отсутствуют

А	Б	В	Г
4	1	3	1

2 часть Максимально 26 баллов

При отсутствии хотя бы одного коэффициента в уравнении реакции, уравнение оценивалось в 0 баллов

16. (26) Закончите уравнение реакции:

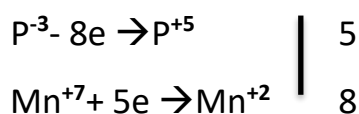
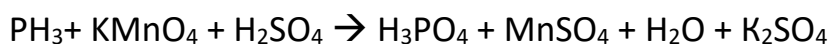


Составьте электронный баланс, укажите окислитель и восстановитель.

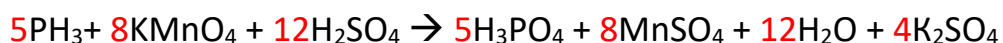
Решение:

1 балл за определение продуктов реакции и составление схемы электронного баланса:

Марганец в KMnO_4 проявляет максимальную степень окисления, в кислой среде он понижает свою степень окисления от +7 до +2; продукт реакции – сульфат марганца - MnSO_4 . Фосфор в PH_3 проявляет степень окисления -3, следовательно, он может повысить свою степень окисления до +5, продукт реакции - фосфорная кислота. Остальные продукты: вода и сульфат калия K_2SO_4 .



1 балл: записано молекулярное уравнение с коэффициентами:



определены окислитель и восстановитель

Окислитель - KMnO_4 за счет Mn^{+7} ; восстановитель - PH_3 за счет P^{-3}

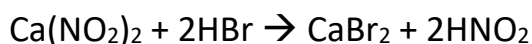
Максимально 2 балла

17. (26). Выберите вещества, реакция ионного обмена между которыми не сопровождается видимыми признаками. Запишите молекулярное, полное и сокращённое ионные уравнения реакции с использованием выбранных веществ
Перечень веществ: **хлор, оксид серы (IV), бромоводородная кислота, перманганат калия, гидроксид железа (II), нитрит кальция.** Допустимо использование воды в качестве среды для протекания реакции.

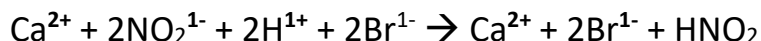
Решение:

При взаимодействии нитрита кальция и бромоводородной кислоты образуется слабый электролит - азотистая кислота:

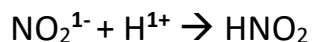
1 балл за составление молекулярного уравнения:



0,5 балла за полное ионное уравнение



0,5 балла за сокращенное ионное уравнение:

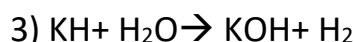
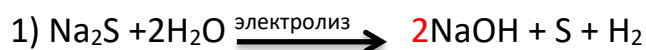


Максимально 2 балла

18. (46). Приведите 4 уравнений описанных реакций

Провели электролиз водного раствора сульфида натрия. Выделившийся на катоде газ пропустили над калием. Полученное твердое вещество растворили в воде, через образовавшийся нагретый раствор пропустили хлор.

Решение:



Максимально 4 балла

Для заданий 19-22 запишите уравнения реакций, которые указаны в условии задачи, и приведите все необходимые вычисления (указывайте единицы измерения и обозначения искомых физических величин). Сокращайте до СОТЫХ

19.(46) Металл А и неметалл В при нагревании образуют соединение, гидролизующееся водой с выделением сероводорода. Простые вещества А и G реагируют с образованием амфотерного оксида трёхвалентного металла с массовым содержанием кислорода 47 %. Вещества В и G образуют растворимый в воде газ, раствор которого окрашивает лакмусовую бумажку в красный цвет. Соединение всех трёх элементов D ($\omega(\text{O}) = 56 \%$) представляет собой бесцветную, растворимую в воде соль сильной кислоты. Приведите уравнения реакций, описанных процессов. Определите формулу вещества D. Подтвердите свое решение расчетами.

Решение:

1)16 за расчет молярной массы А через массовую долю кислорода

Определяем вещество А, исходя из предположения, что вещества А и G реагируют с образованием амфотерного оксида трёхвалентного металла с массовым содержанием кислорода 47 %.

$$W(O) = m(O) / A_2O_3$$

Пусть х - молярная масса вещества А, тогда если взять 1 моль оксида, то кислорода в нем содержится - 3 моль;

$$\text{тогда } m(O) = u \cdot M; m(O) = (3 \cdot 16) \text{ г,}$$

$$\text{а масса оксида имеет вид: } m(A_2O_3) = (2x + 48) \text{ г}$$

$$47\% = 48 / (2x + 48),$$

Преобразуя, получаем $x = 27$. Следовательно, вещество **А** - это алюминий.

2) 2б за уравнения реакций:

С выделением сероводорода гидролизуются лишь сульфиды, следовательно, вещество **В** - это сера.

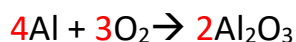
0,5 балла за уравнение взаимодействия вещества **А** и **В**



0,5 балла за уравнение гидролиза сульфида алюминия:



0,5 балла за уравнение взаимодействия **А** и **G** - образования амфотерного оксида:



0,5 балла за уравнение взаимодействия вещества **В** и **G**

$S + O_2 \rightarrow SO_2$ – при взаимодействии оксида SO_2 с водой образуется нестойкая сернистая кислота – кислая среда, лакмус красный;

3) **1 балл** - за предположение состава соли. Сильной кислотой, содержащей серу, является – H_2SO_4 , следовательно, солью D- является сульфат алюминия - $Al_2(SO_4)_3$

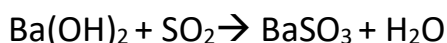
Максимально 4 баллов

20. (36) Через 513 г 15 %-ного раствора гидроксида бария пропустили сернистый газ, после чего масса раствора стала равна 570,6 г. Вычислите массовую долю вещества в полученном растворе.

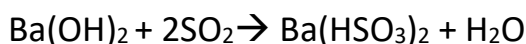
Решение:

1. 1 балл за составление уравнений реакций образования средней и кислой солей:

средняя соль образуется при условии: $\nu(\text{Ba(OH)}_2) : \nu(\text{SO}_2) = 1:1$



кислая соль образуется при условии: $\nu(\text{Ba(OH)}_2) : \nu(\text{SO}_2) = 1:2$



2. 0,5 балла за определение количества вещества Ba(OH)_2

$$m(\text{Ba(OH)}_2) = m(\text{Ba(OH)}_2 \text{ p-p}) \cdot w = 0,15 \cdot 513 = 76,95 \text{ г.}$$

$$\nu(\text{Ba(OH)}_2) = m(\text{Ba(OH)}_2) / M(\text{Ba(OH)}_2) = 76,95 / 171 = 0,45 \text{ моль};$$

0,5 балла за расчет количества вещества SO_2

Масса нового раствора $m(\text{Ba(OH)}_2 \text{ p-p}) + m(\text{SO}_2) = 570,6$; можно найти массу оксида серы (IV):

$$513 + m(\text{SO}_2) = 570,6; m(\text{SO}_2) = 57,6 \text{ г.}$$

$$\nu(\text{SO}_2) = m(\text{SO}_2) / M(\text{SO}_2); \quad \nu(\text{SO}_2) = 57,6 / 64 = 0,9 \text{ моль},$$

1 балл за определение типа соли и расчета ее массовой доли в растворе:

$\nu(\text{Ba(OH)}_2) : \nu(\text{SO}_2) = 1:2$, следовательно, образовалась кислая соль $\text{Ba(HSO}_3)_2$

$$\nu(\text{Ba(HSO}_3)_2) = 0,45 \text{ моль}; \quad m(\text{Ba(HSO}_3)_2) = \nu \cdot M; \quad m(\text{Ba(HSO}_3)_2) = 0,45 \cdot 299 = 134,55 \text{ г}$$

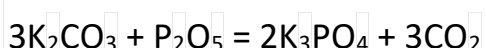
$$W(\text{Ba(HSO}_3)_2) = m(\text{Ba(HSO}_3)_2) / m(\text{p-p});$$

$$W(\text{Ba(HSO}_3)_2) = 134,55 / 570,6 \cdot 100\% = 23,58\%$$

Максимально 3 балла

21. (66) Смесь карбоната калия и оксида фосфора (V) имеет массу 59,15 г и содержит $9,1805 \cdot 10^{23}$ атомов кислорода. Эту смесь нагревали до их полного окончания взаимодействия. Найдите массовые доли веществ в образовавшейся твердой смеси.
(округляем до третьего знака после запятой)

1) 1 балл за составление уравнения реакции:



2) 1 балл а) за определение количества кислорода б) составление системы уравнений:

Используя формулу для расчета числа частиц $n = N_A \cdot \nu$; где N_A - число Авогадро;

$$\nu(\text{O}) = 9,1805 \cdot 10^{23} / 6,02 \cdot 10^{23} = 1,525 \text{ моль}$$

Пусть $\nu(\text{P}_2\text{O}_5) = x$ моль, $\nu(\text{K}_2\text{CO}_3) = y$ моль, тогда можно составить выражение для массы смеси P_2O_5 и K_2CO_3 :

$$m = \nu \cdot M; \quad m(\text{P}_2\text{O}_5) = (142x) \text{ г}, \quad m(\text{K}_2\text{CO}_3) = (138y) \text{ г},$$

Составим первое уравнение: масса смеси = $m(\text{P}_2\text{O}_5) + m(\text{K}_2\text{CO}_3)$;

$$142x + 138y = 59,15$$

Определим количество кислорода в оксиде фосфора (V) и карбонате калия:

$$\nu(\text{O в } \text{P}_2\text{O}_5) = 5x \text{ моль}, \quad \nu(\text{O в } \text{K}_2\text{CO}_3) = 3y \text{ моль}$$

Второе уравнение: $\nu(\text{O}) = \nu(\text{P}_2\text{O}_5) + \nu(\text{K}_2\text{CO}_3)$;

$$5x + 3y = 1,525$$

$$\begin{cases} 142x + 138y = 59,1 \\ 5x + 3y = 1,525 \end{cases} \quad \begin{cases} x = 0,125 \\ y = 0,3 \end{cases}$$

4) 1 балл за массу вещества, взятого в недостатке.

3 моль K_2CO_3 реагируют с 1 моль P_2O_5 , следовательно, 0,125 моль оксида фосфора должны прореагировать с $0,125 \cdot 3 = 0,375$ моль карбоната калия. Следовательно, карбонат калия взят в недостатке.

5) 1 балл за расчет количества и массы фосфата калия

Составим пропорцию: 3 моль K_2CO_3 : 2 моль K_3PO_4

0,3 моль K_2CO_3 : ? моль K_3PO_4

$$\nu(\text{K}_3\text{PO}_4) = 0,3 \cdot 2/3 = 0,2 \text{ моль}$$

$$m(\text{K}_3\text{PO}_4) = \nu \cdot M; \quad m(\text{K}_3\text{PO}_4) = 0,2 \cdot 212 = 42,4 \text{ г}$$

6) 1 балл за определение массовой доли фосфата калия и оксида калия в твердой смеси

$$W(\text{K}_3\text{PO}_4) = m(\text{K}_3\text{PO}_4) / (m(\text{K}_3\text{PO}_4) + m(\text{P}_2\text{O}_5))$$

$$m(\text{P}_2\text{O}_5) = (0,125 - 0,1) \cdot 142 = 3,55 \text{ г}$$

$$W(\text{K}_3\text{PO}_4) = 42,4 / (3,55 + 42,4) \cdot 100\% = 92,27\%$$

Найдем массовые доли веществ в образовавшейся твердой смеси

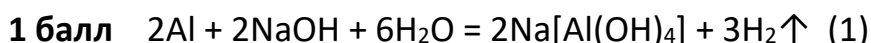
$$W(\text{P}_2\text{O}_5) = 3,55 / 45,95 \cdot 100\% = 7,73\%$$

Максимально 6 баллов

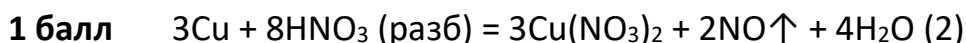
22. (56) Смесь меди и алюминия общей массой 2 г обработали 40% раствором гидроксида натрия (плотность 1,43 г/мл) до прекращения выделения газа. Остаток растворили в разбавленной азотной кислоте, образовавшуюся соль выделили и прокалили. Масса остатка после прокаливания составила 0,8 г. Определите массовые доли металлов в исходной смеси и объем израсходованного раствора щелочи.

Решение: 1. Приведены три уравнения реакции:

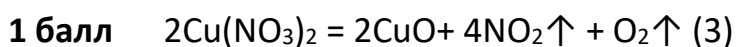
С щелочью прореагирует только алюминий, с образование комплексной соли:



Но медь, прореагирует с разбавленной азотной кислотой с образованием оксида азота (II):



После прокаливания нитрат меди (II) разлагается:



2) 1 балл за определение содержания металлов в сплаве

Если алюминий из сплава растворился в щелочи полностью (а в ином случае при имеющихся данных задача не имеет решения), то остаток – после выделения осадка из раствора и его прокаливания – представляет собой оксид меди (II). Найдем его количество:

$n(\text{CuO}) = m(\text{CuO}) / M(\text{CuO}) = 0,8 / 80 = 0,01$ моль, то это означает, что и меди в сплаве было такое же количество:

$n(\text{CuO}) = n(\text{Cu}(\text{NO}_3)_2 \text{ уравнение 3}) = n(\text{Cu}(\text{NO}_3)_2 \text{ уравнение 2}) = n(\text{Cu}) \text{ уравнение 2} = 0,01$ моль, и можно найти массу меди в сплаве:

$$m(\text{Cu}) = n(\text{Cu}) \cdot M(\text{Cu}) = 0,01 \cdot 64 = 0,64 \text{ г.}$$

Тогда масса алюминия в сплаве: $m(\text{Al}) = m(\text{сплава}) - m(\text{Cu}) = 2 - 0,64 = 1,36$ г.,
Определяем содержание металлов в сплаве:

$$W(\text{Cu}) = 0,64 / 2 = 0,32 \text{ или } 32,0\%; W(\text{Al}) = 1,36 / 2 = 0,68 \text{ или } 68,0\%.$$

3) 1 балл за расчет объема раствора щелочи

Из уравнения (1) следует, что количество израсходованного в реакции NaOH равно количеству растворенного алюминия:

$$\nu(\text{Al}) = m(\text{Al}) / M(\text{Al}); \quad \nu(\text{Al}) = 1,36 / 27 = 0,05 \text{ моль} = \nu(\text{NaOH}) = n(\text{Al}) = 0,05 \text{ моль}.$$

Тогда масса щелочи:

$$m(\text{NaOH}) = n(\text{NaOH}) * M(\text{NaOH}) = 0,05 * 40 = 2,0 \text{ г}.$$

Используя формулу для вычисления массовой доли вещества в растворе

$$W(\text{NaOH}) = m(\text{NaOH}) / m(\text{NaOH}_{\text{р-р}}) * 100\%, \text{ найдем массу раствора щелочи:}$$

$$m(\text{NaOH}_{\text{р-р}}) = 2 / 0,4 = 5 \text{ г}$$

Используя формулу расчета плотности раствора $\rho = m_{\text{р-ра}} / V_{\text{р-ра}}$, находим

$$V = m(\text{р-ра NaOH}) / \rho; \quad V(\text{р-ра NaOH}) = 5 / 1,43 = 3,5 \text{ мл}.$$

Максимально 5 баллов