

**Варианты решений и критерии оценивания задач
Муниципального этапа всероссийской олимпиады школьников
по химии
2020-2021 учебный год
9 класс
Максимальный балл – 75**

Задание 9.1 (максимум 15 баллов)

Смесь карбонатов натрия и калия массой 5,94 г растворили в воде и к полученному раствору добавили избыток соляной кислоты. Выделившийся газ пропустили через трубку с пероксидом натрия. Образовавшегося кислорода достаточно для каталитического окисления аммиака объёмом 448 мл (н.у.). Рассчитайте массовые доли солей в исходной смеси.

Критерии оценивания:

№ п/п	Содержание ответа	Баллы
1	Записаны уравнения химических реакций: $\text{Na}_2\text{CO}_3 + 2\text{HCl} = 2\text{NaCl} + \text{CO}_2\uparrow + \text{H}_2\text{O}$ (1) $M=106\text{г/моль}$ $\text{K}_2\text{CO}_3 + 2\text{HCl} = 2\text{KCl} + \text{CO}_2\uparrow + \text{H}_2\text{O}$ (2) $M=138\text{г/моль}$ $2\text{CO}_2 + 2\text{Na}_2\text{O}_2 = 2\text{Na}_2\text{CO}_3 + \text{O}_2\uparrow$ (3) $4\text{NH}_3 + 5\text{O}_2 = 4\text{NO} + 6\text{H}_2\text{O}$	4 балла
2	Рассчитаны количество вещества аммиака и кислорода: $n(\text{NH}_3) = 0,448/22,4 = 0,02$ моль $n(\text{O}_2) = n(\text{NH}_3) = 5/4 n(\text{O}_2) = 0,025$ моль	2 балла
3	Рассчитано количество вещества CO_2 по уравнению 3: $n(\text{CO}_2) = 2n(\text{O}_2) = 0,05$ моль	1 балл
4	Рассчитаны количества вещества солей в исходной смеси: $n(\text{CO}_2 \text{ по ур. 1}) = x$ моль, тогда $n(\text{Na}_2\text{CO}_3) = n(\text{CO}_2 \text{ по ур. 1}) = x$ моль $n(\text{CO}_2 \text{ по ур. 2}) = y$ моль, тогда $n(\text{K}_2\text{CO}_3) = n(\text{CO}_2 \text{ по ур. 2}) = y$ моль	1 балл
5	Составлена и решена система уравнений: $\begin{cases} x + y = 0,05 \\ 106x + 138y = 5,94 \end{cases}$ Решена система уравнений, найдено: $x = 0,03$ моль; $y = 0,02$ моль	3 балла
6	Рассчитаны массовые доли солей в исходной смеси $m(\text{Na}_2\text{CO}_3) = 106 \cdot 0,03 = 3,18$ г; $m(\text{K}_2\text{CO}_3) = 138 \cdot 0,02 = 2,76$ г; $\omega(\text{Na}_2\text{CO}_3) = 3,18/5,94 = 0,5354$, или 53,54%; $\omega(\text{K}_2\text{CO}_3) = 2,76/5,94 = 0,4646$, или 46,46%.	4 балла
	Итого	15 баллов

Внимание! Задача может быть решена разными способами. Не следует снижать оценку, если задача решена оригинальным способом.

Задание 9.2 (максимум 10 баллов)

К 40 г 10%-ного раствора гидроксида натрия прилили 4,9%-ный раствор серной кислоты. В результате проведённой реакции массовая доля щёлочи в растворе стала 2%. Рассчитайте массу раствора серной кислоты, вступившей в реакцию.

Критерии оценивания:

№ п/п	Содержание ответа	Баллы
1	Записано уравнение химической реакции: $2\text{NaOH} + \text{H}_2\text{SO}_4 = \text{Na}_2\text{SO}_4 + 2\text{H}_2\text{O}$ $M=40 \text{ г/моль} \quad M=98 \text{ г/моль}$	1 балл
2	Рассчитано количество вещества серной кислоты: Пусть $m(\text{р-ра } \text{H}_2\text{SO}_4) = x \text{ г}$ $m(\text{H}_2\text{SO}_4) = 0,049 x \text{ г}$ $n(\text{H}_2\text{SO}_4) = 0,049 x / 98 = 0,0005 x \text{ моль}$	2 балла
3	Рассчитаны количество вещества и масса гидроксида натрия, вступившего в реакцию: $n(\text{NaOH}) = 2n(\text{H}_2\text{SO}_4) = 0,001x \text{ моль}$ $m(\text{NaOH}) = 0,001 x \cdot 40 = 0,04x \text{ г}$	2 балла
4	Рассчитана масса гидроксида натрия, оставшегося в растворе: $m(\text{NaOH в } 20\% \text{-ном р-ре}) = 40 \cdot 0,1 = 4 \text{ г}$ $m(\text{NaOH остав.}) = (4 - 0,04 x) \text{ г}$	2 балла
5	Рассчитана масса раствора азотной кислоты: $m(\text{конечного р-ра}) = (40 + x) \text{ г}$ $\omega(\text{NaOH остав.}) = m(\text{NaOH остав.}) / m(\text{конечного р-ра})$ $0,02 = (4 - 0,04x) / (40 + x);$ $x = 53,33 \text{ г}$	3 балла
Итого		10 баллов

Внимание! Задача может быть решена разными способами. Не следует снижать оценку, если задача решена оригинальным способом.

Задание 9.3 (максимум 10 баллов)

При взаимодействии двух простых веществ: **A** – твёрдого с хорошей электропроводностью и **B** – жидкого, не проводящего электрический ток, образуется новое вещество **B**, водный раствор которого имеет голубую окраску. При электролизе этого раствора вновь образуются вещества **A** и **B**. При взаимодействии вещества **B** в водном растворе с оксидом **Г**, в котором массовые доли элементов-неметаллов равны, образуются две кислоты. Определите вещества **A**, **B**, **B** и **Г**. Напишите все уравнения химических реакций о которых идет речь в задании.

Критерии оценивания:

№ п/п	Содержание ответа	Баллы
1	Определены вещества A и B . Простое вещество A с хорошей электропроводностью – это металл. Простое вещество B - неметалл, так как не проводит электрический ток. Жидким при обычных условиях неметалл может быть только бром. При взаимодействии металла с бромом образуется соль – бромид металла. Металл сравнительно малоактивен, так как при электролизе соли образуются вещества A и B .	5 баллов

№ п/п	Содержание ответа	Баллы
	Раствор соли имеет голубую окраску, значит, металл А – медь. А – медь, Б – бром	
2	Написаны уравнения реакции: $\text{Cu} + \text{Br}_2 = \text{CuBr}_2$ $\text{CuBr}_2 \xrightarrow{\text{электролиз}} \text{Cu} + \text{Br}_2$ В - CuBr₂	2 балла
3	Определен оксид серы (IV), в котором серы и кислорода по 50%. Г – SO₂	2 балла
4	Написано уравнение: $\text{SO}_2 + \text{Br}_2 + 2\text{H}_2\text{O} = 2\text{HBr} + \text{H}_2\text{SO}_4$	1 балл
	Итого	10 баллов

Задание 9.4 (максимум 20 баллов)

При прокаливании 2,42 г кристаллогидрата нитрата меди (II) масса вещества уменьшилась на 1,62 г.

- 1) Определите формулу кристаллогидрата
- 2) Напишите уравнения реакции (не менее 15) с участием продуктов разложения кристаллогидрата нитрата меди (II) и продуктов последующих реакций, не используя другие реактивы.

Критерии оценивания:

№ п/п	Содержание ответа	Баллы
1	Определена формула кристаллогидрата: $2[\text{Cu}(\text{NO}_3)_2 \cdot n\text{H}_2\text{O}] = 2\text{CuO} + 4\text{NO}_2 + \text{O}_2 + 2n\text{H}_2\text{O}$ $m(\text{CuO}) = 2,42 - 1,62 = 0,8 \text{ г}$ $n(\text{CuO}) = 0,8/80 = 0,01 \text{ моль}$ $n(\text{Cu}(\text{NO}_3)_2 \cdot n\text{H}_2\text{O}) = n(\text{CuO}) = 0,01 \text{ моль}$ $M(\text{Cu}(\text{NO}_3)_2 \cdot n\text{H}_2\text{O}) = 2,42/0,01 = 242 \text{ г/моль}$ $M(\text{Cu}(\text{NO}_3)_2) = 188 \text{ г/моль};$ $n(\text{H}_2\text{O}) = 242 - 188/18 = 3 \text{ моль}.$ Формула кристаллогидрата: $\text{Cu}(\text{NO}_3)_2 \cdot 3\text{H}_2\text{O}$	5 баллов
2	Записаны уравнения реакций: 1) $2[\text{Cu}(\text{NO}_3)_2 \cdot 3\text{H}_2\text{O}] = 2\text{CuO} + 4\text{NO}_2 + \text{O}_2 + 6\text{H}_2\text{O}$ 2) $4\text{NO}_2 + \text{O}_2 + 2\text{H}_2\text{O} = 4\text{HNO}_3$ 3) $4\text{NO}_2 + \text{H}_2\text{O} = 2\text{HNO}_3 + \text{N}_2\text{O}_3$ 4) $3\text{NO}_2 + \text{H}_2\text{O} \xrightarrow{t^\circ} 2\text{HNO}_3 + \text{NO}\uparrow$ 5) $2\text{NO}_2 + \text{H}_2\text{O} = \text{HNO}_3 + \text{HNO}_2$ 6) $2\text{H}_2\text{O} = 2\text{H}_2 + \text{O}_2$ 7) $\text{CuO} + \text{H}_2 = \text{Cu} + \text{H}_2\text{O}$ 8) $3\text{O}_2 = 2\text{O}_3$ 9) $2\text{Cu} + 2\text{NO} = 2\text{CuO} + \text{N}_2$ 10) $4\text{Cu} + 2\text{NO}_2 = 4\text{CuO} + \text{N}_2$ 11) $\text{N}_2 + 3\text{H}_2 = 2\text{NH}_3$ 12) $3\text{CuO} + 2\text{NH}_3 = 3\text{Cu} + \text{N}_2 + 3\text{H}_2\text{O}$ 13) $\text{NH}_3 + \text{HNO}_3 = \text{NH}_4\text{NO}_3$ 14) $\text{NH}_3 + \text{HNO}_2 = \text{NH}_4\text{NO}_2$ 15) $\text{NH}_4\text{NO}_3 = \text{N}_2\text{O} + 2\text{H}_2\text{O}$ 16) $\text{NH}_4\text{NO}_2 = \text{N}_2 + 2\text{H}_2\text{O}$	15 баллов (за каждое правильно составленное уравнение реакции – 1балл)

№ п/п	Содержание ответа	Баллы
	<p>Возможны следующие варианты:</p> $\text{N}_2 + \text{O}_2 \xrightarrow{t^\circ} 2\text{NO}$ $\text{Cu} + 4\text{HNO}_3 = \text{Cu}(\text{NO}_3)_2 + 2\text{NO}_2\uparrow + 2\text{H}_2\text{O}$ $4\text{NH}_3 + 5\text{O}_2 \xrightarrow{\text{Pt}, t^\circ} 4\text{NO}\uparrow + 6\text{H}_2\text{O}$ $4\text{NH}_3 + 3\text{O}_2 \rightarrow 2\text{N}_2\uparrow + 6\text{H}_2\text{O}$ $2\text{NO} + \text{H}_2 \xrightarrow{t^\circ} \text{N}_2\uparrow + 2\text{H}_2\text{O}$ $2\text{NO} + \text{O}_2 = 2\text{NO}_2$ $\text{NO} + \text{NO}_2 = \text{N}_2\text{O}_3$ $2\text{N}_2\text{O} \xrightarrow{t^\circ} 2\text{N}_2\uparrow + \text{O}_2\uparrow$ $\text{Cu} + \text{N}_2\text{O} \xrightarrow{t^\circ} \text{CuO} + \text{N}_2\uparrow$ $2\text{NO}_2 + 7\text{H}_2 = 2\text{NH}_3\uparrow + 4\text{H}_2\text{O}$ $4\text{CuO} \xrightarrow{t^\circ} 2\text{Cu}_2\text{O} + \text{O}_2$ $\text{CuO} + 4\text{NH}_3 + \text{H}_2\text{O} \rightarrow [\text{Cu}(\text{NH}_3)_4](\text{OH})_2$ гидроксид тетрааммин меди (II) и т.д.	
	Итого	20 баллов

Задание 9.5 (максимум **20** баллов)

№ п/п	Критерии	Баллы																													
1	Хлорид кальция – CaCl₂ , хлорид алюминия - AlCl₃ , карбонат калия – K₂CO₃ , хлорид бария – BaCl₂	2 балла (по 0,5 балла за каждую формулу)																													
3	<table border="1" style="width: 100%; border-collapse: collapse;"> <thead> <tr> <th rowspan="2">Химические формулы реактивов</th> <th colspan="4">Исследуемые растворы солей</th> </tr> <tr> <th>AlCl₃</th> <th>CaCl₂</th> <th>BaCl₂</th> <th>K₂CO₃</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td></td> <td colspan="4">Порядок формул исследуемых растворов солей может быть другим, но должен соответствовать нижеперечисленным признакам.</td> </tr> <tr> <td>гидроксид натрия (р-р)</td> <td>осадок белого цвета, в избытке щёлочи растворим</td> <td>осадок белого цвета (помутнение раствора), в избытке щёлочи нерастворим</td> <td>без изменений</td> <td>без изменений</td> </tr> <tr> <td>серная кислота (р-р)</td> <td>без изменений</td> <td>осадок белого цвета</td> <td>осадок белого цвета, нерастворим и в воде и в кислотах</td> <td>выделение газа</td> </tr> <tr> <td>карбонат натрия (р-р)</td> <td>образование белого осадка и выделение газа</td> <td>осадок белого цвета, растворим в кислотах</td> <td>осадок белого цвета, растворим в кислотах</td> <td>без изменений</td> </tr> </tbody> </table>	Химические формулы реактивов	Исследуемые растворы солей				AlCl ₃	CaCl ₂	BaCl ₂	K ₂ CO ₃		Порядок формул исследуемых растворов солей может быть другим, но должен соответствовать нижеперечисленным признакам.				гидроксид натрия (р-р)	осадок белого цвета, в избытке щёлочи растворим	осадок белого цвета (помутнение раствора), в избытке щёлочи нерастворим	без изменений	без изменений	серная кислота (р-р)	без изменений	осадок белого цвета	осадок белого цвета, нерастворим и в воде и в кислотах	выделение газа	карбонат натрия (р-р)	образование белого осадка и выделение газа	осадок белого цвета, растворим в кислотах	осадок белого цвета, растворим в кислотах	без изменений	8 баллов (составление и заполнение таблицы с наблюдениями 0,5 · 12 = 6 б и вывод по 0,5 · 4 = 2 б)
Химические формулы реактивов	Исследуемые растворы солей																														
	AlCl ₃	CaCl ₂	BaCl ₂	K ₂ CO ₃																											
	Порядок формул исследуемых растворов солей может быть другим, но должен соответствовать нижеперечисленным признакам.																														
гидроксид натрия (р-р)	осадок белого цвета, в избытке щёлочи растворим	осадок белого цвета (помутнение раствора), в избытке щёлочи нерастворим	без изменений	без изменений																											
серная кислота (р-р)	без изменений	осадок белого цвета	осадок белого цвета, нерастворим и в воде и в кислотах	выделение газа																											
карбонат натрия (р-р)	образование белого осадка и выделение газа	осадок белого цвета, растворим в кислотах	осадок белого цвета, растворим в кислотах	без изменений																											
4	Уравнения реакций:	Всего 9 баллов																													
а)	$\text{AlCl}_3 + 3\text{NaOH} = \text{Al}(\text{OH})_3\downarrow + 3\text{NaCl}$ <p style="text-align: center;">осадок белого цвета, в избытке щёлочи растворяется</p> $\text{Al}(\text{OH})_3\downarrow + \text{NaOH} = \text{Na}[\text{Al}(\text{OH})_4]$	1,5 балла (0,5 б. за уравнение +																													

		0,5 б за признак реакции)
б)	$2\text{AlCl}_3 + 3\text{Na}_2\text{CO}_3 + 3\text{H}_2\text{O} = 2\text{Al}(\text{OH})_3\downarrow + 6\text{NaCl} + 3\text{CO}_2\uparrow$ осадок белого цвета, в избытке щёлочи растворяется газ, без цвета и запаха, вызывающий помутнение известковой воды	1,5 балла (1 б. за уравнение + 0,5 б за признак реакции)
в)	$\text{CaCl}_2 + 2\text{NaOH} = \text{Ca}(\text{OH})_2\downarrow + 2\text{NaCl}$ осадок белый (помутнение раствора), в избытке щёлочи не растворяется	1 балл (0,5 б. за уравнение + 0,5 б за признак реакции)
г)	$\text{CaCl}_2 + \text{H}_2\text{SO}_4 = \text{CaSO}_4\downarrow + 2\text{HCl}$ осадок белого цвета, в кислотах не растворяется	1 балл (0,5 б. за уравнение + 0,5 б за признак реакции)
д)	$\text{CaCl}_2 + \text{Na}_2\text{CO}_3 = \text{CaCO}_3\downarrow + 2\text{NaCl}$ осадок белого цвета, в кислотах растворяется	1 балл (0,5 б. за уравнение + 0,5 б за признак реакции)
е)	$\text{BaCl}_2 + \text{H}_2\text{SO}_4 = \text{BaSO}_4\downarrow + 2\text{HCl}$ белый осадок, нерастворим в кислотах	1 балл (0,5 б. за уравнение + 0,5 б за признак реакции)
ж)	$\text{BaCl}_2 + \text{Na}_2\text{CO}_3 = \text{BaCO}_3\downarrow + 2\text{NaCl}$ белый осадок, растворим в кислотах	1 балл (0,5 б. за уравнение + 0,5 б за признак реакции)
з)	$\text{K}_2\text{CO}_3 + \text{H}_2\text{SO}_4 = \text{K}_2\text{SO}_4 + \text{H}_2\text{O} + \text{CO}_2\uparrow$ выделение газа	1 балл (0,5 б. за уравнение + 0,5 б за признак реакции)
5	Перечислены правила техники безопасности	1 балл (по 0,25 б. за каждое правило)
	Итого	20 баллов