

**ВСЕРОССИЙСКАЯ ОЛИМПИАДА ШКОЛЬНИКОВ
МУНИПАЦИАЛЬНЫЙ ЭТАП**

*Химия
9 - класс*

Критерии проверки

Задание 1.

При нагревании 12,8 г соли образуется 7,2 г воды и 4,48 л химически малоактивного газа, плотность которого по водороду равна 14.

Вопросы:

1. Рассчитайте молекулярную массу малоактивного газа и определите газ.
2. Определите формулу соли.
3. Напишите уравнение реакции разложения этой соли при нагревании.

Решение:

Содержание верного ответа и указания по оцениванию (допускаются иные формулировки ответа, не искажающие его смысла)	Баллы
1. Молекулярная масса газа равна: $M(H) \cdot D(H) = 2 \cdot D(H) = 2 \cdot 14 = 28$,	2балла
газ с молярной массой 28 г/моль - азот, N_2	2балла
2. Определите формулу соли. Количество вещества азота равно: $n(N) = 4,48 \text{ л} / 22,4 \text{ л/моль} = 0,2 \text{ моль}$,	1балл
$m(N_2) = 0,2 \text{ моль} \cdot 28 \text{ г/моль} = 5,6 \text{ г}$.	1балл
Количество моль водорода в 7,2 г воды равно: $n(H) = 7,2 \text{ г} / 18 \text{ г/моль} \cdot 2 = 0,8 \text{ моль}$,	1балл
$m(H) = 0,8 \text{ моль} \cdot 1 \text{ г/моль} = 0,8 \text{ г}$.	1балл
$m(N) + m(H) = 5,6 \text{ г} + 0,8 \text{ г} = 6,4 \text{ г}$,	1балл
$m(O) = 12,8 - 6,4 = 6,4 \text{ г}$,	1балл
следовательно, $n(O) = 6,4 \text{ г} / 16 \text{ г/моль} = 0,4 \text{ моль}$.	1балл
Определим соотношение элементов, входящих в состав неизвестной соли: $n(N) : n(H) : n(O) = 5,6 / 14 : 0,8 / 1 : 6,4 / 16 = 0,4 : 0,8 : 0,4 = 1 : 2 : 1$;	2балла
<i>NH₂O- простейшая формула</i>	1балл
простейшая формула - NH_2O , но такой соли нет, умножим на 2, получим $N_2H_4O_2$ или NH_4NO_2	2балла
3. Уравнение реакции разложения нитрита аммония при нагревании: $NH_4NO_2 = N_2 + 2H_2O$	4балла
Максимальный балл	20 баллов

Примечание: за правильный вывод формулы нитрита аммония другим способом с объяснением, следует поставить 16 баллов.

Задание 2.

В кабинете химии были обнаружены пробирки с неизвестными растворами веществ. Рядом лежал список химических названий этих веществ: хлорид аммония, нитрат аммония, сульфат натрия, нитрат бария, нитрат серебра.

Используя в качестве реагента гидроксид натрия, определите, в какой пробирке находится каждое из названных веществ.

Вопросы:

1. Напишите уравнения реакций, которые подтверждают наличие вещества при взаимодействии с гидроксидом натрия.
2. Напишите уравнения реакций, которые подтверждают наличие вещества, используя в качестве реагентов растворы выданных веществ.

3. Как доказать природу выделяющегося газа?
4. Как отличить образующиеся сульфаты друг от друга.
5. Докажите это уравнением реакции.

Решение:

Содержание верного ответа и указания по оцениванию (допускаются иные формулировки ответа, не искажающие его смысла)	Баллы
1. Уравнения реакций, которые подтверждают наличие данного вещества при взаимодействии с гидроксидом натрия:	
1) $\text{NH}_4\text{Cl} + \text{NaOH} = \text{NaCl} + \text{NH}_3\uparrow + \text{H}_2\text{O}$	2 балла
резкий запах аммиака, NH_3	0,5 балла
2) $\text{NH}_4\text{NO}_3 + \text{NaOH} = \text{NaNO}_3 + \text{NH}_3\uparrow + \text{H}_2\text{O}$	2 балла
резкий запах аммиака, NH_3	0,5 балла
3) $2\text{AgNO}_3 + 2\text{NaOH} = 2\text{NaNO}_3 + \text{Ag}_2\text{O}\downarrow + 2\text{H}_2\text{O}$	2 балла
бурый осадок оксида серебра, Ag_2O	0,5 балла
2. Уравнения реакций, которые подтверждают наличие вещества, используя в качестве реагентов растворы выданных веществ:	
4) $2\text{AgNO}_3 + \text{Na}_2\text{SO}_4 = \text{Ag}_2\text{SO}_4\downarrow + 2\text{NaNO}_3$	2 балла
белый осадок сульфата серебра, Ag_2SO_4	0,5 балла
5) $\text{AgNO}_3 + \text{NH}_4\text{Cl} = \text{AgCl}\downarrow + \text{NH}_4\text{NO}_3$	2 балла
белый осадок хлорида серебра, AgCl	0,5 балла
6) $\text{Na}_2\text{SO}_4 + \text{Ba}(\text{NO}_3)_2 = \text{BaSO}_4\downarrow + 2\text{NaNO}_3$	2 балла
белый осадок сульфата бария, BaSO_4	0,5 балла
3. Нужно использовать фенолфталеиновую бумажку , она станет розовой.	1 балл
4. Сульфат серебра, Ag_2SO_4 растворяется в азотной кислоте, а сульфат бария (BaSO_4) не растворяется.	2 балла
5. $\text{Ag}_2\text{SO}_4\downarrow + 2\text{HNO}_3 = 2\text{AgNO}_3 + \text{H}_2\text{SO}_4$	2 балла
Максимальный балл:	20 баллов

Задание 3.

60 г металла 2-ой группы периодической системы элементов, взаимодействуя с азотом, образует нитрид, при гидролизе которого получается гидроксид соответствующего металла и аммиак. При каталитическом окислении выделившегося аммиака образуется 21,96 л газа с выходом 98%.

Вопросы:

1. Напишите уравнение реакции образования нитрида в общем виде.
2. Составьте уравнение гидролиза нитрида в общем виде.
3. Напишите уравнение реакции каталитического окисления аммиака.
4. Рассчитайте объем газа оксида азота (II) с учетом выхода.
5. Определите количество моль NO и NH_3 .
6. Сколько моль вещества нитрида гидролизуетеся?
7. Чему равно число моль исходного металла?
8. Какова молярная масса металла?
9. Назовите исходный металл.

Решение:

Содержание верного ответа и указания по оцениванию (допускаются иные формулировки ответа, не искажающие его смысла)	Баллы
1. Составим уравнение образования нитрида неизвестного металла – X: $3\text{X} + \text{N}_2 = \text{X}_3\text{N}_2$ или $3\text{Me} + \text{N}_2 = \text{Me}_3\text{N}_2$ (1)	2 балла

2. Полученный гидрид гидролизуется: $\text{Me}_3\text{N}_2 + 6\text{H}_2\text{O} = 3\text{Me}(\text{OH})_2 + 2\text{NH}_3\uparrow$ (2)	3 балла
3. Получившийся газ каталитически окисляется: $4\text{NH}_3 + 5\text{O}_2 = 4\text{NO} + 6\text{H}_2\text{O}$ (3)	3 балла
4. Найдем объем NO, который должен выделиться теоретически (100%): Выход = $V(\text{практ.}) / V(\text{теор.})$; $V(\text{теор.}) = 21,96 \text{ л} : 0,98 = 22,4 \text{ л.}$	2 балла
5. Рассчитаем количество моль NO и NH_3 : $n(\text{NO}) = V(\text{NO}) / V_m$; $n(\text{NO}) = 22,4 \text{ л} / 22,4 \text{ л/моль} = 1 \text{ моль.}$	1 балл
По уравнению (3) рассчитаем количество вещества NH_3 : $n(\text{NO}) = n(\text{NH}_3) = 1 \text{ моль.}$	1 балл
6. По уравнению (2) рассчитаем количество вещества Me_3N_2 : $2n(\text{NH}_3) = n(\text{Me}_3\text{N}_2)$; $n(\text{Me}_3\text{N}_2) = 0,5 \text{ моль.}$	2 балла
7. По уравнению (1) рассчитаем число моль исходного металла: $n(\text{Me}) = 3n(\text{Me}_3\text{N}_2)$; $n(\text{Me}) = 3 \cdot 0,5 \text{ моль} = 1,5 \text{ моль.}$	2 балла
8. Найдем молярную массу неизвестного металла: $n(\text{Me}) = m(\text{Me}) / M$; $M(\text{Me}) = m(\text{Me}) / n(\text{Me})$; $M(\text{Me}) = 60 \text{ г} / 1,5 \text{ моль} = 40 \text{ г/моль.}$	2 балла
9. Металл II группы периодической системы элементов с молярной массой 40 г/моль является кальций, Ca .	2 балла
Максимальный балл:	20 баллов

Задание 4.

В таблице слева приведены названия распространенных минералов.

Поставьте в соответствие их химические формулы.

№ п/п	Название минерала	№ п/п	Состав
1.	Апатит	1.	$\text{Ca}_3(\text{PO}_4)_2$
2.	Бишофит	2.	CaCO_3
3.	Гипс	3.	$\text{MgCl}_2 \cdot 6\text{H}_2\text{O}$
4.	Доломит	4.	HgS
5.	Железняк магнитный	5.	MgCO_3
6.	Железняк бурый	6.	$\text{CaSO}_4 \cdot 2\text{H}_2\text{O}$
7.	Железняк красный	7.	FeS_2
8.	Кальцит, мел, мрамор	8.	$\text{MgCO}_3 \cdot \text{CaCO}_3$
9.	Каменная соль	9.	CuFeS_2
10.	Киноварь	10.	Fe_3O_4
11.	Колчедан медный	11.	$\text{Fe}_2\text{O}_3 \cdot n\text{H}_2\text{O}$
12.	Колчедан серый, колчедан железный, пирит	12.	Fe_2O_3
13.	Криолит	13.	NaCl
14.	Магнетит	14.	$\text{KCl} \cdot \text{NaCl}$
15.	Малахит	15.	$3\text{Ca}_3(\text{PO}_4)_2 \cdot \text{Ca}(\text{OH})_2$
16.	Сильвинит	16.	$\text{MgO} \cdot \text{Al}_2\text{O}_3$
17.	Флюорит	17.	Na_3AlF_6
18.	Фосфорит	18.	$(\text{CuOH})_2\text{CO}_3$
19.	Фторапатит	19.	$3\text{Ca}_3(\text{PO}_4)_2 \cdot \text{CaF}_2$
20.	Шпинель	20.	CaF_2

Решение:

№ п/п	Название минерала	№ п/п	Состав
1.	Апатит	15.	$3\text{Ca}_3(\text{PO}_4)_2 \cdot \text{Ca}(\text{OH})_2$

2.	Бишофит	3.	$MgCl_2 \cdot 6H_2O$
3.	Гипс	6.	$CaSO_4 \cdot 2H_2O$
4.	Доломит	8.	$MgCO_3 \cdot CaCO_3$
5.	Железняк магнитный	10.	Fe_3O_4
6.	Железняк бурый	11.	$Fe_2O_3 \cdot nH_2O$
7.	Железняк красный	12.	Fe_2O_3
8.	Кальцит, мел, мрамор	2.	$CaCO_3$
9.	Каменная соль	13.	$NaCl$
10.	Киноварь	4.	HgS
11.	Колчедан медный	9.	$CuFeS_2$
12.	Колчедан серый, колчедан железный, пирит	7.	FeS_2
13.	Криолит	17.	Na_3AlF_6
14.	Магнетит	5.	$MgCO_3$
15.	Малахит	18.	$(CuOH)_2CO_3$
16.	Сильвинит	14.	$KCl \cdot NaCl$
17.	Флюорит	20.	CaF_2
18.	Фосфорит	1.	$Ca_3(PO_4)_2$
19.	Фторапатит	19.	$3Ca_3(PO_4)_2 \cdot CaF_2$
20.	Шпинель	16.	$MgO \cdot Al_2O_3$
Максимальный балл:			20 баллов
1 – 15; 2 - 3; 3 - 6; 4 - 8; 5 -10; 6 -11; 7- 12; 8 – 2; 9 -13; 10 – 4; 11 -9; 12 – 7; 13 – 17; 14 – 5; 15 – 18; 16 – 14; 17 – 20; 18 – 1; 19 -19; 20 – 16.			

Задание 5.

При стандартных условиях теплота полного сгорания моля белого фосфора равна 760,1 кДж/моль, а теплота полного сгорания моля черного фосфора равна 722,1 кДж/моль.

Напишите реакции сгорания моля черного и белого фосфора.

Чему равна теплота превращения черного фосфора в белый при стандартных условиях?

Составьте уравнения реакций взаимодействия фосфора с литием, кальцием, фтором.

Решение:

Содержание верного ответа и указания по оцениванию (допускаются иные формулировки ответа, не искажающие его смысла)	Баллы
Составим уравнение реакции сгорания моля черного фосфора: $P_{(ч)} + 5/4 O_2 = 1/2P_2O_5 + 722,1 \text{ кДж/моль}$	3 балла
Составим уравнение реакции сгорания моля белого фосфора: $P_{(б)} + 5/4 O_2 = 1/2P_2O_5 + 760,1 \text{ кДж/моль}$	3 балла
$P_{(ч)} = P_{(б)} + Q$	2 балла
По закону Гесса: $722,1 = 760,1 + Q$	3 балла
Теплота превращения равна: $Q = 722,1 - 760,1 = - 38 \text{ кДж/моль}$	3 балла
Уравнения реакций: $P + 3Li = Li_3P$	2 балла
$2P + 3Ca = Ca_3P_2$	2 балла
$2P + 3F_2 = 2PF_3$	2 балла
Максимальный балл:	20 баллов