

Всероссийская олимпиада школьников

муниципальный этап

2021-2022 учебный год

ХИМИЯ

9 класс

КРИТЕРИИ И МЕТОДИКА ОЦЕНИВАНИЯ ВЫПОЛНЕННЫХ ОЛИМПИАДНЫХ ЗАДАНИЙ

Максимальное количество баллов за все задания - 100

При проверке и оценивании работ необходимо на каждом листе в тетради поставить подпись члена жюри. Для каждого задания указываются фактически набранные баллы по критериям.

Задание 1.

Даны следующие растворы веществ: сульфит калия, нитрат серебра, хлорид калия, иодид калия, сульфат железа (II), аммиак, раствор иода в иодиде калия.

Напишите уравнения всех возможных реакций, протекающих попарно между предложенными веществами в водном растворе.

Какие продукты реакций могут взаимодействовать с приведенными реагентами?

Решение:

Содержание верного ответа и указания по оцениванию (допускаются иные формулировки ответа, не искажающие его смысла)	Баллы
1. Уравнения реакций, происходящих попарно между предложенными веществами в водном растворе:	
1) $K_2SO_3 + 2AgNO_3 = 2KNO_3 + Ag_2SO_3 \downarrow$	1 балл
2) $KCl + AgNO_3 = AgCl \downarrow + KNO_3$	1 балл
3) $KI + AgNO_3 = AgI \downarrow + KNO_3$	1 балл
4) $FeSO_4 + 2AgNO_3 = Fe(NO_3)_2 + Ag_2SO_4 \downarrow$	1 балл
5) $FeSO_4 + 2NH_3 \cdot H_2O = (NH_4)_2SO_4 + Fe(OH)_2 \downarrow$ или $FeSO_4 + 2NH_4OH = (NH_4)_2SO_4 + Fe(OH)_2 \downarrow$	1 балл
6) $2AgNO_3 + 2NH_3 \cdot H_2O = 2NH_4NO_3 + Ag_2O \downarrow + H_2O$	3 балла
7) $K_2SO_3 + I_2 + H_2O = K_2SO_4 + 2HI$	3 балла

2. Уравнения реакций, происходящих между продуктами выше приведенных реакций и предложенными веществами в водном растворе:	
8) $\text{Ag}_2\text{SO}_3\downarrow + 3\text{K}_2\text{SO}_3 = 2\text{K}_3[\text{Ag}(\text{SO}_3)_2]$	3 балла
9) $\text{AgCl} + 2\text{NH}_3 \cdot \text{H}_2\text{O} = [\text{Ag}(\text{NH}_3)_2]\text{Cl} + 2\text{H}_2\text{O}$	3 балла
10) $\text{Ag}_2\text{O}\downarrow + 4\text{NH}_3 \cdot \text{H}_2\text{O} = 2[\text{Ag}(\text{NH}_3)_2]\text{OH} + 3\text{H}_2\text{O}$	3 балла
Максимальный балл:	20 баллов

Задание 2.

К 1200 г раствора гидроксида натрия прибавили 490 г 40%-ного раствора серной кислоты.

Для нейтрализации получившегося раствора потребовалось 143 г кристаллической соды.

Напишите формулу кристаллической соды.

Рассчитайте концентрацию исходного раствора гидроксида натрия.

Решение:

Содержание верного ответа и указания по оцениванию (допускаются иные формулировки ответа, не искажающие его смысла)	Баллы
Формула кристаллической соды - $\text{Na}_2\text{CO}_3 \cdot 10\text{H}_2\text{O}$	2 балла
Написаны уравнения реакций: $2\text{NaOH} + \text{H}_2\text{SO}_4 = \text{Na}_2\text{SO}_4 + 2\text{H}_2\text{O} \quad (1)$	2 балла
$\text{Na}_2\text{CO}_3 + \text{H}_2\text{SO}_4 = \text{Na}_2\text{SO}_4 + \text{CO}_2 \uparrow + \text{H}_2\text{O} \quad (2)$	2 балла
Найдена масса и хим. количество серной кислоты в растворе: $m(\text{H}_2\text{SO}_4) = 490 \text{ г} \cdot 0,4 = 196 \text{ г}; \quad n(\text{H}_2\text{SO}_4) = 196 \text{ г} / 98 \text{ г/моль} = 2 \text{ моль}.$	2 балла
$n(\text{Na}_2\text{CO}_3 \cdot 10\text{H}_2\text{O}) = 143 \text{ г} / 286 \text{ г/моль} = 0,5 \text{ моль}.$	2 балла
$n(\text{Na}_2\text{CO}_3 \cdot 10\text{H}_2\text{O}) = n(\text{Na}_2\text{CO}_3) = 0,5 \text{ моль}.$	2 балла
По уравнению (2): $n(\text{Na}_2\text{CO}_3) = n(\text{H}_2\text{SO}_4) = 0,5 \text{ моль}.$	1 балл
$n(\text{H}_2\text{SO}_4)_{\text{(остаток)}} = 2 \text{ моль} - 0,5 \text{ моль} = 1,5 \text{ моль}.$	2 балла
По уравнению (1): $n(\text{NaOH}) / n(\text{H}_2\text{SO}_4) = 2 : 1;$ $n(\text{NaOH}) = 2n(\text{H}_2\text{SO}_4) = 1,5 \text{ моль} \cdot 2 = 3 \text{ моль}.$	2 балла
На нейтрализацию 3 моль раствора гидроксида натрия израсходовано 1,5 моль серной кислоты.	
$m(\text{NaOH}) = 3 \text{ моль} \cdot 40 \text{ г/моль} = 120 \text{ г}.$	1 балл
$W(\text{NaOH}) = 120 \text{ г} / 1200 \text{ г} = 0,1$ или 10% - концентрация гидроксида натрия в исходном растворе.	2 балла
Максимальный балл:	20 баллов

Задание 3.

При действии избытка углекислого газа на 32,9 г неизвестного соединения металла с кислородом образовалось твердое вещество *A* и выделился газ *B*. Вещество *A* растворили в воде и добавили избыток нитрата бария, при этом выпало 27,58 г осадка. Газ *B* пропустили через трубку с раскаленной медью, и масса трубки увеличилась на 7,72 г. Установите формулу исходного соединения.

Решение:

Содержание верного ответа и указания по оцениванию (допускаются иные формулировки ответа, не искажающие его смысла)	Баллы
Из условия задания следует, что после пропускания CO_2 над соединением металла образовался карбонат металла и выделился кислород. Растворимыми в воде являются карбонаты щелочных металлов. Пусть формула неизвестного соединения металла с кислородом - Me_xO_y	1 балл 2 балла
$2\text{Me}_x\text{O}_y + x\text{CO}_2 = x\text{Me}_2\text{CO}_3 + (y - 0,5x) \text{O}_2 \uparrow$ (1)	2 балла
$\text{Me}_2\text{CO}_3 + \text{Ba}(\text{NO}_3)_2 = \text{BaCO}_3 \downarrow + 2\text{MeNO}_3$ (2)	2 балла
$2\text{Cu} + \text{O}_2 = 2\text{CuO}$ (3)	2 балла
Увеличение массы трубки с нагретой медью равно массе прореагировавшего кислорода (уравнение 3), поэтому	
$n(\text{O}_2) = 7,72 \text{ г} / 32 \text{ г/моль} = 0,24 \text{ моль}$.	1 балл
$n(\text{BaCO}_3) = 27,58 \text{ г} / 197 \text{ г/моль} = 0,14 \text{ моль}$.	1 балл
$n(\text{BaCO}_3) = n(\text{Me}_2\text{CO}_3) = 0,14 \text{ моль}$.	1 балл
$n(\text{Me}) = 2n(\text{Me}_2\text{CO}_3) = 0,14 \text{ моль} \cdot 2 = 0,28 \text{ моль}$	1 балл
$x / (y - 0,5x) = 0,14 / 0,24$ - уравнение (1)	2 балла
$x / y = 1 : 2$, поэтому, простейшая формула кислородного соединения MeO_2 .	1 балл
$n(\text{Me}_2\text{CO}_3) = n(\text{Me}) = 0,28 \text{ моль}$, следовательно, молярная масса равна: $M(\text{MeO}_2) = 32,9 / 0,28 = 117,5 \text{ г/моль}$	1 балл
$M(\text{Me}) = 117,5 \text{ г/моль} - 32 \text{ г/моль} = 85,5 \text{ г/моль}$ – это металл – рубидий (Rb)	1 балл
Искомая формула – RbO_2 .	2 балла
Максимальный балл:	20 баллов

Задание 4.

При растворении в воде 160 г сульфата меди (II) выделяется 66,53 кДж теплоты, а при растворении 428 г кристаллогидрата $\text{CuSO}_4 \cdot 3\text{H}_2\text{O}$ выделяется 30,2 кДж теплоты.

1. Составьте термохимические уравнения процессов растворения и образования кристаллогидрата из безводной соли.

2. Определите тепловой эффект процесса образования 1 моль $\text{CuSO}_4 \cdot 3\text{H}_2\text{O}$ из безводной соли.

Решение:

Содержание верного ответа и указания по оцениванию (допускаются иные формулировки ответа, не искажающие его смысла)	Баллы
1. Составлены термохимические уравнения процессов растворения и образования кристаллогидрата из безводной соли: $\text{CuSO}_4 (\text{тв.}) \rightarrow \text{Cu}^{2+} + \text{SO}_4^{2-} + Q_1$ $\text{CuSO}_4 \cdot 3\text{H}_2\text{O} (\text{тв.}) \rightarrow \text{Cu}^{2+} + \text{SO}_4^{2-} + 3\text{H}_2\text{O} + Q_2$ $\text{CuSO}_4 + 3\text{H}_2\text{O} \rightarrow \text{CuSO}_4 \cdot 3\text{H}_2\text{O} + Q_3$	3 балла 3 балла 3 балла
$M(\text{CuSO}_4) = 160 \text{ г/моль}; M(\text{CuSO}_4 \cdot 3\text{H}_2\text{O}) = 214 \text{ г/моль}.$	1 балл
$n(\text{CuSO}_4) = 160 \text{ г} / 160 \text{ г/моль} = 1 \text{ моль};$ $n(\text{CuSO}_4 \cdot 3\text{H}_2\text{O}) = 428 \text{ г} / 214 \text{ г/моль} = 2 \text{ моль}.$	2 балла 2 балла
2. Расчет теплового эффекта: $Q_3 = Q_1 - Q_2$ $Q_1 = 66,53 \text{ кДж/моль}; Q_2 = 30,2 \text{ кДж} / 2 \text{ моль} = 15,1 \text{ кДж/моль}, \text{ тогда}$ $Q_3 = 66,53 \text{ кДж/моль} - 15,1 \text{ кДж/моль} = 51,43 \text{ кДж/моль}.$	3 балла 2 балла 1 балл
Максимальный балл:	20 баллов

Задание 5.

В семи пронумерованных пробирках находятся индивидуальные вещества: сульфат аммония, карбонат аммония, сульфат цинка, сульфат марганца, ацетат свинца, карбонат натрия, карбонат кальция.

В отдельных пробирках находятся растворы гидроксида натрия и серная кислота.

1. Определите растворы гидроксида натрия и серную кислоту.
2. Заполните таблицу, указав в соответствующих ячейках поведение веществ в воде (растворение/нерастворение) и аналитические эффекты, сопровождающие взаимодействие их с растворами гидроксида натрия и серной кислоты (выделение газа, выпадение осадка, его растворимость в избытке реактива и т.д.).
3. Приведите уравнения реакций в соответствии с Вашей таблицей, сопровождающихся аналитическими эффектами (13 уравнений).

	$(\text{NH}_4)_2\text{SO}_4$	$(\text{NH}_4)_2\text{CO}_3$	ZnSO_4	MnSO_4	$\text{Pb}(\text{CH}_3\text{COO})_2$	Na_2CO_3	CaCO_3
H_2O							
NaOH							
H_2SO_4							

Реактивы: фенолфталеиновая бумага, вода.

Решение:

Содержание верного ответа и указания по оцениванию (допускаются иные формулировки ответа, не искажающие его смысла)								Баллы
1. В пробирки с растворами гидроксида натрия и серной кислоты добавляем фенолфталеин, там, где раствор приобретает малиновую окраску, это раствор NaOH								1,0 балл
2. Заполняем таблицу:								2,0 балла
	(NH ₄) ₂ SO ₄	(NH ₄) ₂ CO ₃	ZnSO ₄	MnSO ₄	Pb(CH ₃ COO) ₂	Na ₂ CO ₃	CaCO ₃	
H ₂ O	р	р	р	р	р	р	н	
NaOH	↑окраш. индик. бумаги	↑окраш. индик. бумаги	↓раств. в изб.	↓белый, бурет на возд.	↓раств. в изб.	--	--	
H ₂ SO ₄	--	↑	--	--	↓	↑	↑	
3. Уравнения реакций в соответствии с таблицей:								
1) (NH ₄) ₂ SO ₄ + 2NaOH(t ⁰) = Na ₂ SO ₄ + 2H ₂ O + 2NH ₃ ↑								1 балл
2) (NH ₄) ₂ CO ₃ + 2NaOH(t ⁰) = Na ₂ CO ₃ + 2H ₂ O + 2NH ₃ ↑								1 балл
3) ZnSO ₄ + 2NaOH = Na ₂ SO ₄ + Zn(OH) ₂ ↓								1 балл
4) Zn(OH) ₂ ↓ + 2NaOH(изб.) = Na ₂ [Zn(OH) ₄]								2балла
5) MnSO ₄ + 2NaOH = Na ₂ SO ₄ + Mn(OH) ₂ ↓								1 балл
6) 2Mn(OH) ₂ ↓ + O ₂ = 2MnO ₂ ↓ + 2H ₂ O								2 балла
7) Pb(CH ₃ COO) ₂ + 2NaOH = 2CH ₃ COONa + Pb(OH) ₂ ↓								1 балл
8) Pb(OH) ₂ ↓ + 2NaOH(изб.) = Na ₂ [Pb(OH) ₄]								2 балла
9) Pb(CH ₃ COO) ₂ + H ₂ SO ₄ = 2CH ₃ COOH + PbSO ₄ ↓								1 балл
10) PbSO ₄ ↓ + 4NaOH(изб.) = Na ₂ [Pb(OH) ₄] + Na ₂ SO ₄								2 балла
11) (NH ₄) ₂ CO ₃ + H ₂ SO ₄ = (NH ₄) ₂ SO ₄ + H ₂ O + CO ₂ ↑								1 балл
12) Na ₂ CO ₃ + H ₂ SO ₄ = Na ₂ SO ₄ + H ₂ O + CO ₂ ↑								1 балл
13) CaCO ₃ + H ₂ SO ₄ = CaSO ₄ + H ₂ O + CO ₂ ↑								1 балл
Максимальный балл:								20 баллов