

# 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
<b>1. Уравнения реакций, происходящих попарно между предложенными веществами в водном растворе:</b>	
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

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

**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:*

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

**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 $\text{CO}_2$ над соединением металла образовался карбонат металла и выделился кислород. Растворимыми в воде являются карбонаты щелочных металлов. Пусть формула неизвестного соединения металла с кислородом - $\text{Me}_x\text{O}_y$	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 $\text{MeO}_2$ .	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 – $\text{RbO}_2$ .	2 балла
<b>Максимальный балл:</b>	<b>20 баллов</b>

**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
<b>1. Составлены термохимические уравнения процессов растворения и образования кристаллогидрата из безводной соли:</b> $\text{CuSO}_4 (\text{тв.}) \rightarrow \text{Cu}^{2+} + \text{SO}_4^{2-} + Q_1$ $\text{CuSO}_4 \cdot 3\text{H}_2\text{O} (\text{тв.}) \rightarrow \text{Cu}^{2+} + \text{SO}_4^{2-} + 3\text{H}_2\text{O} + Q_2$ $\text{CuSO}_4 + 3\text{H}_2\text{O} \rightarrow \text{CuSO}_4 \cdot 3\text{H}_2\text{O} + Q_3$	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
<b>2. Расчет теплового эффекта:</b> $Q_3 = Q_1 - Q_2$ $Q_1 = 66,53 \text{ кДж/моль}; Q_2 = 30,2 \text{ кДж} / 2 \text{ моль} = 15,1 \text{ кДж/моль}, \text{ тогда}$ $Q_3 = 66,53 \text{ кДж/моль} - 15,1 \text{ кДж/моль} = 51,43 \text{ кДж/моль}.$	3 балла 2 балла 1 балл
<b>Максимальный балл:</b>	<b>20 баллов</b>

### 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).

	$(\text{NH}_4)_2\text{SO}_4$	$(\text{NH}_4)_2\text{CO}_3$	$\text{ZnSO}_4$	$\text{MnSO}_4$	$\text{Pb}(\text{CH}_3\text{COO})_2$	$\text{Na}_2\text{CO}_3$	$\text{CaCO}_3$
$\text{H}_2\text{O}$							
$\text{NaOH}$							
$\text{H}_2\text{SO}_4$							

*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 <sub>4</sub> ) <sub>2</sub> SO <sub>4</sub>	(NH <sub>4</sub> ) <sub>2</sub> CO <sub>3</sub>	ZnSO <sub>4</sub>	MnSO <sub>4</sub>	Pb(CH <sub>3</sub> COO) <sub>2</sub>	Na <sub>2</sub> CO <sub>3</sub>	CaCO <sub>3</sub>	
H <sub>2</sub> 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 <sub>2</sub> SO <sub>4</sub>	--	↑	--	--	↓	↑	↑	
3. Уравнения реакций в соответствии с таблицей:								
1) (NH <sub>4</sub> ) <sub>2</sub> SO <sub>4</sub> + 2NaOH(t <sup>0</sup> ) = Na <sub>2</sub> SO <sub>4</sub> + 2H <sub>2</sub> O + 2NH <sub>3</sub> ↑								1 балл
2) (NH <sub>4</sub> ) <sub>2</sub> CO <sub>3</sub> + 2NaOH(t <sup>0</sup> ) = Na <sub>2</sub> CO <sub>3</sub> + 2H <sub>2</sub> O + 2NH <sub>3</sub> ↑								1 балл
3) ZnSO <sub>4</sub> + 2NaOH = Na <sub>2</sub> SO <sub>4</sub> + Zn(OH) <sub>2</sub> ↓								1 балл
4) Zn(OH) <sub>2</sub> ↓ + 2NaOH(изб.) = Na <sub>2</sub> [Zn(OH) <sub>4</sub> ]								2балла
5) MnSO <sub>4</sub> + 2NaOH = Na <sub>2</sub> SO <sub>4</sub> + Mn(OH) <sub>2</sub> ↓								1 балл
6) 2Mn(OH) <sub>2</sub> ↓ + O <sub>2</sub> = 2MnO <sub>2</sub> ↓ + 2H <sub>2</sub> O								2 балла
7) Pb(CH <sub>3</sub> COO) <sub>2</sub> + 2NaOH = 2CH <sub>3</sub> COONa + Pb(OH) <sub>2</sub> ↓								1 балл
8) Pb(OH) <sub>2</sub> ↓ + 2NaOH(изб.) = Na <sub>2</sub> [Pb(OH) <sub>4</sub> ]								2 балла
9) Pb(CH <sub>3</sub> COO) <sub>2</sub> + H <sub>2</sub> SO <sub>4</sub> = 2CH <sub>3</sub> COOH + PbSO <sub>4</sub> ↓								1 балл
10) PbSO <sub>4</sub> ↓ + 4NaOH(изб.) = Na <sub>2</sub> [Pb(OH) <sub>4</sub> ] + Na <sub>2</sub> SO <sub>4</sub>								2 балла
11) (NH <sub>4</sub> ) <sub>2</sub> CO <sub>3</sub> + H <sub>2</sub> SO <sub>4</sub> = (NH <sub>4</sub> ) <sub>2</sub> SO <sub>4</sub> + H <sub>2</sub> O + CO <sub>2</sub> ↑								1 балл
12) Na <sub>2</sub> CO <sub>3</sub> + H <sub>2</sub> SO <sub>4</sub> = Na <sub>2</sub> SO <sub>4</sub> + H <sub>2</sub> O + CO <sub>2</sub> ↑								1 балл
13) CaCO <sub>3</sub> + H <sub>2</sub> SO <sub>4</sub> = CaSO <sub>4</sub> + H <sub>2</sub> O + CO <sub>2</sub> ↑								1 балл
<b>Максимальный балл:</b>								<b>20 баллов</b>