



Олимпиада «МИСиС зажигает звезды»

Физико-химическое направление

Заключительный этап 2021 г.

Вариант 1

9 класс

№	Задание	Ответы	Баллы
1	Запишите координационную формулу комплексного соединения по его брутто-формуле: $\text{H}_{14}\text{O}_2\text{N}_4\text{Cu}$. Назовите комплексное соединение.		15
2	Опишите визуальные изменения, которые произойдут после прибавления нескольких капель фенолфталеина в пробирки, содержащие водные растворы следующих веществ: а) соляная кислота; б) гидроксид натрия; в) Na_2CO_3		15
3	Приведите уравнение реакции соли фосфорной кислоты с нитратом серебра в молекулярном, полном и сокращенном ионном виде. Дайте названия всем веществам, участвующих в реакции. Назовите тип реакции. Укажите сумму коэффициентов в сокращенном ионном уравнении.		20
4	В избытке кислорода сожгли 4,8 г магния, к продукту сгорания добавили избыток воды и пропустили через полученную взвесь оксид серы (IV) до прекращения реакции. Определите массу образовавшейся соли		20
5	В лаборатории стоят пять колб с водными растворами различных веществ, а рядом лежат этикетки с названиями этих веществ: "иодид калия", "карбонат калия", "соляная кислота", "хлорид меди" "гидроксид бария". Помогите наклеить этикетки на колбы, если при сливании раствора из первой колбы с раствором из второй колбы выделяется газ, при сливании содержимого первой колбы с содержимым третьей - образуется белый осадок, и при сливании содержимого первой колбы с содержимым четвертой – выпадает бледно-голубой осадок, который через некоторое время становится зеленым. Напишите уравнения реакций, проходящих при сливании растворов.		30



Олимпиада «МИСиС зажигает звезды»

Физико-химическое направление

Заключительный этап 2021 г.

Вариант 2

9 класс

№	Задание	Ответы	Баллы
1	Запишите координационную формулу комплексного соединения по его брутто-формуле: $N_6C_6K_4Fe$. Назовите комплексное соединение.		15
2	Опишите визуальные изменения, которые произойдут после прибавления нескольких капель метилоранжа в пробирки, содержащие водные растворы следующих веществ: а) хлорид натрия; б) $NaCN$; в) нитрат аммония		15
3	Приведите уравнение реакции $ZnCl_2$ с солью угольной кислоты в молекулярном, полном и сокращенном ионном виде. Дайте названия всем веществам, участвующих в реакции. Назовите тип реакции. Укажите сумму коэффициентов в сокращенном ионном уравнении.		20
4	Образец кальция массой 2,0 г сожгли в избытке кислорода, продукт сгорания поместили в воду и через полученную взвесь пропускали оксид серы (IV) до прекращения поглощения газа. Определите состав и массу образовавшейся соли.		20
5	В пяти пробирках без этикеток находятся растворы гидроксида, сульфида, хлорида, йодида натрия и аммиака. Определите эти вещества при помощи одного дополнительного реактива. Приведите уравнения химических реакций		30



Олимпиада «МИСиС зажигает звезды»

Физико-химическое направление

Заключительный этап 2021 г.

Вариант 3

9 класс

№	Задание	Ответы	Баллы
1	Запишите координационную формулу комплексного соединения по его брутто-формуле: $N_4H_{12}Cl_2Cd$. Назовите комплексное соединение.		15
2	Опишите визуальные изменения, которые произойдут после прибавления нескольких капель лакмуса в пробирки, содержащие водные растворы следующих веществ: а) нитрат бария; б) KNO_2 ; в) хлорид аммония		15
3	Приведите уравнение реакции соли сернистой кислоты с хлоридом кобальта в молекулярном, полном и сокращенном ионном виде. Дайте названия всем веществам, участвующих в реакции. Назовите тип реакции. Укажите сумму коэффициентов в сокращенном ионном уравнении.		20
4	В избытке кислорода сожгли 6,85 г бария, к продукту сгорания добавили избыток воды и пропустили через полученную взвесь оксид серы (IV) до прекращения реакции. Определите массу образовавшейся соли		20
5	В пяти пробирках без надписей находятся безводные соединения: сульфат меди, сульфид алюминия, хлорид натрия, хлорид алюминия, хлорид аммония. Как можно определить содержимое каждой пробирки, если имеется только набор пустых пробирок, вода и горелка. Напишите уравнения реакций.		30



Олимпиада «МИСиС зажигает звезды»

Физико-химическое направление

Заключительный этап 2021 г.

Вариант 4

9 класс

№	Задание	Ответы	Баллы
1	Запишите координационную формулу комплексного соединения по его брутто-формуле: $\text{H}_4\text{O}_4\text{Na}_2\text{Zn}$. Назовите комплексное соединение.		15
2	Опишите визуальные изменения, которые произойдут после прибавления нескольких капель универсального индикатора в пробирки, содержащие водные растворы следующих веществ: а) сульфит натрия; б) KClO_3 ; в) нитрат никеля		15
3	Приведите уравнение реакции фосфата натрия с MgCl_2 в молекулярном, полном и сокращенном ионном виде. Дайте названия всем веществам, участвующих в реакции. Назовите тип реакции. Укажите сумму коэффициентов в сокращенном ионном уравнении.		20
4	Образец кальция массой 2,8 г сожгли в избытке кислорода, продукт сгорания поместили в воду и через полученную взвесь пропускали оксид углерода (IV) до получения прозрачного раствора. Определите состав и массу образовавшейся соли.		20
5	В четырех пронумерованных склянках без этикеток находятся твердые оксид фосфора (V), оксид кальция, нитрат свинца, хлорид кальция. Определить, в какой из склянок находится каждое из указанных соединений, если известно, что вещества из 1 и 2 склянок бурно реагируют с водой, а вещества из 3 и 4 растворяются в воде, причем полученные растворы веществ из 1 и 3 склянок могут реагировать со всеми остальными растворами с образованием осадков. Напишите уравнения реакций, проходящих при смешивании веществ.		30

Заключительный этап

Направление: физико-химическое

Класс: 9

№	Вариант 1	Вариант 2	Вариант 3	Вариант 4
1	$[\text{Cu}(\text{NH}_3)_4](\text{OH})_2$ Гидроксид тетраамминмеди (II)	$\text{K}_4[\text{Fe}(\text{CN})_6]$ Гексацианоферрат (II) калия	$[\text{Cd}(\text{NH}_3)_4]\text{Cl}_2$ Хлорид тетраамминкадмия	$\text{Na}_2[\text{Zn}(\text{OH})_4]$ Тетрагидроксоцинкат натрия
2	а) бесцветный или не окрашивается; б) малиновый; в) малиновый (розовый)	а) оранжевый; б) желтый; в) красный (розовый)	а) фиолетовый; б) синий; в) красный	а) синий; б) желтый; в) красный
3	$\text{Na}_3\text{PO}_4 + 3\text{AgNO}_3 \rightarrow 3\text{NaNO}_3 + \text{Ag}_3\text{PO}_4 \downarrow$ молекулярное уравнение $3\text{Na}^+ + \text{PO}_4^{3-} + 3\text{Ag}^+ + 3\text{NO}_3^- \rightarrow 3\text{Na}^+ + 3\text{NO}_3^- + \text{Ag}_3\text{PO}_4 \downarrow$ полное ионное уравнение $\text{PO}_4^{3-} + 3\text{Ag}^+ \rightarrow \text{Ag}_3\text{PO}_4 \downarrow$ сокращенное ионное уравнение Фосфат натрия+нитрат серебра→нитрат натрия+фосфат серебра Реакция обмена Сумма коэффициентов 5	$\text{ZnCl}_2 + \text{Na}_2\text{CO}_3 \rightarrow \text{ZnCO}_3 \downarrow + 2\text{NaCl}$ молекулярное уравнение $\text{Zn}^{2+} + 2\text{Cl}^- + 2\text{Na}^+ + \text{CO}_3^{2-} \rightarrow \text{ZnCO}_3 \downarrow + 2\text{Na}^+ + 2\text{Cl}^-$ полное ионное уравнение $\text{Zn}^{2+} + \text{CO}_3^{2-} \rightarrow \text{ZnCO}_3 \downarrow$ сокращенное ионное уравнение Хлорид цинка+карбонат натрия→карбонат цинка+хлорид натрия Реакция обмена Сумма коэффициентов 3	$\text{CoCl}_2 + \text{Na}_2\text{SO}_3 \rightarrow \text{CoSO}_3 \downarrow + 2\text{NaCl}$ молекулярное уравнение $\text{Co}^{2+} + 2\text{Cl}^- + 2\text{Na}^+ + \text{SO}_3^{2-} \rightarrow \text{CoSO}_3 \downarrow + 2\text{Na}^+ + 2\text{Cl}^-$ полное ионное уравнение $\text{Co}^{2+} + \text{SO}_3^{2-} \rightarrow \text{CoSO}_3 \downarrow$ сокращенное ионное уравнение Хлорид кобальта+сульфит натрия→сульфит кобальта+хлорид натрия Реакция обмена Сумма коэффициентов 3	$2\text{Na}_3\text{PO}_4 + 3\text{MgCl}_2 \rightarrow 6\text{NaCl} + \text{Mg}_3(\text{PO}_4)_2 \downarrow$ молекулярное уравнение $6\text{Na}^+ + 2\text{PO}_4^{3-} + 3\text{Mg}^{2+} + 6\text{Cl}^- \rightarrow 6\text{Na}^+ + 6\text{Cl}^- + \text{Mg}_3(\text{PO}_4)_2 \downarrow$ полное ионное уравнение $2\text{PO}_4^{3-} + 3\text{Mg}^{2+} \rightarrow \text{Mg}_3(\text{PO}_4)_2 \downarrow$ сокращенное ионное уравнение Фосфат натрия+хлорид магния→хлорид натрия+фосфат магния Реакция обмена Сумма коэффициентов 6
4	$2\text{Mg} + \text{O}_2 \rightarrow 2\text{MgO}$ $\text{MgO} + \text{H}_2\text{O} \rightarrow \text{Mg}(\text{OH})_2$ $\text{Mg}(\text{OH})_2 + \text{SO}_2 \rightarrow \text{MgSO}_3 + \text{H}_2\text{O}$ $\text{MgSO}_3 + \text{H}_2\text{O} + \text{SO}_2 \rightarrow \text{Mg}(\text{HSO}_3)_2$ 4,8 г магния соответствует $4,8/24 = 0,2$ моль. Получится 0,2 моль кислой соли или $186 \cdot 0,2 = 37,2$ г $\text{Mg}(\text{HSO}_3)_2$ Ответ: 37,2 г $\text{Mg}(\text{HSO}_3)_2$	$\text{Ca} + 1/2 \text{O}_2 \rightarrow \text{CaO}$; $\text{CaO} + \text{H}_2\text{O} \rightarrow \text{Ca}(\text{OH})_2$ $\text{Ca}(\text{OH})_2 + \text{SO}_2 = \text{CaSO}_3 + \text{H}_2\text{O}$; $\text{CaSO}_3 + \text{SO}_2 + \text{H}_2\text{O} = \text{Ca}(\text{HSO}_3)_2$ реакция прекращается после превращения всего гидроксида в кислую соль. 2,0 г кальция соответствуют $2/40 = 0,05$ моль. По цепочке: получается 0,05 моль кислой соли или $202 \cdot 0,05 = 10,1$ (г) Ответ: 10,1 г $\text{Ca}(\text{HSO}_3)_2$	$2\text{Ba} + \text{O}_2 \rightarrow 2\text{BaO}$ $\text{BaO} + \text{H}_2\text{O} \rightarrow \text{Ba}(\text{OH})_2$ $\text{Ba}(\text{OH})_2 + \text{SO}_2 \rightarrow \text{BaSO}_3 + \text{H}_2\text{O}$ $\text{BaSO}_3 + \text{H}_2\text{O} + \text{SO}_2 \rightarrow \text{Ba}(\text{HSO}_3)_2$ 6,85 г бария соответствует $6,85/137 = 0,05$ моль. Получится 0,05 моль кислой соли или $299 \cdot 0,05 = 14,95$ г $\text{Ba}(\text{HSO}_3)_2$ Ответ: 14,95 г $\text{Ba}(\text{HSO}_3)_2$	$\text{Ca} + 1/2 \text{O}_2 \rightarrow \text{CaO}$; $\text{CaO} + \text{H}_2\text{O} \rightarrow \text{Ca}(\text{OH})_2$ $\text{Ca}(\text{OH})_2 + \text{CO}_2 = \text{CaCO}_3 + \text{H}_2\text{O}$; $\text{CaCO}_3 + \text{CO}_2 + \text{H}_2\text{O} = \text{Ca}(\text{HCO}_3)_2$ реакция прекращается после превращения всего гидроксида в кислую соль. 2,8 г кальция соответствуют $2,8/40 = 0,07$ моль. По цепочке: получается 0,07 моль кислой соли или $162 \cdot 0,07 = 11,34$ (г) Ответ: 11,34 г $\text{Ca}(\text{HCO}_3)_2$
5	1- Карбонат калия, 2- Соляная кислота 3- Гидроксид бария 4- Хлорид меди	Во все пробирки добавляем раствор медного купороса (CuSO_4): $2\text{NaOH} + \text{CuSO}_4 \rightarrow \text{Na}_2\text{SO}_4 + \text{Cu}(\text{OH})_2 \downarrow$ голубой осадок	Отложим часть солей в пустые пробирки и прильем воду в каждую пробирку: $\text{CuSO}_4 + 5\text{H}_2\text{O} \rightarrow \text{CuSO}_4 \cdot 5\text{H}_2\text{O}$	1- Оксид фосфора (V), 2- Оксид кальция 3- Нитрат свинца 4- Хлорид кальция

	<p>5- Иодид калия $K_2CO_3 + 2HCl \rightarrow 2KCl + H_2O + CO_2 \uparrow$, $K_2CO_3 + Ba(OH)_2 \rightarrow BaCO_3 \downarrow + 2KOH$ $K_2CO_3 + CuCl_2 \rightarrow CuCO_3 \downarrow + 2KCl$</p>	<p>$Na_2S + CuSO_4 \rightarrow Na_2SO_4 + CuS \downarrow$ черный осадок $NaCl + CuSO_4$ изменений нет $4NaI + 2CuSO_4 \rightarrow 2Na_2SO_4 + 2CuI + I_2 \downarrow$ коричневый осадок $4NH_3 + CuSO_4 \rightarrow [Cu(NH_3)_4]SO_4$ синий раствор или голубой осадок, растворимый в избытке раствора аммиака</p>	<p>образуется голубой раствор и кристаллы $Al_2S_3 + 6H_2O \rightarrow 2Al(OH)_3 \downarrow + 3H_2S \uparrow$ образуется осадок и выделяется газ с неприятным запахом. $AlCl_3 + 3H_2O \rightarrow Al(OH)_3 \downarrow + 3HCl$ образуется белый осадок. Хлорид натрия и хлорид аммония растворяются, не реагируя с водой. Их можно различить, нагревая на горелке по окраске пламени: соли натрия окрашивают пламя горелки в желтый цвет</p>	<p>$P_2O_5 + 3H_2O \rightarrow 2H_3PO_4$, $CaO + H_2O \rightarrow Ca(OH)_2$ нитрат свинца, хлорид кальция растворяются – т.е. 3 и 4 банки. Раствор из 1 это H_3PO_4: $2H_3PO_4 + 3Ca(OH)_2 \rightarrow Ca_3(PO_4)_2 \downarrow + 6H_2O$ $2H_3PO_4 + 3Pb(NO_3)_2 \rightarrow Pb_3(PO_4)_2 \downarrow + 6HNO_3$ $2H_3PO_4 + 3CaCl_2 \rightarrow Ca_3(PO_4)_2 \downarrow + 6HCl$ 3 банка это нитрат свинца $3Pb(NO_3)_2 + 2H_3PO_4 \rightarrow Pb_3(PO_4)_2 \downarrow + 6HNO_3$ $Pb(NO_3)_2 + Ca(OH)_2 \rightarrow Pb(OH)_2 \downarrow + Ca(NO_3)_2$ $Pb(NO_3)_2 + CaCl_2 \rightarrow PbCl_2 \downarrow + Ca(NO_3)_2$</p>
--	---	--	---	--

Олимпиада «МИСиС зажигает звезды»

Направление: (физико-химическое)

Заключительный тур 2021 г.

9 класс

1 вариант

Задача 1 (15 баллов)

Условие: Запишите координационную формулу комплексного соединения по его брутто-формуле: $\text{H}_{14}\text{O}_2\text{N}_4\text{Cu}$. Назовите комплексное соединение.

Решение:

Комплексообразователем будет ион меди. Так как есть N и достаточно большое количество H, можно предположить, что лигандом будет NH_3 . По заряду комплексообразователя (Cu^{+2}) можно предположить, что лигандов должно быть 4, это подтверждается количеством атомов N брутто-формулы, следовательно, можно записать: $[\text{Cu}(\text{NH}_3)_4]^{+2}$. Остается 2 O и $14\text{H}-12\text{H}=2\text{H}$, предполагаем, что это гидроксигруппа. Запишем формулу $[\text{Cu}(\text{NH}_3)_4](\text{OH})_2$.

Назовем соединение:

В названиях комплексных соединений, первым указывают анион, а затем – катион. Т.е. гидроксигруппы первые в названии, будет гидроксид комплекса. В названии комплекса сначала указывают лиганды, их количество, а после – комплексообразователь. Т.е. получаем тетраамминмеди.

Следовательно, полное название: гидроксид тетраамминмеди(II)

Ответ: $[\text{Cu}(\text{NH}_3)_4](\text{OH})_2$ гидроксид тетраамминмеди(II)

Критерии оценивания:

0 – ответ совершенно неверный

7,5 – правильно записана формула, но неверно названо вещество или верно названо вещество, но неверно записана формула

15 – правильно записана формула и названо вещество

Олимпиада «МИСиС зажигает звезды»

Направление: (физико-химическое)

Заключительный тур 2021 г.

Задача 2 (15 баллов)

Опишите визуальные изменения, которые произойдут после прибавления нескольких капель фенолфталеина в пробирки, содержащие водные растворы следующих веществ:

- а) соляная кислота;
- б) гидроксид натрия;
- в) Na_2CO_3

Решение: Фенолфталеин является кислотно-основным индикатором, поэтому изменяет свою окраску в зависимости от кислотности (рН) среды, следующим образом:

в кислой среде – бесцветный,

в щелочной среде – малиновый,

в кислой среде – бесцветный.

а) соляная кислота это кислота, ее раствор имеет кислую среду, следовательно, фенолфталеин станет бесцветным.

б) гидроксид натрия это щелочь, среда щелочная, фенолфталеин приобретет малиновую окраску.

в) Na_2CO_3 это соль образована слабой кислотой и сильным основанием, следовательно, в растворе будет иметь слабощелочную реакцию и фенолфталеин приобретет малиновую окраску

Ответ:

- а) бесцветный или не окрашивается;
- б) малиновый;
- в) малиновый (розовый)

Критерии оценивания:

0 – ответ совершенно неверный

5 – правильный ответ дан для одного из веществ

10 – правильный ответ дан для двух веществ

15 – ответ верный для трех веществ

Олимпиада «МИСиС зажигает звезды»

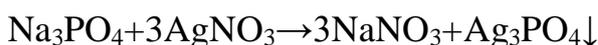
Направление: (физико-химическое)

Заключительный тур 2021 г.

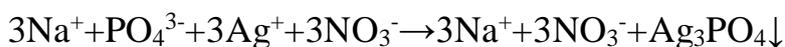
Задача 3 (20 баллов)

Приведите уравнение реакции соли фосфорной кислоты с нитратом серебра в молекулярном, полном и сокращенном ионном виде. Дайте названия всем веществам, участвующих в реакции. Назовите тип реакции. Укажите сумму коэффициентов в сокращенном ионном уравнении.

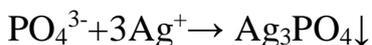
Решение:



молекулярное уравнение



полное ионное уравнение



сокращенное ионное уравнение

Фосфат натрия + нитрат серебра → нитрат натрия + фосфат серебра

Реакция обмена

Сумма коэффициентов в сокращенном ионном уравнении равно 5

Критерии оценивания:

0 – решение полностью неверно

5 – если написано правильно одно из уравнений, или названы правильно все вещества, участвующие в реакции, или правильно указана сумма коэффициентов

10 – если написаны правильно уравнения, и названы правильно все вещества или написаны правильно уравнения и правильно указана сумма коэффициентов

20 – ответы на все вопросы даны верно

Задача 4 (20 баллов)

В избытке кислорода сожгли 4,8 г магния, к продукту сгорания добавили избыток воды и пропустили через полученную взвесь оксид серы (IV) до прекращения реакции. Определите массу образовавшейся соли

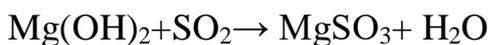
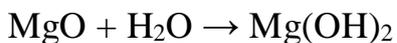
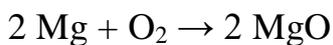
Решение:

Олимпиада «МИСиС зажигает звезды»

Направление: (физико-химическое)

Заключительный тур 2021 г.

Запишем уравнения протекающих реакций в соответствии с условием задачи:



В соответствии с уравнениями реакции количество моль магния равно количеству образующейся кислой соли $n(\text{Mg}) = n(\text{Mg}(\text{HSO}_3)_2)$. Найдем количество вещества магния, которое сожгли: $n(\text{Mg}) = 4,8/24 = 0,2$ моль. Находим массу образовавшейся соли: $m(\text{Mg}(\text{HSO}_3)_2) = 186 \cdot 0,2 = 37,2$ г $\text{Mg}(\text{HSO}_3)_2$

Ответ: 37,2 г $\text{Mg}(\text{HSO}_3)_2$

Критерии оценивания:

0 – ответ совершенно неверный

10 – ход решения верный, но вычисления не верны

20 – представленные ход решения и вытекающий из него ответ верны

Задача 5 (30 баллов)

В лаборатории стоят пять колб с водными растворами различных веществ, а рядом лежат этикетки с названиями этих веществ: "иодид калия", "карбонат калия", "соляная кислота", "хлорид меди" "гидроксид бария". Помогите наклеить этикетки на колбы, если при сливании раствора из первой колбы с раствором из второй колбы выделяется газ, при сливании содержимого первой колбы с содержимым третьей - образуется белый осадок, и при сливании содержимого первой колбы с содержимым четвертой – выпадает бледно-голубой осадок, который через некоторое время становится зеленым. Напишите уравнения реакций, проходящих при сливании растворов.

Решение:

Олимпиада «МИСиС зажигает звезды»

Направление: (физико-химическое)

Заключительный тур 2021 г.

Запишем формулы имеющихся веществ: KI, K₂CO₃, HCl, CuCl₂, Ba(OH)₂.

По условию задачи при сливании раствора из первой колбы с раствором из второй колбы выделяется газ, из представленных веществ, выделяющимся газом может быть углекислый газ при реакции карбоната калия с соляной кислотой: $K_2CO_3 + 2HCl \rightarrow 2KCl + H_2O + CO_2 \uparrow$, т.о., предположим, что в первой пробирке – карбонат калия, а во второй – соляная кислота.

При сливании содержимого первой колбы с содержимым третьей - образуется белый осадок. В первой колбе мы предположили, что находится карбонат калия. Осадок может выпасть только при взаимодействии с гидроксидом бария: $K_2CO_3 + Ba(OH)_2 \rightarrow BaCO_3 \downarrow + 2KOH$. Т.о., предполагаем, что в третьей пробирке – гидроксид бария.

И по условию задачи при сливании содержимого первой колбы с содержимым четвертой – выпадает бледно-голубой осадок, который через некоторое время становится зеленым, по описанию таким осадком может быть карбонат меди, следовательно в четвертой пробирке находится хлорид меди: $K_2CO_3 + CuCl_2 \rightarrow CuCO_3 \downarrow + 2KCl$.

По остаточному принципу в пятой пробирке находится иодид калия.

Ответ:

1. Карбонат калия,
2. Соляная кислота
3. Гидроксид бария
4. Хлорид меди
5. Иодид калия

Критерии оценивания:

0 – ответ совершенно неверный

10 – вещества в двух из пяти пробирок описаны верно

20 – вещества во всех пробирках описаны верно