

**Критерии оценивания ответов на  
задания по химии  
очного тура олимпиады школьников «агро-2019»**

1. В лаборатории ученики проводили опыты, сливая попарно растворы а) хлорида бария и карбоната натрия, б) гидроксида цинка и гидроксида калия, в) гидроксида натрия и хлорида калия. Подскажите учащимся, какая реакция не будет протекать и почему. Составьте уравнения протекающих реакций в молекулярном, полном и сокращенном ионно-молекулярном виде.

РЕШЕНИЕ:

Правильный ответ	Критерии оценивания в баллах
Не будет протекать реакция $\text{NaCl} + \text{KOH}$ , т. к. продукты реакции растворимы в воде и полностью диссоциируют на ионы. ( $\text{NaOH} + \text{KCl} = \text{NaCl} + \text{KOH}$ $\text{Na}^+ + \text{OH}^- + \text{K}^+ + \text{Cl}^- = \text{Na}^+ + \text{Cl}^- + \text{K}^+ + \text{OH}^-$ )	2 балла
$\text{BaCl}_2 + \text{Na}_2\text{CO}_3 = \text{BaCO}_3 \downarrow + 2\text{NaCl}$ $\text{Ba}^+ + 2\text{Cl}^- + 2\text{Na}^+ + \text{CO}_3^{2-} = \text{BaCO}_3 \downarrow + 2\text{Na}^+ + 2\text{Cl}^-$ $\text{Ba}^+ + 2\text{Cl}^- + 2\text{Na}^+ + \text{CO}_3^{2-} = \text{BaCO}_3 \downarrow + 2\text{Na}^+ + 2\text{Cl}^-$	4 балла
$\text{Zn}(\text{OH})_2 + 2\text{KOH} = \text{K}_2[\text{Zn}(\text{OH})_4]$ $\text{Zn}(\text{OH})_2 + 2\text{K}^+ + 2\text{OH}^- = 2\text{K}^+ + [\text{Zn}(\text{OH})_4]^{2-}$ $\text{Zn}(\text{OH})_2 + 2\text{OH}^- = [\text{Zn}(\text{OH})_4]^{2-}$	4 балла
<b>ИТОГО</b>	<b>10 баллов</b>

2. Для некорневых подкормок кукурузы микроэлементами были приобретены удобрения в виде нитратов меди и цинка, анализ которых показал, что они содержат примеси токсичных металлов и инертных наполнителей в виде солей нитратов натрия, бария и свинца. Предложите способ отделить токсичные металлы от микроэлементов из раствора. Напишите, уравнения соответствующих реакций в молекулярном виде.

РЕШЕНИЕ:

Правильный ответ	Критерии оценивания в баллах
При добавлении избытка водного раствора аммиака выпадает осадок $\text{Pb}(\text{OH})_2$ $\text{Cu}(\text{NO}_3)_2 + 4\text{NH}_3 = [\text{Cu}(\text{NH}_3)_4](\text{NO}_3)_2$ $\text{Zn}(\text{NO}_3)_2 + 4\text{NH}_3 = [\text{Zn}(\text{NH}_3)_4](\text{NO}_3)_2$ $\text{Pb}(\text{NO}_3)_2 + 2\text{NH}_3 + 2\text{H}_2\text{O} = \text{Pb}(\text{OH})_2 \downarrow + 2\text{NH}_4\text{NO}_3$	10 баллов
Из получившегося раствора выделяют барий в виде сульфата $\text{Ba}(\text{NO}_3)_2 + \text{Na}_2\text{SO}_4 = \text{BaSO}_4 \downarrow + 2\text{NaNO}_3$	8 баллов
В растворе останутся соли микроэлементов $\text{Cu}^{2+}$ , $\text{Zn}^{2+}$ и $\text{Na}^+$ - инертный наполнитель, не являющийся токсичным	2 балла
<b>ИТОГО</b>	<b>20 баллов</b>

3. Вы, конечно, знаете общие формулы членов гомологических рядов – метана, этена, этина. Попробуйте вывести общую формулу членов любых гомологических рядов (не обязательно углеводородов), если известна формула первого члена этого ряда.

РЕШЕНИЕ:

Правильный ответ	Критерии оценивания в баллах
Формула члена гомологического ряда – $C_xH_yA_z$ , где А – атом или функциональный заместитель следующий член ряда следующий член ряда содержит звено $CH_2$ , и его формула имеет вид $C_{x+1}H_{y+1}A_z$ , (n+1)-й член гомологического ряда имеет общую формулу $C_{x+n}H_{y+n}A_z$	10 баллов
ИТОГО	10 баллов

4. Соединения шестивалентного хрома весьма ядовиты, по сравнению с трехвалентным, который используется в качестве биологических добавок в кормах. В почвенном растворе могут происходить следующие трансформации соединений хрома при изменении рН или в присутствии восстановителей. Осуществите следующие превращения:



Напишите уравнения протекающих реакций в молекулярном, полном и сокращенном ионно-молекулярном виде.

Окислительно-восстановительные реакции уравняйте методом электронного баланса.

РЕШЕНИЕ:

Правильный ответ	Критерии оценивания в баллах
$K_2Cr_2O_7 + 4H_2SO_4 + 3Na_2SO_3 = Cr_2(SO_4)_3 + 3Na_2SO_4 + K_2SO_4 + 4H_2O$ $2Cr^{+6} + 6\bar{e} = 2Cr^{3+} \quad  1  \text{ окислитель}$ $S^{+4} - 2\bar{e} = S^{+6} \quad  3  \text{ восстановитель}$	5 баллов
$Cr_2(SO_4)_3 + 2NaOH = 2CrOHSO_4 + Na_2SO_4$ $2Cr^{3+} + 3SO_4^{2-} + 2Na^+ 2OH^- = 2CrOH^{2+} + SO_4^{2-} 2Na^+ + SO_4^{2-}$ $2Cr^{3+} + 2OH^- = 2CrOH^{2+}$	5 баллов
$CrOHSO_4 + 2NaOH = Cr(OH)_3\downarrow + Na_2SO_4$ $CrOH^{2+} + SO_4^{2-} + 2Na^+ + 2OH^- = Cr(OH)_3 + 2Na^+ + SO_4^{2-}$ $CrOH^{2+} + 2OH^- = Cr(OH)_3$	5 баллов
$Cr(OH)_3 + 3NaOH = Na_3[Cr(OH)_6]$ $Cr(OH)_3 + 3Na^+ + 3OH^- = 3Na^+ + [Cr(OH)_3]^{3-}$ $Cr(OH)_3 + 3OH^- = [Cr(OH)_3]^{3-}$	5 балла
ИТОГО	20 баллов

5. Рабочему фермы надо приготовить 10 л 10%-го раствора соды  $Na_2CO_3$ . В наличии имеется только кристаллическая сода  $Na_2CO_3 \cdot 10H_2O$ . Помогите рабочему рассчитать количество кристаллической соды и воды, необходимой для приготовления раствора. Плотность 10%-го раствора  $Na_2CO_3$  1,1 г/мл.

## РЕШЕНИЕ:

Правильный ответ	Критерии оценивания в баллах
Дано $\omega(\text{Na}_2\text{CO}_3) = 10 \%$ $V = 10 \text{ л} = 10\,000 \text{ мл}$ $\rho = 1,1 \text{ г/мл}$ $m(\text{Na}_2\text{CO}_3 \cdot 10\text{H}_2\text{O}) - ?$ $m(\text{H}_2\text{O}) - ?$	1 балл
Решение 1) $m_{\text{р-ра}} = \rho \cdot V = 1,1 \cdot 10\,000 = 11\,000 \text{ мл}$	5 баллов
2) $m(\text{Na}_2\text{CO}_3) = \omega(\text{Na}_2\text{CO}_3) \cdot m_{\text{р-ра}} = 0,1 \cdot 11\,000 = 1\,100 \text{ г}$	5 баллов
3) $v(\text{Na}_2\text{CO}_3) = v(\text{Na}_2\text{CO}_3 \cdot 10\text{H}_2\text{O})$ $m(\text{Na}_2\text{CO}_3) / M(\text{Na}_2\text{CO}_3) = m(\text{Na}_2\text{CO}_3 \cdot 10\text{H}_2\text{O}) / M(\text{Na}_2\text{CO}_3 \cdot 10\text{H}_2\text{O})$ $1\,100 / (23 \cdot 2 + 12 + 16 \cdot 3) = m(\text{Na}_2\text{CO}_3 \cdot 10\text{H}_2\text{O}) / ((23 \cdot 2 + 12 + 16 \cdot 3 + 18 \cdot 3))$ $m(\text{Na}_2\text{CO}_3 \cdot 10\text{H}_2\text{O}) = 2\,967 \text{ г}$	6 балла
4) $m(\text{H}_2\text{O}) = m_{\text{р-ра}} - m(\text{Na}_2\text{CO}_3 \cdot 10\text{H}_2\text{O}) = 11\,000 - 2\,967 \approx 8\,000 \text{ г}$ или 8 литров	3 балла
ИТОГО	20 баллов

6. Одним из самых популярных алхимических «открытий» было получение золота из свинца. Один из алхимиков изготовил из свинца три одинаковых по массе чаши, налил в первую – нитрат натрия, во вторую – нитрат золота (III), в третью нитрат меди (II). Через несколько дней он вылил растворы и взвесил чаши. Оказалось, что одна из них не поменяла вес, другие две изменили массу.

Объясните, что произошло. Чаши с какими веществами поменяли вес и в какую сторону уменьшения или увеличения массы? Напишите уравнения соответствующих реакций.

Удалось ли алхимику перевести свинец в золото в прямом смысле?

## РЕШЕНИЕ:

Правильный ответ	Критерии оценивания в баллах
1) $\text{Pb} + \text{NaNO}_3$ – реакция не идет	1 балл
2) $3\text{Pb} + 2\text{Au}(\text{NO}_3)_3 = 3\text{Pb}(\text{NO}_3)_2 + 2\text{Au}$ $\text{Au}^{+3} + 3\text{e}^- = \text{Au}^0$  2  окислитель $\text{Pb}^0 - 2\text{e}^- = \text{Pb}^{+2}$  3  восстановитель Масса чаши с $\text{Au}(\text{NO}_3)_3$ уменьшилась в весе, т. к. $M(\text{Pb}) = 207 \text{ г/моль}$ , $M(\text{Au}) = 197 \text{ г/моль}$ . Свинец растворился и на 1 моль свинца восстановилось 0,7 моль эквивалентное количество золота, т. е. при растворении 207 г Pb восстановилось 138 г Au.	9 баллов
3) $\text{Pb} + \text{Cu}(\text{NO}_3)_2 = \text{Pb}(\text{NO}_3)_2 + \text{Cu}$ $\text{Cu}^{+2} + 2\text{e}^- = \text{Cu}^0$  1  окислитель $\text{Pb}^0 - 2\text{e}^- = \text{Pb}^{+2}$  1  восстановитель Масса чаши с $\text{Cu}(\text{NO}_3)_2$ уменьшилась в весе, т. к. $M(\text{Pb}) = 207 \text{ г/моль}$ , $M(\text{Cu}) = 64 \text{ г/моль}$ . Свинец растворился и восстановилось эквивалентное количество меди с меньшей атомной массой.	9 баллов
4) Свинец в золото алхимику перевести не удалось. Золото восстановилось из раствора соли	1 балл
ИТОГО	20 баллов