

КРИТЕРИИ И МЕТОДИКА ОЦЕНИВАНИЯ
ВЫПОЛНЕННЫХ ОЛИМПИАДНЫХ ЗАДАНИЙ ТЕОРЕТИЧЕСКОГО ТУРА
 возрастной группы (10 класс) муниципального этапа
 всероссийской олимпиады школьников по химии
 2022-2023 учебный год

По теоретическому туру максимальная оценка результатов участника возрастной группы (10 классы) определяется арифметической суммой всех баллов, полученных за выполнение заданий и не должна превышать 100 баллов.

Задание 1

№	Содержание ответа	Число баллов
1	<p>Определена молярная масса D: $M(\mathbf{D}) = 2 \cdot 14 = 28$ г/моль,</p> <p>Сделан вывод, что газ D – азот.</p> <p>Вариант D – угарный газ CO не подходит по условию</p>	<p>1 балл</p> <p>1 балл</p>
2	<p>Если D – азот, то хотя бы один из исходных газов (A или B) должен содержать атомы азота. Газ с резким запахом, содержащий азот, это аммиак. Азот можно получить при окислении аммиака. Значит, второй газ в уравнениях (1) и (2) должен обладать окислительными свойствами. Газы окислители – кислород, озон, хлор. Условиям задачи удовлетворяет хлор, имеющий резкий запах.</p> <p>Газы A и B – аммиак (NH_3) и хлор (Cl_2). Тогда газ E – хлороводород HCl, твердое вещество C, обратимо разлагающееся при нагревании на NH_3 и HCl – хлорид аммония NH_4Cl.</p>	<p>2 балла за рассуждения (за хотя бы одно правильное суждение – 1 балл)</p> <p>По 1 баллу за название и по 1 баллу за формулу каждого вещества: 2 балла – аммиак NH_3 2 балла – хлор Cl_2 2 балла – хлороводород HCl 2 балла – хлорид аммония NH_4Cl</p>
3	<p>Приведены уравнения реакций:</p> <p>1) $2\text{NH}_3 + 3\text{Cl}_2 = \text{N}_2 + 6\text{HCl}$ (избыток Cl_2)</p>	<p>2 балла</p>

2) $8\text{NH}_3 + 3\text{Cl}_2 = 6\text{NH}_4\text{Cl} + \text{N}_2$ (избыток NH_3)	2 балла
3) $\text{NH}_4\text{Cl} = \text{NH}_3 + \text{HCl}$	2 балла
Итого	18 баллов

Задание 2

№	Содержание ответа	Число баллов
1	<p>Три самых распространенных элемента земной коры – O, Si, Al.</p> <p>Таким образом, драгоценный камень X – алюмосиликат, состав которого можно отобразить формулой $x\text{YO} \cdot y\text{Al}_2\text{O}_3 \cdot z\text{SiO}_2$.</p>	<p>3 балла (по 1 баллу за элемент)</p> <p>2 балла</p>
2	<p>Так как X реагирует со щелочью с образованием растворимых веществ, можно сделать вывод, что металл Y образует амфотерный оксид. Так как оксид алюминия тоже амфотерен, то при действии избытка соляной кислоты в осадок выпадает только кремниевая кислота, а соли – хлориды Al и Y остаются в растворе. Белое вещество, образующееся при прокаливании кремниевой кислоты – SiO_2.</p> <p>Рассчитано количество оксида кремния:</p> $n(\text{SiO}_2) = 3,6/60 = 0,06 \text{ моль.}$ <p>Рассчитана масса оксидов металла Y и алюминия, входящих в состав минерала:</p> $m(\text{YO}) + m(\text{Al}_2\text{O}_3) = 5,37 - 3,6 = 1,77 \text{ г.} \quad (1)$ <p>По условию</p> $n(\text{Y}) : n(\text{Al}) = 3 : 2, \text{ тогда } n(\text{YO}) : n(\text{Al}_2\text{O}_3) = 3 : 1$ <p>Пусть $n(\text{YO}) = a$, $n(\text{Al}_2\text{O}_3) = b$, тогда</p> $M(\text{YO}) \cdot a + 102 b = 1,77.$ <p>Т.к. $a : b = 3 : 1$, $a = 3b$,</p> $M(\text{YO}) \cdot 3b + 102 b = 1,77. \quad (2)$ <p>Масса металла Y в образце камня:</p>	<p>2 балла за рассуждения (за хотя бы одно правильное суждение – 1 балл)</p> <p>4 балла за расчет молярной массы бериллия (частичное решение не принимается),</p> <p>6 баллов за установление</p>

	<p>$m(Y) = 0,05 \cdot 5,37 = 0,2685$ г.</p> <p>Количество металла Y</p> <p>$n(Y) = 0,2685/M(Y) = 3b$</p> <p>Отсюда $M(Y) = 0,2685/3b$,</p> <p>$M(YO) = 0,2685/3b + 16$. Подставим в уравнение (2), получим:</p> <p>$(0,2685/3b + 16) \cdot 3b + 102b = 1,77$ (3)</p> <p>Отсюда $b = 0,01$, $a = 0,03$.</p> <p>$M(Y) = 0,2685/3b = 0,2685/0,03 = 8,95 \approx 9$ г/моль.</p> <p>Это бериллий.</p> <p>Исходя из состава $xYO \cdot yAl_2O_3 \cdot zSiO_2$</p> <p>$x : y : z = 0,03 : 0,01 : 0,06 = 3 : 1 : 6$.</p> <p>Состав драгоценного камня X – $3BeO \cdot Al_2O_3 \cdot 6SiO_2$</p> <p>Это берилл.</p>	<p>состава драгоценного камня расчетом (частичное решение не принимается),</p> <p>2 балла за название – берилл.</p> <p><i>Если бериллий и состав берилла приведены без расчета – по 1 баллу.</i></p>
3	<p>Уравнения реакций:</p> <p>1) Сплавление со щелочью:</p> <p>$3BeO \cdot Al_2O_3 \cdot 6SiO_2 + 20NaOH = 3Na_2BeO_2 + 2NaAlO_2 + 6Na_2SiO_3 + 10H_2O$</p> <p><i>Или можно по отдельности:</i></p> <p>$BeO + 2NaOH = Na_2BeO_2 + H_2O$</p> <p>$Al_2O_3 + 2NaOH = 2NaAlO_2 + H_2O$</p> <p>$SiO_2 + 2NaOH = Na_2SiO_3 + H_2O$</p> <p>2) Растворение плава в воде при избытке щелочи:</p> <p>$Na_2BeO_2 + 2H_2O = Na_2[Be(OH)_4]$</p> <p>$NaAlO_2 + 2H_2O = Na[Al(OH)_4]$</p> <p>3) Взаимодействие с избытком соляной кислоты:</p> <p>$Na_2[Be(OH)_4] + 4HCl = BeCl_2 + 2NaCl + 4H_2O$</p> <p>$Na[Al(OH)_4] + 4HCl = AlCl_3 + NaCl + 4H_2O$</p>	<p>3 балла</p> <p>1 балл</p> <p>1 балл</p> <p>1 балл</p> <p>1 балл</p>

	$\text{Na}_2\text{SiO}_3 + 2\text{HCl} = \text{H}_2\text{SiO}_3\downarrow + 2\text{NaCl}$ <p>4) Прокаливание осадка:</p> $\text{H}_2\text{SiO}_3 = \text{SiO}_2 + \text{H}_2\text{O}$ <p><i>Порядок расчета может быть иным, но результат должен быть тем же.</i></p>	<p>1 балл</p> <p>1 балл</p>
	Итого	28 баллов

Задание 3

№	Содержание ответа	Число баллов
1	<p>Уравнения реакций, протекающих при прокаливании смеси:</p> <p>1) $2\text{Cu}(\text{NO}_3)_2 = 2\text{CuO} + 4\text{NO}_2 + \text{O}_2$</p> <p>2) $2\text{Cu} + \text{O}_2 = 2\text{CuO}$</p> <p>Пусть $n(\text{Cu}(\text{NO}_3)_2) = x$ моль, $n(\text{Cu}) = y$ моль. Тогда, согласно уравнениям (1) и (2), $n(\text{CuO}) = (x + y)$ моль.</p> <p>Масса исходной смеси:</p> $m(\text{смеси}) = m(\text{Cu}(\text{NO}_3)_2) + m(\text{Cu}) = 188x + 64y;$ <p>Масса после прокаливания (масса CuO):</p> $m(\text{CuO}) = 80 \cdot (x + y)$ <p>По условию $m(\text{смеси}) = m(\text{CuO})$,</p> $188x + 64y = 80 \cdot (x + y), \text{ откуда}$ $y = 6,75x.$ $m(\text{Cu}(\text{NO}_3)_2) = 188x, m(\text{Cu}) = 64 \cdot 6,75x = 432x;$ $m(\text{смеси}) = 188x + 432x = 620x.$ $\omega(\text{Cu}(\text{NO}_3)_2) = 188x/620x = 30,32\%;$ $\omega(\text{Cu}) = 432x/620x = 69,68\%.$	<p>2 балла</p> <p>2 балла</p> <p>8</p> <p>баллов за расчет массовых долей веществ в исходной смеси (частичное решение не принимается)</p>

2	<p>При растворении исходной смеси в азотной кислоте медь реагирует с азотной кислотой, а нитрат меди просто переходит в раствор.</p> <p>3) $3\text{Cu} + 8\text{HNO}_3 = 3\text{Cu}(\text{NO}_3)_2 + 2\text{NO} + 4\text{H}_2\text{O}$</p> <p>10%-ная азотная кислота – разбавленная, реакция протекает с выделением оксида азота (II), другие уравнения не принимаются.</p> <p>Определяем избыток и недостаток:</p> <p>$m(\text{Cu}) = \omega(\text{Cu}) \cdot m(\text{смеси}) = 0,6968 \cdot 10 = 6,968 \text{ г};$ $n(\text{Cu}) = m/M = 6,968/64 = 0,109 \text{ моль};$ $m(\text{HNO}_3) = \omega(\text{HNO}_3) \cdot m(\text{раствора HNO}_3) = 0,1 \cdot 630 = 63 \text{ г};$ $n(\text{HNO}_3) = m/M = 63/63 = 1 \text{ моль};$</p> <p>По условию: $n(\text{HNO}_3)/n(\text{Cu}) = 1/0,109 = 9,17.$ По уравнению (3): $n(\text{HNO}_3)/n(\text{Cu}) = 8/3 = 2,67.$</p> <p>Вывод: азотная кислота в избытке.</p> <p>Таким образом, в растворе после реакции содержатся два вещества – азотная кислота и нитрат меди (II).</p>	<p>2 балла</p> <p>– уравнение</p> <p>2 балла</p> <p>– расчет избытка и недостатка</p>
3	<p>Рассчитана масса нитрата меди в растворе.</p> <p>Количество нитрата меди (II) за счет растворения меди</p> <p>$n_1(\text{Cu}(\text{NO}_3)_2) = n(\text{Cu}) = 0,109 \text{ моль};$</p> <p>Количество нитрата меди (II) в исходной смеси:</p> <p>$n_2(\text{Cu}(\text{NO}_3)_2) = m(\text{Cu}(\text{NO}_3)_2)/M(\text{Cu}(\text{NO}_3)_2);$ $m(\text{Cu}(\text{NO}_3)_2) = \omega(\text{Cu}(\text{NO}_3)_2) \cdot m(\text{смеси}) = 0,3032 \cdot 10 = 3,032 \text{ г};$ $n_2(\text{Cu}(\text{NO}_3)_2) = 3,032/188 = 0,016 \text{ моль}.$</p> <p>Общее количество нитрата меди в растворе:</p>	<p>5 баллов за расчет массы нитрата меди в растворе (частичное решение не принимается)</p>

	$n(\text{Cu}(\text{NO}_3)_2) = n_1(\text{Cu}(\text{NO}_3)_2) + n_2(\text{Cu}(\text{NO}_3)_2) = 0,109 + 0,016 = 0,125 \text{ моль.}$ <p>Масса нитрата меди в растворе:</p> $m(\text{Cu}(\text{NO}_3)_2) = n \cdot M = 0,125 \cdot 188 = 23,5 \text{ г.}$	
4	<p>Рассчитана масса азотной кислоты в растворе после реакции.</p> <p>Количество азотной кислоты, вступившей в реакцию (3):</p> $n(\text{HNO}_3)_{\text{прореагировавшее}} = 8/3n(\text{Cu}) = 8/3 \cdot 0,109 = 0,291 \text{ моль.}$ <p>Количество азотной кислоты, оставшейся в растворе:</p> $n(\text{HNO}_3)_{\text{оставшееся}} = n(\text{HNO}_3)_{\text{исходное}} - n(\text{HNO}_3)_{\text{прореагировавшее}} = 1 - 0,291 = 0,709 \text{ моль.}$ <p>Масса азотной кислоты в растворе после реакции:</p> $m(\text{HNO}_3)_{\text{оставшееся}} = n(\text{HNO}_3)_{\text{оставшееся}} \cdot M(\text{HNO}_3) = 0,709 \cdot 63 = 44,67 \text{ г.}$	<p>3 балла</p> <p>за расчет массы азотной кислоты в растворе (частичное решение не принимается)</p>
5	<p>Рассчитана масса раствора. Она складывается из массы исходной смеси и массы раствора азотной кислоты за вычетом массы выделившегося оксида азота (II).</p> $n(\text{NO}) = 2/3n(\text{Cu}) = 2/3 \cdot 0,109 = 0,073 \text{ моль;}$ $m(\text{NO}) = n \cdot M = 0,073 \cdot 30 = 2,19 \text{ г}$ $m(\text{раствора}) = m(\text{смеси}) + m(\text{раствора HNO}_3) - m(\text{NO}) = 10 + 630 - 2,19 = 637,81 \text{ г.}$ <p>Рассчитаны массовые доли нитрата меди и азотной кислоты в растворе:</p> $\omega(\text{Cu}(\text{NO}_3)_2) = m(\text{Cu}(\text{NO}_3)_2)/m(\text{раствора}) = 23,5/637,81 = 0,0368 = 3,68\%.$	<p>3 балла</p> <p>за расчет массы раствора (частичное решение не принимается)</p>

$\omega(\text{HNO}_3) = m(\text{HNO}_3)/m(\text{раствора}) = 44,67/637,81 = 0,07 = 7\%$.	1 балл
<i>Порядок расчета может быть иным, но результат должен быть тем же.</i>	1 балл
Итого	29 баллов

Задание 4

№	Содержание ответа	Число баллов
1	<p>1) $\text{CH}_3\text{COONa} + \text{NaOH} \xrightarrow{\text{сплавнение } (t^{\circ})} \text{CH}_4 + \text{Na}_2\text{CO}_3$ <i>реакция Дюма</i></p> <p>2) $2\text{CH}_3\text{COONa} + 2\text{H}_2\text{O} \xrightarrow{\text{электролиз}} \text{CH}_3\text{-CH}_3 + 2\text{NaOH} + \text{H}_2 + 2\text{CO}_2$ <i>синтез Кольбе</i></p> <p>3) $\text{CH}_4 + \text{Cl}_2 \xrightarrow{h\nu} \text{CH}_3\text{-Cl} + \text{HCl}$</p> <p>4) $\text{CH}_3\text{-CH}_3 + \text{Cl}_2 \xrightarrow{h\nu} \text{CH}_3\text{-CH}_2\text{-Cl} + \text{HCl}$</p> <p>5) $\text{CH}_3\text{-CH}_2\text{-Cl} + \text{CH}_3\text{-Cl} + 2\text{Na} \xrightarrow{t^{\circ}} \text{CH}_3\text{-CH}_2\text{-CH}_3 + 2\text{NaCl}$ <i>реакция Вюрца</i></p>	<p>2 балла – уравнение, 1 балл – условие, 1 балл – название</p> <p>3 балла – уравнение, 1 балл – условие, 1 балл – название</p> <p>1 балл (0,5 – уравнение, 0,5 -условие – свет)</p> <p>1 балл (0,5 – уравнение, 0,5 -условие – свет)</p> <p>1 балл – уравнение, 1 балл – название</p>
	Итого	13 баллов

Задание 5

№	Содержание ответа	Число баллов
1	<p>Элементы Cu и Mn, их ионы Cu^+ и Mn^{+7}</p> <p>$5\text{CuCl} + \text{KMnO}_4 + 8\text{HCl} = 5\text{CuCl}_2 + \text{MnCl}_2 + \text{KCl} + 4\text{H}_2\text{O}$</p> <p>Вместо CuCl можно взять другое соединение меди в с.о. +1 (например, Cu_2O, CuBr, CuI)</p> $\begin{array}{l l} \text{Cu}^+ - e \rightarrow \text{Cu}^{+2} & 5 \\ \text{Mn}^{+7} + 5e \rightarrow \text{Mn}^{+2} & 1 \end{array}$ <p>Cu^+ (CuCl) – восстановитель Mn^{+7} (KMnO_4) – окислитель</p>	<p>По 2 балла за элемент, всего 4 балла.</p> <p>4 балла за уравнение реакции, если неверные коэффициенты – 2 балла.</p> <p>2 балла за электронный баланс.</p> <p>По 1 баллу за окислитель и восстановитель, всего 2 балла.</p>
	Итого	12 баллов