

**МУНИЦИПАЛЬНЫЙ ЭТАП ВСЕРОССИЙСКОЙ ОЛИМПИАДЫ
ШКОЛЬНИКОВ ПО ХИМИИ 2025/2026 УЧЕБНОГО ГОДА**
Критерии и методика оценивания заданий
11 класс

ЗАДАЧА 1. «ГЖЕЛЬ»

№	Содержание ответа	Число баллов
1	<p>Соединения X₁, X₂, AB и AB можно установить из разных предположений или расчетным методом. Например:</p> <p><i>Исходя</i> из того, что сульфат металла ASO₄ содержит двухвалентный металл A, а вещество AB является оксидом. Тогда по массовой доле находим формулу CoO, а затем устанавливаем все остальные структуры.</p> <p><i>Исходя</i> из того, что вещества X₁ и X₂ являются соответственно кристаллогидратом карбоната металла и карбонатом металла, поскольку они образуются при смешении сульфата и растворимого карбоната, а на кристаллогидрат указывает разница молярных масс, кратная 18. Из количества углекислого газа можно установить, что металл A — это либо Co, либо Sn, а затем сделать точный выбор, используя массовую долю AB.</p> <p><i>Исходя</i> из тройного равенства, которое получается из данных задачи, поочередно анализируя каждое из равенств. Таким методом, помимо атомной массы A, сразу будет выведено и соотношение между количеством атомов A в AB и AB.</p> $\frac{10w(X_1)}{aAr(A) - 108w(X_1)} = \frac{6.3w(AB)}{aAr(A)} = \frac{6.75aw(AB\text{ подч.})}{b^2Ar(A)}$ <p>(<i>a</i> – количество атомов A в AB, <i>b</i> – количество атомов A в AB)</p> <p>Исходя из увеличения массы и равенства, представленного выше, можно установить, что AB это Co₃O₄.</p> <p><i>Если</i> вещества X₁, X₂, AB, AB были предположены из общих свойств и других данных, то расчет массовой доли металла A в них считать расчетом для установления формулы.</p>	<p>За определение элемента A 1 балл</p> <p>За каждое соединение 2,5 балла (всего 15 баллов)</p> <p>За подтверждение структур расчетами массовых долей или составлением и анализом уравнений, содержащих данные задачи 2 балла</p>
2	$CoSO_4 + Na_2CO_3 + H_2O = CoCO_3 \cdot 6H_2O (X_1) + Na_2SO_4$ $CoCO_3 \cdot 6H_2O = CoCO_3 (X_2) + 6H_2O$ $CoCO_3 = CoO (AB) + CO_2$ $6CoO + O_2 = 2Co_3O_4 (AB)$ $Co_3O_4 = 6CoO (AB) + O_2$ $CoO + SiO_2 = Co_2SiO_4 (X_3)$ $CoO + Al_2O_3 = CoAl_2O_4 (\text{«Тенарова синь»})$	<p>За каждое уравнение реакции 0,5 балла (3,5 балла)</p>
3	$Co_3O_4 + 8HCl = 3CoCl_2 + Cl_2 + 4H_2O$	1 балл
4	$CoCO_3 (X_2) + 2HCl = CoCl_2 + CO_2 + H_2O$	2,5 балла

	Из данных задачи находим, что реакция протекает в условиях недостатка соляной кислоты и вычисления проводим, отталкиваясь от ее количества: $V(\text{CO}_2) = (\text{C}(\text{HCl}) \cdot V(p-p)/2) \cdot 22.4 = 2.48 \text{ л}$	
	Итого	25 баллов

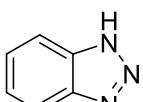
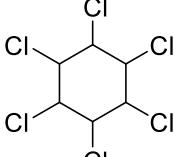
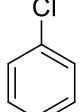
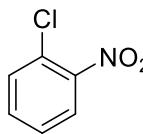
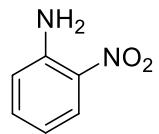
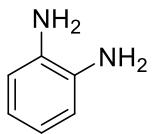
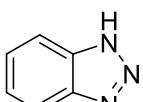
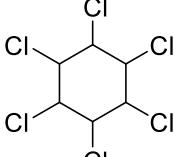
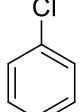
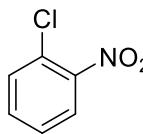
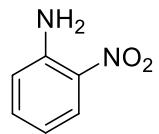
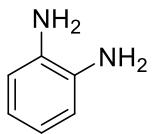
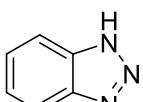
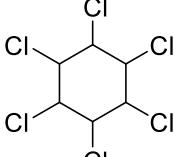
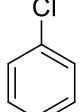
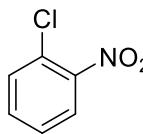
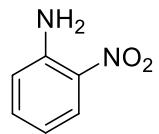
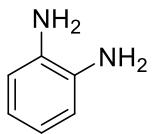
ЗАДАЧА 2. «СЕРИАЛЬНЫЕ БАЙКИ»

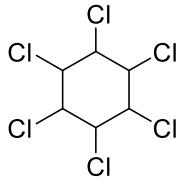
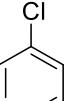
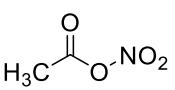
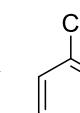
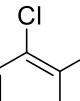
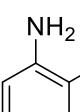
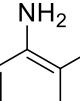
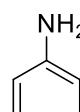
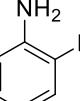
№	Содержание ответа	Число баллов
1	<p>На основании представленных условий проще всего определить молярную массу A как $0.85 \cdot 40 = 34 \text{ г/моль}$. Полученное значение молярной массы соответствует двум распространенным газам – сероводороду и фосфину. Вариант с сероводородом выглядит сомнительно, поскольку для сероводорода чесночный запах не характерен в отличие от фосфина. Значит, A – PH_3 и Z – P_4 (или $\text{P}_{(\text{бел})}$). Тогда логично предположить, что в начале задачи речь шла о красной аллотропной модификации фосфора и X – $\text{P}_{(\text{красн})}$. Формулу вещества B в общем виде можно представить как Y_3P_x. Тогда реакция гидролиза фосфида выглядит следующим образом:</p> $\text{Y}_3\text{P}_x + 3x\text{H}_2\text{O} \rightarrow 3\text{Y(OH)}_x + x\text{PH}_3 \uparrow$ <p>Количества участников данной реакции можно выразить как $n(\text{Y}_3\text{P}_x) = \frac{27.3}{3M(\text{Y})+62}$ и $n(\text{PH}_3) = \frac{6.72}{22.4} = 0.3 \text{ моль}$. В таком случае по пропорции можно получить, что $M(\text{Y}) = 20x$. При $x = 1$ $M(\text{Y}) = 20 \text{ г/моль}$, что не имеет химического смысла, а при $x = 2$ $M(\text{Y}) = 40 \text{ г/моль}$, что соответствует кальцию. Приходим к выводу, что Y – Ca и B – Ca_3P_2.</p> <p>По-видимому, сплавление кальция с фосфором может приводить и к образованию фосфидов иного состава. Так, если в C n атомов фосфора, то его молярная масса равна $40 \cdot n / 0.563 = 71 \cdot n \text{ г/моль}$. При $n = 1$ остаток в молярной массе равный $71 - 40 = 31 \text{ г/моль}$ прекрасно соответствует одному атому фосфора и простейшая формула C – CaP. Если мы попытаемся записать реакцию гидролиза такого соединения, то получим вариант типа $\text{CaP} + 2\text{H}_2\text{O} = \text{Ca(OH)}_2 + \text{PH}_2$. Частица PH_2 должна быть неустойчивой из-за наличия одной свободной валентности фосфора. Простейший вариант снятия неустойчивости – рекомбинация двух фрагментов PH_2 с образованием димера P_2H_4. В таком случае C – Ca_2P_2, а D – P_2H_4.</p> <p>По своим некоторым физико-химическим свойствам фосфин напоминает аммиак. В частности, фосфин может вступать в реакции кислотно-основного взаимодействия с образованием солей фосфония. Щелочная гидролиз солей фосфония, действительно, приводит к образованию свободного фосфина.</p>	<p>Установление формул веществ X-Z, A-E по 1 баллу (8 баллов)</p> <p>За подтверждение структур расчетами массовых долей или составление и решение уравнений, содержащих данные задачи 3 балла</p>

	Подтверждением того, что E – это соль фосфония, служит наличие в ней водорода. Если мы запишем формулу E как $(PH_4)_yAn$, где An – кислотный остаток, то $M(E) = \frac{4y}{0.0247} = 162y$. При $y = 1$ на An приходится $162 - 35 = 127$ г/моль, что соответствует йоду. Значит, E – PH₄I .	
2	1. $3Ca + 2P \xrightarrow{T} Ca_3P_2$ (или $6Ca + P_4 \xrightarrow{T} 2Ca_3P_2$) 2. $Ca_3P_2 + 6H_2O \rightarrow 3Ca(OH)_2 + 2PH_3 \uparrow$ 3. $2Ca + 2P \xrightarrow{T} Ca_2P_2$ (или $4Ca + P_4 \xrightarrow{T} 2Ca_2P_2$) 4. $Ca_2P_2 + 4H_2O \rightarrow 2Ca(OH)_2 + P_2H_4 \uparrow$ 5. $PH_4I + KOH \rightarrow PH_3 \uparrow + KI + H_2O$	За каждое уравнение реакции 1 балл (5 баллов)
3	Инертность красного фосфора можно объяснить полимерной структурой, приводящей к относительно прочному связыванию атомов фосфора друг с другом. Как следствие, реакция красного фосфора с горячей водой становится затрудненной.	2 балла
4	«Блуждающие огни» – явление возникновения «огоньков», наблюдаемое на болотах или кладбищах. Одной из предполагаемых причин его проявления является самопроизвольное воспламенение дифосфина на воздухе.	2 балл
	Итого	20 баллов

ЗАДАЧА 3. «ПОЛУШКА»

№	Содержание ответа	Число баллов
1	Вещества X–Z и элементы A , B можно установить исходя из следующих предположений: Бинарное соединение металла B , известное из темы «альдегиды», – это Cu_2O . Формулу этого вещества также можно вывести из массовой доли Z , предполагая, что данное вещество является оксидом. Вещество C – это $NaCl$ или KCl , поскольку вещество C должно содержаться в морской воде, а реакция его с A сопровождается выпадением белого творожистого осадка. По этой же причине A – Ag . Элементы A и B должны быть металлами, которые использовались для чеканки монет, это сужает круг предположений. То, что один и тот же номинал монеты стал выглядеть гораздо больше после перехода от металла A к металлу B , говорит о меньшей стоимости последнего. Соединения X ($Cu_2(OH)_3Cl$) и Y ($Cu_2(OH)_2CO_3$) легко находятся если известен элемент B .	Установление элементов A и B 1 балл (2 балла) Установлены соединения X–Z 1 балл (3 балла) Выполнены расчеты для установления формулы X–Z

	<p>Расчеты формулы X ($\text{Cu}_2(\text{OH})_3\text{Cl}$):</p> $\nu(\text{Cu}): \nu(\text{O}): (\text{H}): \nu(\text{Cl}) = \frac{59.67}{64} : \frac{22.38}{16} : \frac{1.4}{1} : \frac{16.55}{35.5} =$ $= 0.93 : 1.4 : 1.4 : 0.47 = 2 : 3 : 3 : 1$ <p>Расчеты формулы Y ($\text{Cu}_2(\text{OH})_2\text{CO}_3$):</p> $\nu(\text{Cu}): \nu(\text{O}): (\text{H}): \nu(\text{C}) = \frac{57.66}{64} : \frac{36.04}{16} : \frac{0.9}{1} : \frac{5.4}{12} =$ $= 0.9 : 2.25 : 0.9 : 0.45 = 2 : 5 : 2 : 1$ <p>Расчеты формулы Z (Cu_2O):</p> $\nu(\text{Cu}): \nu(\text{O}) = \frac{88.88}{64} : \frac{11.12}{16} = 1.4 : 0.7 = 2 : 1$ <p><i>Если для вещества Z была предположена формула оксида меди(I), то расчет массовой доли металла B в них, тоже считать расчетом для установления формулы.</i></p> <p>Исходя из условий превращения F в G, можно сделать предположение, что вещество F является ацетиленом. Тогда, исходя из общих свойств веществ и условий реакций, можно установить все элементы цепочки E–D.</p> <table style="width: 100%; text-align: center;"> <tr> <td></td> <td>CaC_2</td> <td>$\text{HC}\equiv\text{CH}$</td> </tr> <tr> <td>D</td> <td>E</td> <td>F</td> </tr> <tr> <td></td> <td></td> <td></td> </tr> <tr> <td>G</td> <td>H</td> <td>I</td> </tr> <tr> <td></td> <td></td> <td></td> </tr> <tr> <td>J</td> <td>K</td> <td>L</td> </tr> </table> <p>Расчет, подтверждающий предположение о соединении D, должен включать расчет массовой доли азота (предположена формула D $\text{C}_6\text{H}_5\text{N}_3$):</p> $w(\text{N}) = \frac{3 \cdot 14}{119} \cdot 100\% = 35.29\%$		CaC_2	$\text{HC}\equiv\text{CH}$	D	E	F				G	H	I				J	K	L	1 балл (3 балла) Установлены формулы веществ C–L 0,5 балл (5 баллов) Установлено соединение D и подтверждена его формула 2 балла
	CaC_2	$\text{HC}\equiv\text{CH}$																		
D	E	F																		
																				
G	H	I																		
																				
J	K	L																		
2	$1 \quad \text{CaC}_2 + 2 \text{H}_2\text{O} \longrightarrow \text{HC}\equiv\text{CH} + \text{Ca}(\text{OH})_2$ $2 \quad 3 \text{ HC}\equiv\text{CH} \xrightarrow[\text{t}^{\circ}]{\text{C (акт.)}} \text{C}_6\text{H}_6$	0,5 балла (4 балла)																		

	<p>3  + 3 Cl₂ $\xrightarrow{\text{УФ}}$ </p> <p>4  + Cl₂ $\xrightarrow{\text{FeCl}_3}$  + HCl</p> <p>5  + H₃C -NO₂ \longrightarrow  + CH₃COOH</p> <p>6  + NH₃ \longrightarrow  + NH₄Cl</p> <p>7  + N₂H₄ \longrightarrow  + N₂ + H₂O</p> <p>8  + NaNO₂ + HCl \longrightarrow  + 2 H₂O + NaCl</p>	
3	Вместо этих условий может быть предложено восстановление водородом над катализатором или любой другой способ промышленного восстановления.	1 балл
4	HNO ₃ в присутствии H ₂ SO ₄	1,5 балла
5	На поверхности образуется полимерное «комплексное» соединение, бензотриазол может подобно пептидам давать сложные комплексы с ионами меди.	1,5 балл
6	m(C ₈ H ₆ N ₂)/M(C ₈ H ₆ N ₂)·22,4·0,8 = 0,062 л (соотношение между азотом и хиноксалином 1:1)	2 балла
	Итого	25 баллов

ЗАДАЧА 4. «ФИЗХИМИЯ БЕЗ ЦИФР»

№	Содержание ответа	Число баллов
1	Хлорид бериллия является солью, образованной сильной кислотой и слабым основанием, что обуславливает принципиальную возможность гидролиза данной соли. Принимая во внимание, что в кристаллогидратах молекулы кристаллизационной воды химически связаны с ионом металла, нагревание будет способствовать протеканию гидролиза (гидролиз – эндотермический процесс). В качестве возможных	3 балла

	продуктов гидролиза кристаллогидрата хлорида бериллия можно предположить $\text{Be}(\text{OH})\text{Cl}$ и $\text{Be}(\text{OH})_2$, а также продукт разложения последнего – BeO .	
2	<p>Запишем реакции хлорида ртути (II) с аммиаком:</p> $\text{HgCl}_2 + 2\text{NH}_3 \rightarrow [\text{HgNH}_2]\text{Cl} + \text{NH}_4\text{Cl}$ $\text{HgCl}_2 + 2\text{NH}_3 \xrightarrow{\text{NH}_4\text{Cl}} [\text{Hg}(\text{NH}_3)_2]\text{Cl}_2$ <p>Формулы продуктов «отличаются» на фрагмент NH_4Cl, что позволяет предположить равновесие между ними:</p> $[\text{HgNH}_2]\text{Cl} + \text{NH}_4\text{Cl} \rightleftharpoons [\text{Hg}(\text{NH}_3)_2]\text{Cl}_2$ <p>Введение в систему хлорида аммония смещает равновесие в сторону $[\text{Hg}(\text{NH}_3)_2]\text{Cl}_2$.</p>	4 балла (за идею что комплексы переходят друг в друга под действием хлорида аммония)
3	<p>Действительно, реакция синтеза аммиака является экзотермической, и, в соответствии с принципом Ле-Шателье, увеличение температуры должно приводить к смещению равновесия в сторону исходных веществ. Однако при анализе промышленного процесса важно анализировать не только термодинамику, но и кинетику. При низких температурах скорость реакции синтеза будет невысокой, и достижение равновесия потребует довольно длительного времени. Как следствие, количество аммиака, производимое в единицу времени, уменьшится. Температура порядка 450 °С соответствует оптимуму между термодинамическим и кинетическим фактором.</p>	4 балла
4	<p>Соляная кислота является сильной кислотой, в воде диссоциирует нацело, и, как следствие, $[\text{H}^+] = C_{\text{HCl}}$. По определению $p\text{H} = -\lg[\text{H}^+]$, что приводит к выражению $p\text{H} = -\lg C_{\text{HCl}}$. Однако необходимо помнить, что помимо соляной кислоты в растворе диссоциирует еще и вода: $\text{H}_2\text{O} \rightleftharpoons \text{H}^+ + \text{OH}^-$. Ионное произведение воды $[\text{H}^+][\text{OH}^-] = 10^{-14}$. В таком случае для дистilledированной воды $[\text{H}^+] = [\text{OH}^-]$ и $p\text{H} = 7$. В предельно разбавленных растворах соляной кислоты диссоциация хлороводорода приводит к существенно меньшему количеству протонов в сравнении с количеством протонов, образующихся за счет диссоциации воды. Как следствие, $p\text{H}$ раствора соляной кислоты не может быть больше 7.</p>	4 балла
	Итого	15 баллов

ЗАДАЧА 5. «ЛАК 漆»

№	Содержание ответа	Число баллов																						
	<p>Решение данной задачи начинают с установления структуры B. Это можно сделать исходя из молекулярной массы и класса соединения (алкен):</p> $M(C_nH_{2n}) = 12n+2n = 42 \text{ г/моль, откуда } n = 3. C_3H_6 (\mathbf{B})$ <p>Формулу соединения I можно установить, анализируя количественные данные продуктов его сгорания:</p> $\frac{136.3}{22.4} = v(C) \frac{2 \cdot 109.5}{18} + \frac{9.1}{22.4} = v(H) \frac{9.1}{22.4} = v(Cl)$ <p>Сумма масс (в г) C, H, Cl дает 100 г.</p> $v(C):v(H):(Cl) = 6.1:12.6:0.4 = 15:31:1$ <p>Исходя из состава и класса (алкилгалогенид): $C_{15}H_{31}Cl$ (I)</p> <p>Затем, исходя из соответствующих условий реакций, массовых долей и других подсказок, составляют все уравнения реакции.</p> <p style="text-align: center;">1</p> <table style="width: 100%; text-align: center;"> <tr> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> </tr> <tr> <td>A</td> <td>B</td> <td>C</td> <td>D</td> </tr> <tr> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> </tr> <tr> <td>E</td> <td>F</td> <td>G</td> <td>H</td> </tr> <tr> <td></td> <td></td> <td></td> </tr> <tr> <td>J</td> <td>K</td> <td>L</td> </tr> </table> <p style="text-align: right;">За установление структур A, C–H, J–L 1 балл (10 баллов)</p>					A	B	C	D					E	F	G	H				J	K	L	За расчет и установление структуры B 1 балл
A	B	C	D																					
E	F	G	H																					
J	K	L																						
2	Реагентом для получения G в реакции 5 может служить NaOH.	0,5 балла																						
3	$\begin{array}{ccc} \text{O} & & \text{O} \\ \text{D} & \xrightarrow[\text{Pd/C}]{\text{H}_2} & \text{H}_2\text{SO}_4 \\ & & \xrightarrow{-\text{H}_2\text{O}} \\ & & \text{B} \end{array}$	0,5 балла																						
4	Реакция идет против правила Марковникова, поскольку у двойной связи располагается электроноакцепторный заместитель:	1 балл																						
	Итого	15 баллов																						