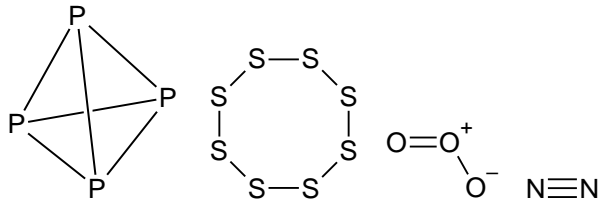


РЕСПУБЛИКАНСКАЯ ОЛИМПИАДА ПО ХИМИИ
 Теоретический тур, 14 – 17 марта 2025 года, IX-ый класс
 Решения и схема оценивания

Сумма 70 б.

Задание	Содержание верного ответа и указания по оцениванию	Баллы	Всего баллов
Тест	<p>1. Проявляет высшую положительную степень окисления лишь в одном соединении элемент: а) фтор; б) хлор; в) кислород; д) азот. Напишите химическую формулу и назовите это соединение. Ответ: в) кислород OF₂ Фторид кислорода Примечание: за верный выбор варианта ответа 0,5 б.; за верную химическую формулу 1 б; за верное название 0,5 б.</p>	2 б.	21 б.
	<p>2. Наибольшее число связей между атомами реализуется в молекуле: а) белого фосфора; б) ромбической серы; в) озона; д) азота. Представьте графические (структурные) формулы этих четырех молекул. Ответ: б) ромбическая сера</p> <div style="text-align: center;">  </div> <p>Примечание: за верный выбор варианта ответа 1 б.; за верные структурные формулы молекул – по 1 б. Для озона применяются и другие верные варианты формы записи (без формальных зарядов, с делокализованной связью, с указанием связи, образованной по донорно-акцепторному механизму, с помощью стрелочки).</p>	5 б.	
	<p>3. Выберите вещество с самой низкой температурой кипения: а) NF₃; б) NHF₂; в) NH₂F; д) NH₃. Объясните причину. Ответ: а) NF₃ Это связано с отсутствием водородных связей между молекулами данного вещества, которые присутствуют между молекулами остальных веществ. Примечание: за верный выбор варианта ответа 1 б.; за верное обоснование 1 б.</p>	2 б.	
	<p>4. Ионы H⁺ могут действовать как окислитель в реакции с: а) Fe; б) Cu; в) Ag; д) Hg. Ответ: а) Fe Комментарий: Железо, находящееся в ряду напряжений металлов левее водорода, способно взаимодействовать с кислотами с образованием солей железа(II) и водорода. $\text{Fe} + 2\text{H}^+ \longrightarrow \text{Fe}^{2+} + \text{H}_2 \uparrow$</p>	1 б.	

<p>$\text{Fe} - 2\bar{e} = \text{Fe}^{2+}$ - процесс окисления $2\text{H}^+ + 2\bar{e} = \text{H}_2$ - процесс восстановления</p> <p>Примечание: необходимо дать только ответ; за правильный ответ 1 б.; за неправильный ответ или множественный выбор – 0 б.</p>		
<p>5. На каждые три недиссоциированные молекулы HF в растворе приходится один ион H^+ и один ион F^-. Степень диссоциации HF в этом растворе равна: a) 20%; b) 25%; c) 33%; d) 40%.</p> <p>Ответ: b) 25%</p> <p>Вариант решения:</p> $\alpha = \frac{N_{\text{дисс}}}{N_{\text{общ}}} = \frac{1}{3+1} = 0,25$ <p>На три диссоциированные молекулы приходится один ион H^+ и один ион F^- \Rightarrow на три диссоциированные молекулы приходится одна недиссоциированная \Rightarrow на четыре молекулы приходится одна диссоциированная \Rightarrow степень диссоциации 25%.</p> <p>Примечание: необходимо дать только ответ; за правильный ответ 1 б.; за неправильный ответ или множественный выбор – 0 б.</p>	1 б.	
<p>6. Можно перевозить в стальных цистернах: a) $\text{HCl}_{(\text{разб.})}$; b) $\text{HCl}_{(\text{конц.})}$; c) $\text{H}_2\text{SO}_{4(\text{конц.})}$; d) $\text{HNO}_{3(\text{разб.})}$.</p> <p>Ответ: c) $\text{H}_2\text{SO}_{4(\text{конц.})}$</p> <p>Комментарий: В концентрированной серной кислоте железо пассивируется.</p> <p>Примечание: необходимо дать только ответ; за правильный ответ 1 б.; за неправильный ответ или множественный выбор – 0 б.</p>	1 б.	
<p>7. В концентрированном растворе гидроксида калия не растворяется: a) CrO_3; b) MgO; c) NO_2; d) ZnO.</p> <p>Напишите уравнения реакций взаимодействия остальных трех оксидов с концентрированным раствором гидроксида калия.</p> <p>Ответ: b) MgO</p> $\text{CrO}_3 + 2\text{KOH} \longrightarrow \text{K}_2\text{CrO}_4 + \text{H}_2\text{O}$ $2\text{NO}_2 + 2\text{KOH} \longrightarrow \text{KNO}_2 + \text{KNO}_3 + \text{H}_2\text{O}$ $\text{ZnO} + 2\text{KOH} + \text{H}_2\text{O} \longrightarrow \text{K}_2[\text{Zn}(\text{OH})_4]$ <p>Примечание: за верный выбор варианта ответа 1 б.; за верные уравнения для каждого из оставшихся веществ – по 1 б. (0,5 б. за верные формулы веществ и 0,5 б. за верные коэффициенты). За вариант уравнения с K_2ZnO_2 максимально можно получить 0,5 б. за коэффициенты. Если участник перепутал калий с натрием, то снимается 0,5 б. только один раз.</p>	4 б.	
<p>8. Смесь средней (нейтральной) соли и кислой соли получается при взаимодействии: a) 1 моль P_2O_5 с раствором, содержащим 2,5 моль $\text{Ca}(\text{OH})_2$; b) 2,5 моль CO_2 с раствором, содержащим 5 моль NaOH; c) 3 моль N_2O_5 с раствором, содержащим 2,5 моль KOH; d) 5 моль SO_2 с раствором, содержащим 11 моль NaOH.</p> <p>Ответ: a) 1 моль P_2O_5 с раствором, содержащим 2,5 моль $\text{Ca}(\text{OH})_2$;</p> <p>Вариант решения:</p>	2 б.	

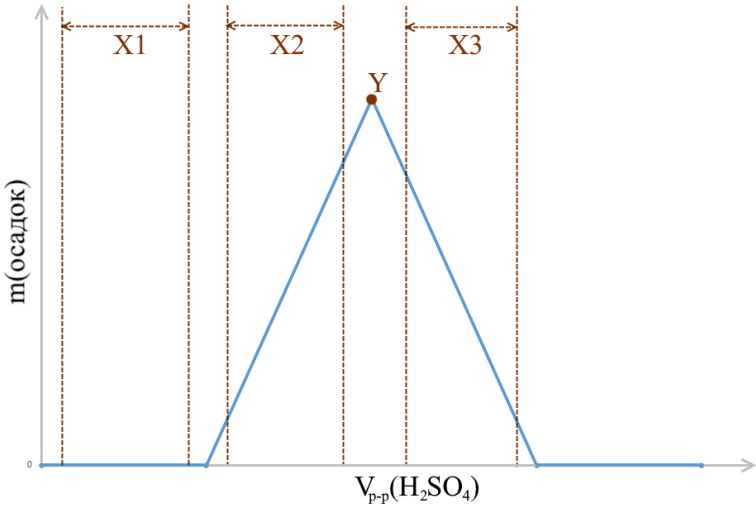
	<p>a) В случае соотношения 1:2,5 образуются кислая и средняя соли: $\text{P}_2\text{O}_5 + 2\text{Ca}(\text{OH})_2 \longrightarrow 2\text{CaHPO}_4 + \text{H}_2\text{O}$ $\text{P}_2\text{O}_5 + 3\text{Ca}(\text{OH})_2 \longrightarrow \text{Ca}_3(\text{PO}_4)_2 + 3\text{H}_2\text{O}$</p> <p>b) В случае соотношения 1:2 образуется только средняя соль: $\text{CO}_2 + 2\text{NaOH} \longrightarrow \text{Na}_2\text{CO}_3 + \text{H}_2\text{O}$</p> <p>c) Азотная кислота не образует кислых солей. При соотношении 3:2,5 кислота остается в избытке: $\text{N}_2\text{O}_5 + 2\text{KOH} \longrightarrow 2\text{KNO}_3 + \text{H}_2\text{O}$ $\text{N}_2\text{O}_5 + \text{H}_2\text{O} \longrightarrow 2\text{HNO}_3$</p> <p>d) При соотношении 5:11 образуется только средняя соль и остается избыточное количество NaOH: $\text{SO}_2 + 2\text{NaOH} \longrightarrow \text{Na}_2\text{SO}_3 + \text{H}_2\text{O}$</p> <p>Примечание: необходимо дать только ответ; за правильный ответ 2 б.; за неправильный ответ или множественный выбор – 0 б.</p>		
	<p>9. Экзотермическим является процесс:</p> <p>a) конденсация паров йода; b) плавление льда; c) кипение воды; d) обжиг известняка.</p> <p>Ответ: а) конденсация паров йода</p> <p>Примечание: необходимо дать только ответ; за правильный ответ 1 б.; за неправильный ответ или множественный выбор – 0 б.</p>	1 б.	
	<p>10. Предложите два сложных вещества, между которыми реакция обмена протекает с образованием простого вещества. Запишите уравнение реакции.</p> <p>Вариант ответа: $\text{NaN} + \text{HCl} \longrightarrow \text{NaCl} + \text{H}_2 \uparrow$</p> <p>Примечание: за верную пару веществ - 1 б.; за уравнение реакции 1 б. (0,5 б. за верные формулы веществ и 0,5 б. за верные коэффициенты). Принимаются и другие верные варианты.</p>	2 б.	
<p>Задача 1.</p>	<p>При охлаждении водного до 20°C раствора A массой 150 г, в котором массовая доля нитрата неизвестного металла при 60°C равна 36,0%, было получено 66,6 г осадка B.</p> <p>Полученный осадок был отфильтрован. Половину осадка добавили к 200 г раствора нитрата серебра(I) с массовой долей растворенного вещества 5%. В результате получили раствор C. В раствор C поместили 6,22 г порошка, представляющего собой эквимольную смесь цинка и свинца. После окончания протекания реакций, порошок отфильтровали, высушили и его масса составила 9,75 г (порошок D).</p> <p>Вторую половину осадка B нагревали при 250°C до постоянной массы. При этом выделился газ, который легче кислорода в 1,259 раз (при данной температуре), а масса твердого остатка составила 4,53 г. Известно, что в процессе разложения металл не меняет своей степени окисления.</p> <p>Определите формулу осадка B и массовые доли веществ в порошке D. Ответы подтвердите расчетами. Запишите уравнения всех протекающих реакций.</p>		20 б.
	<p>Решение: Масса растворенного нитрата неизвестного металла при 60°C:</p>	1 б.	

<p>$m_{60^{\circ}\text{C}}(\text{Me}(\text{NO}_3)_y) = m_{\text{л.р.р}} \cdot \omega_1(\text{Me}(\text{NO}_3)_y) = 150 \text{ г} \cdot 0,360 = 54,0 \text{ г}$</p> <p>При охлаждении масса осадка больше, чем масса соли в растворе => осаждается кристаллогидрат.</p> <p>В растворе все равно остается часть нитрата металла, поэтому найденная масса нитрата металла не позволяет определить, нитрат какого металла был взят и формулу кристаллогидрата.</p> <p>Примечание: 1 б. ставится за вывод о том, что осадок В представляет собой кристаллогидрат.</p>		
<p>Переходим к части задачи, связанной с разложением осадка.</p> <p>Определим молярную массу газа:</p> $M(\text{газ}) = \frac{M(\text{O}_2)}{1,259} = \frac{32 \frac{\text{г}}{\text{моль}}}{1,259} = 25,42 \frac{\text{г}}{\text{моль}}$	1 б.	
<p>При разложении нитратов возможно выделение кислорода или смеси кислорода с оксидом азота(IV). В любом случае такая газовая смесь не может иметь молярную массу меньше, чем у кислорода, что еще раз подчеркивает, что вещество В было кристаллогидратом и помимо кислорода или смеси O_2 и NO_2 выделяются и пары воды ($M(\text{H}_2\text{O}) = 18 \frac{\text{г}}{\text{моль}}$), которые снижают среднюю молярную массу до 25,42 г/моль.</p>		
<p>Рассмотрим вариант разложения до нитрита:</p> $\text{Me}(\text{NO}_3)_y \cdot n \text{H}_2\text{O} \xrightarrow{t^{\circ}} \text{Me}(\text{NO}_2)_y + \frac{y}{2} \text{O}_2 + n \text{H}_2\text{O}$ $\bar{M} = \frac{m(\text{смеси})}{v(\text{смеси})} = \frac{m(\text{O}_2) + m(\text{H}_2\text{O})}{v(\text{O}_2) + v(\text{H}_2\text{O})}$ <p>Для удобства возьмем разложение 1 моль кристаллогидрата:</p> $\bar{M} = \frac{\frac{y}{2} \text{ моль} \cdot 32 \frac{\text{г}}{\text{моль}} + n \text{ моль} \cdot 18 \frac{\text{г}}{\text{моль}}}{\frac{y}{2} \text{ моль} + n \text{ моль}} = \frac{16y + 18n}{0,5y + n} \frac{\text{г}}{\text{моль}} = 25,42 \frac{\text{г}}{\text{моль}}$ $\frac{16y + 18n}{0,5y + n} = 25,42$ $16y + 18n = 12,71y + 25,42n$ $7,42n = 3,29y$ $n = 0,4434 \cdot y$ <p>Несмотря на то, что число молекул воды (n) никак не может быть целым в этом случае, продолжаем рассматривать этот вариант, так как существуют кристаллогидраты и с дробным числом молекул воды.</p> $\frac{v(\text{Me}(\text{NO}_3)_y \cdot 0,4434y \text{H}_2\text{O})}{1} = \frac{v(\text{Me}(\text{NO}_2)_y)}{1}$ $\frac{m(\text{Me}(\text{NO}_3)_y \cdot 0,4434y \text{H}_2\text{O})}{M(\text{Me}(\text{NO}_3)_y \cdot 0,4434y \text{H}_2\text{O})} = \frac{m(\text{Me}(\text{NO}_2)_y)}{M(\text{Me}(\text{NO}_2)_y)}$		

	<p>Пусть молярная масса металла $M(\text{Me}) = a \frac{\Gamma}{\text{МОЛЬ}}$</p> $\frac{33,3\Gamma}{(a + 62 \cdot y + 0,4434y \cdot 18) \frac{\Gamma}{\text{МОЛЬ}}} = \frac{4,53\Gamma}{(a + 46 \cdot y) \frac{\Gamma}{\text{МОЛЬ}}}$ $33,3 \cdot a + 1531,8 \cdot y = 4,53 \cdot a + 317,01 \cdot y$ $28,77 \cdot a = -1214,79 \cdot y$ <p>=> нет подходящего металла</p>		
	<p>Рассмотрим разложение кристаллогидрата нитрата металла средней активности, которое протекает с образованием оксида металла. Степень окисления металла не меняется, поэтому вариант неактивного металла, разложение которого приводит к образованию металла вместо оксида, не подходит. Также не подходят варианты разложения нитрата железа(II) и нитрата марганца(II).</p> $\text{Me}(\text{NO}_3)_y \cdot n\text{H}_2\text{O} \xrightarrow{t^\circ} \frac{1}{2}\text{Me}_2\text{O}_y + y\text{NO}_2 + \frac{y}{4}\text{O}_2 + n\text{H}_2\text{O}$		
	<p>В этом случае газовая смесь состоит из NO_2, O_2 и H_2O. Выразим ее среднюю молярную массу:</p> $\bar{M} = \frac{m(\text{смеси})}{v(\text{смеси})} = \frac{m(\text{NO}_2) + m(\text{O}_2) + m(\text{H}_2\text{O})}{v(\text{NO}_2) + v(\text{O}_2) + v(\text{H}_2\text{O})}$ <p>Для удобства возьмем разложение 1 моль кристаллогидрата:</p> $\bar{M} = \frac{y \text{ моль} \cdot 46 \frac{\Gamma}{\text{МОЛЬ}} + \frac{y}{4} \text{ моль} \cdot 32 \frac{\Gamma}{\text{МОЛЬ}} + n \text{ моль} \cdot 18 \frac{\Gamma}{\text{МОЛЬ}}}{y \text{ моль} + \frac{y}{4} \text{ моль} + n \text{ моль}} =$ $= \frac{46y + 8y + 18n}{1,25y + n} \frac{\Gamma}{\text{МОЛЬ}} = \frac{54y + 18n}{1,25y + n} \frac{\Gamma}{\text{МОЛЬ}}$ <p>Тогда:</p> $\frac{54y + 18n}{1,25y + n} = 25,42$ $54y + 18n = 25,42 \cdot (1,25y + n)$ $54y + 18n = 31,775y + 25,42n$ $7,42n = 22,225y$ $n = 2,995 \cdot y$ $n \approx 3y$	2 б.	
	<p>Тогда новая форма записи уравнения реакции разложения:</p> $\text{Me}(\text{NO}_3)_y \cdot 3y\text{H}_2\text{O} \xrightarrow{t^\circ} \frac{1}{2}\text{Me}_2\text{O}_y + y\text{NO}_2 + \frac{y}{4}\text{O}_2 + 3y\text{H}_2\text{O}$		
	$\frac{v(\text{Me}(\text{NO}_3)_y \cdot 3y\text{H}_2\text{O})}{1} = \frac{v(\text{Me}_2\text{O}_y)}{1/2}$ $\frac{m(\text{Me}(\text{NO}_3)_y \cdot 3y\text{H}_2\text{O})}{M(\text{Me}(\text{NO}_3)_y \cdot 3y\text{H}_2\text{O})} = \frac{2 \cdot m(\text{Me}_2\text{O}_y)}{M(\text{Me}_2\text{O}_y)}$	3 б.	

<p>Пусть молярная масса металла $M(\text{Me}) = a \frac{\Gamma}{\text{моль}}$</p> $\frac{33,3\Gamma}{(a + 62 \cdot y + 3y \cdot 18) \frac{\Gamma}{\text{моль}}} = \frac{2 \cdot 4,53\Gamma}{(2 \cdot a + 16 \cdot y) \frac{\Gamma}{\text{моль}}}$ $66,6 \cdot a + 532,8 \cdot y = 9,06 \cdot a + 1050,96 \cdot y$ $57,54 \cdot a = 518,16 \cdot y$ $a = 9 \cdot y$ <p>Подбираем валентность металла (y).</p> <p>При $y=1$ $M(\text{Me}) = 9 \frac{\Gamma}{\text{моль}}$ - Be – не подходит по валентности</p> <p>При $y=2$ $M(\text{Me}) = 18 \frac{\Gamma}{\text{моль}}$ - не подходит</p> <p>При $y=3$ $M(\text{Me}) = 27 \frac{\Gamma}{\text{моль}}$ - Al – подходит по валентности и по характеру разложения.</p> <p>Примечание: 3 б. за подтвержденное расчетами определение неизвестного металла. Только указание алюминия без подтверждений – 1 б.</p>		
<p>Тогда $n = 3y = 3 \cdot 3 = 9$</p> <p>Формула осадка В: $\text{Al}(\text{NO}_3)_3 \cdot 9\text{H}_2\text{O}$</p>	2 б.	
$\text{Al}(\text{NO}_3)_3 \cdot 9\text{H}_2\text{O} \xrightarrow{t^\circ} \frac{1}{2} \text{Al}_2\text{O}_3 + 3\text{NO}_2 + \frac{3}{4} \text{O}_2 + 9\text{H}_2\text{O}$ $4\text{Al}(\text{NO}_3)_3 \cdot 9\text{H}_2\text{O} \xrightarrow{t^\circ} 2\text{Al}_2\text{O}_3 + 12\text{NO}_2 + 3\text{O}_2 + 36\text{H}_2\text{O}$ <p>Примечание: если этого уравнения нет, то 3 б. ставятся за уравнение $\text{Me}(\text{NO}_3)_y \cdot n\text{H}_2\text{O} \xrightarrow{t^\circ} \frac{1}{2} \text{Me}_2\text{O}_y + y\text{NO}_2 + \frac{y}{4} \text{O}_2 + n\text{H}_2\text{O}$ в том случае, если формула кристаллогидрата была верно определена.</p>	3 б.	
<p>Теперь решаем часть задачи, связанной с реакциями с порошком металлов.</p> <p>Определяем количество вещества нитрата серебра(I) в растворе:</p> $v_2(\text{AgNO}_3) = \frac{m_2(\text{AgNO}_3)}{M(\text{AgNO}_3)} = \frac{m_{2, \text{p-p}} \cdot \omega_2(\text{AgNO}_3)}{M(\text{AgNO}_3)} = \frac{200\Gamma \cdot 0,05}{170 \frac{\Gamma}{\text{моль}}} = 0,05882 \text{ моль}$	1 б.	
<p>Порошок, который помещают в этот раствор, представляет собой эквимольную смесь цинка и свинца.</p> <p>Тогда</p> $m(\text{порошок}) = m(\text{Zn}) + m(\text{Pb}) = v(\text{Zn}) \cdot M(\text{Zn}) + v(\text{Pb}) \cdot M(\text{Pb})$ $v(\text{Zn}) = v(\text{Pb}) = b \text{ моль}$ $b \text{ моль} \cdot 65 \frac{\Gamma}{\text{моль}} + b \text{ моль} \cdot 207 \frac{\Gamma}{\text{моль}} = 6,22\Gamma$ $272b = 6,22$ $b = 0,02287$ $v(\text{Zn}) = v(\text{Pb}) = 0,02287 \text{ моль}$	1 б.	
<p>Цинк способен восстанавливать серебро из раствора, а также свинец способен</p>	2 б.	

<p>восстанавливать серебро из раствора. В растворе также присутствует нитрат алюминия, но он не будет реагировать с порошками цинка и свинца, так как алюминий является более активным металлом.</p> $2\text{AgNO}_3 + \text{Zn} = \text{Zn}(\text{NO}_3)_2 + 2\text{Ag}$ $\text{Pb} + 2\text{AgNO}_3 = \text{Pb}(\text{NO}_3)_2 + 2\text{Ag}$		
<p>В первую очередь будет реагировать цинк, как более активный металл</p> $2\text{AgNO}_3 + \text{Zn} = \text{Zn}(\text{NO}_3)_2 + 2\text{Ag}$ $\frac{0,02287}{1} < \frac{0,05882}{2} \Rightarrow \text{для этой реакции цинк будет в недостатке, т.е. полностью прореагирует.}$ <p>Тогда оставшееся количество нитрата серебра(I):</p> $v_{\text{ост}}(\text{AgNO}_3) = 0,05882 \text{ моль} - 2 \cdot 0,02287 \text{ моль} = 0,01308 \text{ моль}$ <p>Примечание: 0,5 б. за правильное определение последовательности процессов; 0,5 б. за верное определение количества нитрата серебра(I), оставшегося после реакции с цинком.</p>	1 б.	
$\text{Pb} + 2\text{AgNO}_3 = \text{Pb}(\text{NO}_3)_2 + 2\text{Ag}$ $\frac{0,02287}{1} > \frac{0,01308}{2} - \text{для реакции со свинцом, свинец находится в избытке.}$		
<p>Тогда порошок D будет состоять из серебра и остатков свинца:</p> $v_{\text{порошок D}}(\text{Pb}) = 0,02287 \text{ моль} - \frac{0,01308}{2} \text{ моль} = 0,01633 \text{ моль}$ $v_{\text{порошок D}}(\text{Ag}) = v_2(\text{AgNO}_3) = 0,05882 \text{ моль}$ $m_{\text{порошок D}}(\text{Pb}) = v_{\text{порошок D}}(\text{Pb}) \cdot M(\text{Pb}) = 0,01633 \text{ моль} \cdot 207 \frac{\text{г}}{\text{моль}} = 3,380 \text{ г}$ $m_{\text{порошок D}}(\text{Ag}) = v_{\text{порошок D}}(\text{Ag}) \cdot M(\text{Ag}) = 0,05882 \text{ моль} \cdot 108 \frac{\text{г}}{\text{моль}} = 6,353 \text{ г}$ <p>Примечание: по 0,5 б. за верные количества вещества свинца и серебра в порошке D; по 0,5 б. за верные массы свинца и серебра в порошке D.</p>	2 б.	
<p>Масса всего порошка: $m(\text{D}) = 3,380 + 6,353 = 9,733 \text{ г}$ - совпадает с массой из условия задачи.</p>		
<p>Массовые доли:</p> $\omega(\text{Pb}) = \frac{m_{\text{порошок D}}(\text{Pb})}{m(\text{порошок D})} = \frac{3,380 \text{ г}}{9,733 \text{ г}} = 0,3473 = 34,73\%$ $\omega(\text{Ag}) = \frac{m_{\text{порошок D}}(\text{Ag})}{m(\text{порошок D})} = \frac{6,353 \text{ г}}{9,733 \text{ г}} = 0,6527 = 65,27\%$	1 б.	
<p>Часть задачи, связанной с порошком металлов можно было решить и не определяя неизвестный металл.</p> <p>Так как нитраты неактивных металлов, активность которых меньше активности серебра, разлагаются с образованием простых веществ металлов, а по условию не происходит изменения степени окисления металла в реакции разложения, то можно сделать вывод, что неизвестный металл более активный, чем серебро.</p> <p>Тогда, в первую очередь будет протекать реакция между цинком и нитратом</p>		

	<p>серебра(I). В этой реакции будет потрачен весь цинк. Далее с оставшимся серебром прореагирует свинец. Как было показано выше, свинец остается при этом в избытке. Расчет массы серебра и свинца в порошке D, с учетом только этих двух реакций, дает массу порошка D, совпадающую с массой из условия. Следовательно, оставшийся в порошке свинец уже не реагирует с нитратом неизвестного металла.</p> <p>Примечание: принимаются и другие верные варианты решения, полностью соответствующие условию задачи.</p>		
<p>Задача 2.</p>	<p>К смеси гидроксида натрия и карбида алюминия добавили 200 г воды. В результате образовался истинный раствор (раствор A) и газ B. Газ сожгли в избытке кислорода. При охлаждении продуктов сгорания сконденсировалось 2,998 г воды.</p> <p>Если к раствору A постепенно добавлять раствор серной кислоты ($\rho = 1,140 \text{ г / см}^3$; $\omega(\text{H}_2\text{SO}_4) = 20,08\%$), то в системе появляется осадок, изменение массы которого на качественном уровне можно представить в виде графика:</p>  <p>Установлено, что объем раствора серной кислоты, который был добавлен к раствору A для того, чтобы первоначально выпавший осадок растворился, составил 51,22 мл.</p> <p>Определить плотность газа B при нормальных условиях, а также максимальную массу осадка, который образуется в процессе добавления серной кислоты (момент Y на графике).</p> <p>Запишите уравнения всех протекающих реакций при добавлении к исходной смеси воды, при сжигании газа B, при добавлении серной кислоты в областях X1, X2, X3 на графике.</p>	<p>12 б.</p>	<p>12 б.</p>
	<p>Решение:</p> <p>Реакции, протекающие при растворении исходной смеси в воде:</p> $\text{NaH} + \text{H}_2\text{O} \rightarrow \text{NaOH} + \text{H}_2 \uparrow$ $\text{Al}_4\text{C}_3 + 12\text{H}_2\text{O} \rightarrow 4\text{Al}(\text{OH})_3 \downarrow + 3\text{CH}_4 \uparrow$ <p>Так как образовался истинный раствор, то весь выпавший гидроксид алюминия должен был раствориться. Гидроксид алюминия является амфотерным основанием, поэтому он растворяется в избытке щелочи:</p> $\text{Al}(\text{OH})_3 + \text{NaOH} \longrightarrow \text{Na}[\text{Al}(\text{OH})_4]$	<p>3 б.</p>	

	<p>Примечание: Принимаются и другие варианты написания протекающих процессов, например: $\text{Al}_4\text{C}_3 + 4\text{NaN} + 16\text{H}_2\text{O} \longrightarrow 4\text{Na}[\text{Al}(\text{OH})_4] + 4\text{H}_2 \uparrow + 3\text{CH}_4 \uparrow$ $\text{NaN} + \text{H}_2\text{O} \rightarrow \text{NaOH} + \text{H}_2 \uparrow$ Эти две реакции также в полной мере описывают протекающие процессы. Принимаются и варианты с образованием $\text{Na}_3[\text{Al}(\text{OH})_6]$, $\text{Na}[\text{Al}(\text{H}_2\text{O})_2(\text{OH})_4]$ и прочих комплексов, которые образуются в этой системе.</p>		
	<p>Реакции, протекающие при сжигании газовой смеси: $2\text{H}_2 + \text{O}_2 \rightarrow 2\text{H}_2\text{O}$ $\text{CH}_4 + 2\text{O}_2 \rightarrow \text{CO}_2 + 2\text{H}_2\text{O}$</p>	2 б.	
	<p>Реакции, протекающие при добавлении серной кислоты: Область X1 $2\text{NaOH} + \text{H}_2\text{SO}_4 \rightarrow \text{Na}_2\text{SO}_4 + 2\text{H}_2\text{O}$ и/или $\text{Na}_3[\text{Al}(\text{OH})_6] + \text{H}_2\text{SO}_4 \longrightarrow \text{Na}_2\text{SO}_4 + 2\text{H}_2\text{O} + \text{Na}[\text{Al}(\text{OH})_4]$ Область X2 $2\text{Na}[\text{Al}(\text{OH})_4] + \text{H}_2\text{SO}_4 \rightarrow \text{Na}_2\text{SO}_4 + 2\text{H}_2\text{O} + 2\text{Al}(\text{OH})_3 \downarrow$ Область X3 $2\text{Al}(\text{OH})_3 + 3\text{H}_2\text{SO}_4 \rightarrow \text{Al}_2(\text{SO}_4)_3 + 6\text{H}_2\text{O}$ Примечание: по 1 б. за реакцию в каждой области.</p>	3 б.	
	<p>Обозначим количество вещества NaN за x моль, а количество вещества Al_4C_3 за y моль</p>		
	<p>Количество вещества воды: $v(\text{H}_2\text{O}) = \frac{m(\text{H}_2\text{O})}{M(\text{H}_2\text{O})} = \frac{2,998 \text{ г}}{18 \frac{\text{г}}{\text{моль}}} = 0,1666 \text{ моль}$</p>	0,25 б.	
	<p>С другой стороны, количество вещества образовавшейся воды: $v(\text{H}_2\text{O}) = v_{\text{горение H}_2}(\text{H}_2\text{O}) + v_{\text{горение CH}_4}(\text{H}_2\text{O}) = v(\text{H}_2) + 2 \cdot v(\text{CH}_4) =$ $= v(\text{NaN}) + 2 \cdot 3 \cdot v(\text{Al}_4\text{C}_3) = x \text{ моль} + 2 \cdot 3 \cdot y \text{ моль} = (x + 6 \cdot y) \text{ моль}$ Тогда: $x + 6 \cdot y = 0,1666$</p>	0,5 б	
	<p>Количество вещества серной кислоты:</p>	0,75 б.	

	$v(\text{H}_2\text{SO}_4) = \frac{m(\text{H}_2\text{SO}_4)}{M(\text{H}_2\text{SO}_4)} = \frac{m_{\text{p-p}}(\text{H}_2\text{SO}_4) \cdot \omega(\text{H}_2\text{SO}_4)}{M(\text{H}_2\text{SO}_4)} =$ $= \frac{V_{\text{p-p}}(\text{H}_2\text{SO}_4) \cdot \rho_{\text{p-p}}(\text{H}_2\text{SO}_4) \cdot \omega(\text{H}_2\text{SO}_4)}{M(\text{H}_2\text{SO}_4)} =$ $= \frac{51,22 \text{ мл} \cdot 1,140 \frac{\text{г}}{\text{мл}} \cdot 0,2008}{98 \frac{\text{г}}{\text{моль}}} = 0,1196 \text{ моль}$		
	<p>С другой стороны, количество вещества H_2SO_4:</p> $v(\text{H}_2\text{SO}_4) = v_{\text{реакция с NaOH}}(\text{H}_2\text{SO}_4) + v_{\text{реакция с Na[Al(OH)}_4\text{]}}(\text{H}_2\text{SO}_4) =$ $= \frac{1}{2} \cdot v(\text{NaH}) + \frac{3}{2} \cdot 4 \cdot v(\text{Al}_4\text{C}_3) = \frac{x}{2} \text{ моль} + 6 \cdot y \text{ моль} = \left(\frac{x}{2} + 6 \cdot y \right) \text{ моль}$ $\frac{x}{2} + 6 \cdot y = 0,1196$ $x + 12 \cdot y = 0,2392$	0,5 б.	
	<p>Решая систему уравнений, получаем:</p> $y = 0,0121$ $x = 0,0940$	0,5 б.	
	<p>Максимальная масса осадка:</p> $m_{\text{max}}(\text{Al(OH)}_3) = 4y \text{ моль} \cdot M(\text{Al(OH)}_3) = 4 \cdot 0,0121 \text{ моль} \cdot 78 \frac{\text{г}}{\text{моль}} = 3,775 \text{ г}$	0,5 б.	
	<p>Газ состоит из x моль H_2 и $3 \cdot y$ моль CH_4 Тогда плотность газа В при нормальных условиях:</p> $\rho(\text{газ}) = \frac{0,0940 \cdot 2 + 3 \cdot 0,0121 \cdot 16}{(0,0940 + 3 \cdot 0,0121) \cdot 22,4} = 0,263 \frac{\text{г}}{\text{л}}$	1 б.	
	<p>Примечание: принимаются и другие верные варианты решения, полностью соответствующие условию задачи.</p>		
<p>Задача 3.</p>	<p>Представлена схема превращений:</p> <p>Известно, что $\text{X}_1 - \text{X}_7$ являются разными веществами и содержат в своем составе металл A. В веществе X_1 мольная доля кислорода 66,7%, а в $\text{X}_2 - 57,1\%$. X_1 и X_2 обладают одинаковым качественным составом. Массовая доля металла A в соединении X_2 равна 27,9%. X_5 является бинарным соединением, с мольной долей кислорода 66,7% и массовой долей кислорода 36,8%.</p> <p>Реакции 1, 2, 4, 6, 7 являются окислительно-восстановительными (и протекают с изменением степени окисления элемента A), а реакции 3, 5, 8 протекают без изменения степеней окисления.</p>		17 б.

	<p>Известно, что в реакции 1 не выделяется газ, а в реакции 2 выделяется простое газообразное вещество. Реакции 4 и 6 являются реакциями разложения. В реакции 4 один из продуктов является простым веществом. В реакции 6 все продукты являются бинарными веществами.</p> <p>Предложите один вариант формул веществ X₁ – X₇, который соответствует всем условиям задачи, и напишите уравнения реакций 1 – 8.</p>		
	<p>Решение:</p> <p>Числовые данные задачи позволяют определить формулы некоторых из зашифрованных веществ.</p> <p>Проще всего начать с вещества X₅. Это бинарное соединение с кислородом. Так как мольная доля кислорода 66,7%, т.е. 2/3 атомов – это атомы кислорода, то в общем виде формулу можно представить следующим образом AO_2.</p> <p>Тогда относительная атомная масса металла A:</p> $A_r(\text{A}) = \frac{2 \cdot 16}{0,368} \cdot (1 - 0,368) = 55 \Rightarrow \text{металл A} - \text{Mn}$ <p>В X₂ мольная доля атомов кислорода равна 57,1%. Если перевести в правильную дробь, то получим 4/7. Т.е. можно предположить, что в молекуле этого вещества 7 атомов, из которых 4 – это атомы кислорода.</p> <p>Массовая доля A в X₂ равна 27,9%. Предположим, что в данном веществе 1 атом марганца. Тогда молярная масса X₂:</p> $M(\text{X}_2) = \frac{M(\text{Mn})}{\omega(\text{Mn})} = \frac{55 \frac{\text{г}}{\text{моль}}}{0,279} = 197 \frac{\text{г}}{\text{моль}}$ <p>Тогда молярная масса третьего элемента, которого будет два атома в этом веществе:</p> $M(\text{Э}) = \frac{M(\text{X}_2) - M(\text{Mn}) - 4 \cdot M(\text{O})}{2} = \left(\frac{197 - 55 - 4 \cdot 16}{2} \right) \frac{\text{г}}{\text{моль}} = 39 \frac{\text{г}}{\text{моль}} - \text{это калий (K)}$ <p>Тогда формула вещества X₂ – K_2MnO_4</p> <p>X₁ обладает тем же качественным составом, что и X₂. При этом мольная доля кислорода в нем 66,7%, т.е. 2/3 атомов – это атомы кислорода \Rightarrow X₁ – KMnO_4.</p>		
	<p>Один из вариантов решения</p> <p>X₁ – KMnO_4; X₂ – K_2MnO_4; X₃ – MnCl_2; X₄ – $\text{Mn}(\text{OH})_2$; X₅ – MnO_2; X₆ – $\text{Mn}(\text{NO}_3)_2$; X₇ – MnSO_4.</p> <p>Примечание: за подходящие по всем условиям формулы веществ X₁, X₂, X₅ – по 1 б.; за подходящие по всем условиям формулы веществ X₃, X₄, X₆, X₇ – по 0,5 б.</p>	5 б.	
	1) $2\text{KMnO}_4 + \text{Na}_2\text{SO}_3 + 2\text{KOH} \rightarrow 2\text{K}_2\text{MnO}_4 + \text{Na}_2\text{SO}_4 + \text{H}_2\text{O}$	2 б.	
	2) $\text{K}_2\text{MnO}_4 + 8\text{HCl} \rightarrow 2\text{Cl}_2 + \text{MnCl}_2 + 2\text{KCl} + 4\text{H}_2\text{O}$	2 б.	
	3) $\text{MnCl}_2 + 2\text{NaOH} \rightarrow \text{Mn}(\text{OH})_2 \downarrow + 2\text{NaCl}$	1 б.	
	4) $2\text{KMnO}_4 \xrightarrow{t} \text{K}_2\text{MnO}_4 + \text{MnO}_2 + \text{O}_2 \uparrow$	2 б.	
	5) $\text{Mn}(\text{OH})_2 + 2\text{HNO}_3 \rightarrow \text{Mn}(\text{NO}_3)_2 + 2\text{H}_2\text{O}$	1 б.	
	6) $\text{Mn}(\text{NO}_3)_2 \xrightarrow{t} \text{MnO}_2 + 2\text{NO}_2 \uparrow$	1 б.	
	7) $2\text{KMnO}_4 + 3\text{H}_2\text{SO}_4 + 5\text{Na}_2\text{SO}_3 \rightarrow 2\text{MnSO}_4 + \text{K}_2\text{SO}_4 + 5\text{Na}_2\text{SO}_4 + 3\text{H}_2\text{O}$	2 б.	

	8) $\text{MnSO}_4 + 2\text{NaOH} \longrightarrow \text{Mn}(\text{OH})_2 \downarrow + \text{Na}_2\text{SO}_4$	1 б.	
	Примечание: принимается и аналогично оценивается любой другой вариант решения, который полностью соответствует всем условиям.		