Критерии и методика оценивания заданий муниципального этапа ВсОШ по химии 2025/2026 учебного года

9 класс

ЗАДАЧА 1. ФИЗИЧЕСКИЙ ИНСТИТУТ АКАДЕМИИ НАУК СССР

№	Содержание ответа	Число баллов
1	Минерал на основе диоксида циркония кубической модификации, носит название фианит. К названию минерала отсылает название задачи.	**2 балла**
2	Вещество **А** представляет собой оксид циркония (IV): ZrO_2. Формулу сульфата и оксида можно записать в следующем виде: $X_a(SO_4)_b$, X_aO_b. Равные индексы у этих веществ объясняются одинаковым зарядом иона кислорода и сульфат иона. Соотношение между сульфатом и оксидом всегда будет один к одному, поскольку металл в реакции содержится только в этих двух веществах. $$X_aO_b + bH_2SO_4 = X_a(SO_4)_b + bH_2O$$ Можно записать равенство количества веществ сульфата и оксида элемента **X** в виде уравнения: $$\frac{10}{M(\text{оксида})} = \frac{23}{M(\text{сульфата})}$$ Подставив молярные массы веществ, получаем: $$\frac{10}{aAr(X) + b16} = \frac{23}{aAr(X) + b96}$$ Выразим атомную массу элемента **X**, как функцию индексов a и b: $$Ar(X) = \frac{45{,}54b}{a}$$	**1 балл** составлено общее уравнение для формирования сульфата металла **X** **2 балла** предложена математическая модель для расчета атомной массы элемента **X** **6 баллов**

<table>
<tr>
<td></td>
<td>Перебирая значения валентности элемента X, получим:

<table>
<tr><td>Валентность</td><td>Ar(X)</td><td>a</td><td>b</td></tr>
<tr><td>I</td><td>22.8</td><td>2</td><td>1</td></tr>
<tr><td>II</td><td>45.5</td><td>1</td><td>1</td></tr>
<tr><td>III</td><td>68.3</td><td>2</td><td>3</td></tr>
<tr><td>IV</td><td>91.1</td><td>1</td><td>2</td></tr>
<tr><td>V</td><td>113.7</td><td>2</td><td>5</td></tr>
<tr><td>VI</td><td>136.6</td><td>1</td><td>3</td></tr>
<tr><td>VII</td><td>159.4</td><td>2</td><td>7</td></tr>
</table>

Близкими к реальным значениям атомных масс оказываются значения, полученные для валентности I и IV, соответственно элемент X должен представлять собой или натрий, или цирконий. Поскольку про металл X известно, что он растворяется только в смеси азотной и плавиковой кислоты, то можно сделать вывод: элемент X – это Zr.</td>
<td>сделан перебор валентности и указано почему выбирается определенный вариант
3 балла</td>
</tr>
<tr>
<td>3</td>
<td>Написаны реакции 1 и 2.
1) $ZrO_2 + 2H_2SO_4 = Zr(SO_4)_2 + H_2O$
2) $3Zr + 4HNO_3 + 21HF = 3H_3[ZrF_7] + 4NO + 8H_2O$</td>
<td>1 балл

3 балла</td>
</tr>
<tr>
<td>4</td>
<td>Предположена брутто-формула соединения B. $H_3[ZrF_7]$ или $ZrF_4 \cdot 4HF$.</td>
<td>2 балла</td>
</tr>
<tr>
<td></td>
<td>Итого</td>
<td>20 баллов</td>
</tr>
</table>

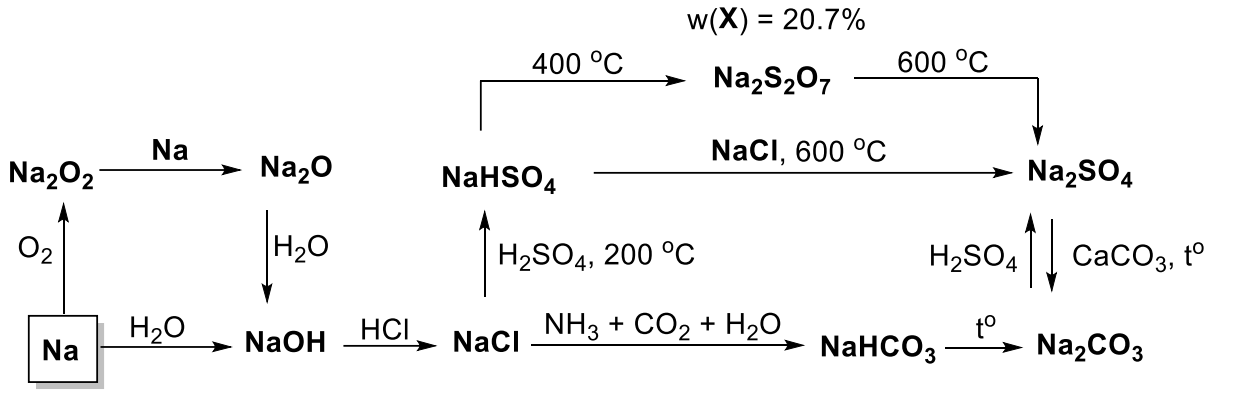
ЗАДАЧА 2. РОЗОВЫЙ МИНЕРАЛ

№	Содержание ответа	Число баллов
1	Указаны формулы всех соединений **A**–**E**. Зашифрованные структуры: $MnCl_2$ – **A** H_2SiO_3 – **B** $Mn(OH)_2$ – **C** MnOOH – **D** MnO_2 – **E**	по **0,5 баллов** (*всего **2,5 балла***)
	Написаны реакции **1**–**3**. Уравнения реакций: 1) $MnSiO_3 + 2HCl = MnCl_2 + H_2SiO_3$ 2) $MnCl_2 + 2NaOH = Mn(OH)_2 + 2NaCl$ 3) $3Mn(OH)_2 + O_2 = 2MnOOH + MnO_2 + 2H_2O$	за каждую реакцию по **1 баллу** (*всего **3 балла***)

2	Проведем расчет количества вещества $MnSiO_3$ (минерал родонит, в задаче много подсказок о том, что это силикат и соль марганца): $$n = \frac{25}{131} = 0{,}191 \text{ моль}$$ Количество вещества соляной кислоты в исходном растворе: $$n = \frac{100 \cdot 1{,}0980 \cdot 0{,}2}{36{,}5} = 0{,}602 \text{ моль}$$ Исходя из уравнения **реакции 1**, по прошествию двух часов в реакционном сосуде останется: 0,191 моль $MnCl_2$ и 0,22 моль HCl. Количество вещества гидроксида натрия в прибавляемом растворе: $$n = \frac{48 \cdot 0{,}35}{40} = 0{,}42 \text{ моль}$$ Прибавленный гидроксид натрия пойдет на нейтрализацию оставшейся соляной кислоты и на реакцию с хлоридом марганца (II). После реакции в растворе останется NaCl (образуется в ходе реакции гидроксида натрия с соляной кислотой и хлоридом марганца (II)), H_2O (вода образуется в ходе реакции, а также дважды вносилась в систему с растворами реагентов), $MnCl_2$ (хлорида марганца (II) избыток по отношению к прибавляемому гидроксиду натрия). Причем m(NaCl) = 13,1 г, m(H_2O) = 123,0 г, m($MnCl_2$) = 8,2 г. Массовая доля хлорида марганца (II) составит 5,7%.	за верный расчет начальных количеств вещества исходных веществ (силиката марганца, соляной кислоты и гидроксида натрия) по **1 баллу** (*всего **3 балла***) за верный расчет количества вещества продуктов реакции после прибавления соляной кислоты **1,5 балла** за верный расчет остатков веществ после прибавления гидроксида натрия **3 балла** за верный расчет массовой доли вещества **А** **2 балла**
3	Поскольку при 100% выходе можно получить 0,191 моль $MnCl_2$, то при выходе в 35% можно получить 0,067 моль (8,44 г) $MnCl_2$.	**2 балла**
4	Источниками разовых и фиолетовых пигментов в древности служили моллюски, красильные растения (цветки) и перетертые минералы.	**1 балл**
	Итого	**18 баллов**

ЗАДАЧА 3. МЫЛЬНАЯ ИСТОРИЯ

Зашифрованные структуры и уравнения реакций:



1) $2Na + O_2 = Na_2O_2$
2) $Na_2O_2 + 2Na = 2Na_2O$
3) $Na_2O + H_2O = NaOH$
4) $Na + H_2O = NaOH + H_2$
5) $NaOH + HCl = NaCl + H_2O$
6) $2NaCl + H_2SO_4 = 2NaHSO_4 + 2HCl$
7) $NaCl + NH_3 + CO_2 + H_2O = NaHCO_3 + NH_4Cl$
8) $NaHCO_3 = Na_2CO_3 + CO_2$
9) $NaHSO_4 + NaCl = Na_2SO_4 + HCl$
10) $2NaHSO_4 = Na_2S_2O_7 + H_2O$
11) $Na_2S_2O_7 = Na_2SO_4 + SO_3$
12) $Na_2CO_3 + H_2SO_4 = Na_2SO_4 + CO_2 + H_2O$
13) $Na_2SO_4 + CaCO_3 = Na_2CO_3 + CaSO_4$

№	Содержание ответа	Число баллов
1	Расшифрованы соединения **A–I**. *Все соединения указаны в цепочки выше.*	по **0,5 баллов** (*всего **5 баллов***)
2	Написаны все уравнения реакции и расставлены коэффициенты (**13 реакций**). *Все реакции указаны выше. Общий балл округляется в верхнюю сторону до ближайшей половины.*	Реакция 1) оценивается в **1 балл;** реакции 2) - 13) **оцениваются** по **0,75 балла** (*всего **10 баллов***)
3	Тривиальное название соединения **F** – пищевая сода, **H** – кальцинированная сода. На английском языке «натрий» называется «sodium», что напрямую связано с содой и мыльной водой, на что также указывает название задачи.	по **1 баллу** за каждый факт (*всего **3 балла***)
	Итого	**18 баллов**

ЗАДАЧА 4. ЗУБЕЦ И КРУГЛЫЙ КАМЕНЬ

№	Содержание ответа	Число баллов
1	Латунь – это сплав меди и цинка, а также некоторых других легирующих металлов. Примеры других сплавов: бронза (медь и олово), нихром (никель и хром).	**1 балл** за состав латуни по **1 баллу** за каждый сплав (*всего **3 балла***)

2	Написаны **реакций 1**–**6**. Уравнения реакций: 1) $Zn + HCl = ZnCl_2 + H_2$ 2) $Fe + HCl = FeCl_2 + H_2$ 3) $Zn + Cl_2 = ZnCl_2$ 4) $2Fe + 3Cl_2 = 2FeCl_3$ 5) $ZnCl_2 + 2NaOH = Zn(OH)_2 + 2NaCl$ 6) $Zn(OH)_2 + 2NaOH = Na_2[Zn(OH)_4]$ Из задачи известно: $10\text{ г}\ \left[\begin{matrix}6\text{ г}\\ X\\ Y\\ 4\text{ г}\end{matrix}\right] + 2HCl = \left[\begin{matrix}XCl_2\\ YCl_2\end{matrix}\right] + \left[\begin{matrix}H_2\\ H_2\end{matrix}\right]\ 3{,}67\text{ л}$ $10\text{ г}\ \left[\begin{matrix}6\text{ г}\\ aX\\ cY\\ 4\text{ г}\end{matrix}\right] + \left[\begin{matrix}b/2Cl_2\\ d/2Cl_2\end{matrix}\right] = \left[\begin{matrix}X_aCl_b\\ Y_cCl_d\end{matrix}\right]\ 24{,}16\text{ г}$ Откуда можно сделать систему двух уравнений: $$\begin{cases} \frac{6}{M(X)} + \frac{4}{M(Y)} = \frac{3.67}{22.4}\left(\frac{6}{M(X)}\cdot(M(X) + 35{,}5\cdot a) + \frac{4}{M(Y)}\right. \\ \left.\cdot(M(Y) + 35{,}5\cdot b) = 24.16\right. \end{cases}$$ Поскольку реакция окисления хлором металлов может приводить к продуктам с другой стехиометрией, тут не стоит предполагать те же продукты, что образовывались в случае реакции с соляной кислотой. Однако, поскольку анион хлора одновалентный то можно перебрать все случаи с a = 1 … 4, b = 1 … 4. Если ни одна из подсказок данных до этого в задаче не привела к пониманию того, что перед нами Fe или Zn, то придется решать несколько систем уравнений перебирая значения a и b. Формулировка задачи дает понять, что металл X это Zn, а также подсказкой служит название задачи, поскольку «цинк» – это «зубец», описание металла как одного из главных компонентов латуни и имеющего серебристый цвет, тот факт, что растворимые соли данного металла реагируют со щелочами сначала с выпадением, а затем с растворением осадка. Решение находится при	по **0,5 баллов** (*всего **3 балла***) составление систем(ы) уравнений, предположение Zn, как металла **X**, подбор параметра b **15 баллов**

	интуитивном $a = 2$ и $b = 3$, причем решением сразу будут молярные массы сразу двух металлов.	
3	Цинк – распространенный металл, применяемый для защиты, стали от коррозии, в качестве основного компонента электродов, а также в полиграфии, как пластины с легким травлением.	**1 балл**
	По реакции цинка с раствором щелочи в лаборатории получают чистый водород.	**1 балл**
	Получаемый иным образом водород, например при реакции металлов с соляной кислотой, загрязнен парами хлороводорода. $Zn + 2NaOH + 2H_2O = Na_2[Zn(OH)_4] + H_2$	**1 балл**
	Итого	**24 балла**

ЗАДАЧА 5. ТЕПЛОВОЙ ЭФФЕКТ

№	Содержание ответа	Число баллов
1	Реакцию сгорания этана можно представить следующим образом: $$C_2H_{6(г)} + \frac{7}{2}O_{2(г)} = 2CO_{2(г)} + 3H_2O_{(ж)}$$ Проводить термохимических расчетов следует с использованием закона Гесса, согласно которому тепловой эффект химической реакции определяется начальным и конечным состоянием реакционной системы. Значит, тепловой эффект нужной реакции (Q_5) можно представить как линейную комбинацию тепловых эффектов реакций (Q_i), представленных в условии задачи. Необходимо представить целевую реакцию как комбинацию реакций (1) – (4). Легко показать, что комбинация типа -(2) + (3) + 0.5·(1) дает целевую реакцию. Значит, $$Q_5 = -Q_2 + Q_3 + 0.5 \cdot Q_1$$ $$Q_5 = -137.19 + 1411.15 + 0.5 \cdot 571.66 = 1559.79 \text{ кДж}$$ Если записывать реакцию на 2 моль этана, то ее тепловой эффект составит **3119.58 кДж.**	**3 балла** **3 балла** **3 балла**
2	Количество теплоты, требующееся для нагревания воды, рассчитаем по следующей формуле: $$Q' = C \cdot m \cdot (T_2 - T_1),$$ где C – теплоемкость воды. С учетом того, что плотность воды равна 1 кг/л, получаем: $$Q' = 4.184 \cdot 1 \cdot 10 \cdot 10^3 \cdot (60 - 10) = 2092 \cdot 10^3 \text{ Дж} == 2092 \text{ кДж}$$ При сгорании 1 моль этана выделяется 1559.79 кДж теплоты. Значит, необходимое количество этана можно рассчитать по пропорции: $$n(C_2H_6) = \frac{2092}{1559.79} \cdot 1 = 1.34 \text{ моль}$$	**3 балла**

	При н. у. объем 1 моль любого газа составляет 22.4 л. В таком случае объем этана равен $V = 22.4\ \text{л/моль} \cdot 1.34\ \text{моль} = 30.0\ \text{л}$.	**4 балла**
3	Удельная энергоемкость рассчитывается в соответствии со следующей формулой: $$Q_{\text{уд}} = \frac{Q}{m},$$ где Q – количество выделившейся теплоты при сгорании топлива, m – масса топлива. Термохимические уравнения, представленные в задаче, отражают тепловой эффект химической реакции на 1 моль топлива. Из соображений размерности нетрудно догадаться, что отношение мольной теплоты сгорания (кДж/моль) к молярной массе топлива (г/моль) есть не что иное как удельная энергоемкость топлива (кДж/г). Тогда, $Q_{\text{уд}}(C_2H_6) = (1559.79\ \text{кДж/моль})/(30\ \text{г/моль}) = 52\ \text{кДж/г}$ $Q_{\text{уд}}(C) = (393.51\ \text{кДж/моль})/(12\ \text{г/моль}) = 32.8\ \text{кДж/г}$	**2 балла** **2 балла**
	Итого	**20 баллов**