

СЕВЕРО-ВОСТОЧНАЯ ОЛИМПИАДА ШКОЛЬНИКОВ - 2017/2018 (II ЭТАП)
ХИМИЯ, 8-9 класс

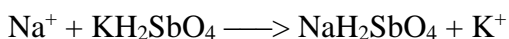
РЕШЕНИЕ ЗАДАНИЙ I ВАРИАНТА

Задание 1.

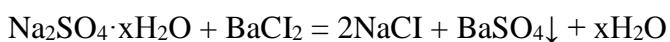
<i>Элемент оценивания</i>	<i>Критерий оценивания</i>
необходимо считать верными следующие ответы участников: А – КОН; В и С – КСlO ₃ , или КСl, или КСlO, или Н ₂ O; D и X – KI, или KIO ₃ , или KIO.	1 балл 1+1 1+1
Из приведенной структурной формулы тироксина выводим молярную массу – C ₁₅ H ₁₁ NO ₄ I ₄ . Молярная масса тироксина составляет 777 г/моль. Можно составить пропорцию: в 777 г тироксина содержится ----- 508 г йода в 1 г тироксина содержится ----- 0,654 г йода или m(I ₂) = 0,654/2 = 0,327 г.	2 балла 1 балл 1 балл 1 балл
Всего	10 баллов

Задание 2.

Нерастворимый в кислотах осадок – это сульфат бария. Кислая калиевая соль ортосурьмяной кислоты является реактивом для определения катионов натрия.



Соответственно, мирабилит содержит **сульфат натрия**.



$$v(BaSO_4) = v(Na_2SO_4 \cdot xH_2O) = 0,01 \text{ моль}$$

$$M(Na_2SO_4 \cdot xH_2O) = 3,22/0,01 = 322 \text{ г/моль}$$

$$M(Na_2SO_4) = 142 \text{ г/моль}$$

$$\text{Разность молярных масс составляет } 322 - 142 = 180$$

$$X = 180 \text{ г} / 18 \text{ г/моль} = 10 \text{ моль}$$

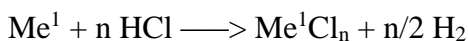
Формула мирабилита Na₂SO₄·10H₂O

Система оценивания

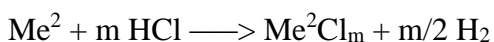
1	Определение соли X	2 балл
2	За уравнение реакции	2 балла (по 1 б. за уравнение)
3	Расчет состава мирабилита	3 балла
	ИТОГО	7 баллов

Задание 3.

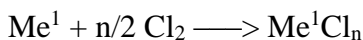
1. Распишем реакции:



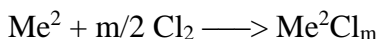
X моль



Y моль



X моль



Y моль

Видим, что количество поглощенного хлора и количество выделившегося водорода должны быть одинаковы: $Xn/2 + Ym/2 = Xn/2 + Ym/2$

Однако, согласно условию задачи они не одинаковы, следовательно один из металлов обладает несколькими степенями окисления катионов и скорее всего своего наивысшей степени +3 достигает при обработке газообразным хлором, а при обработке соляной кислотой +2.

Составим систему уравнений:

$$\begin{cases} \left(\frac{3x}{2} + \frac{2y}{2}\right) 22,4 = 19,04 \\ \left(\frac{3x}{2} + \frac{3y}{2}\right) 22,4 = 20,16 \end{cases}$$

где x – количество металла Me^1 , а y – количество металла Me^2 .

Решая ее находим, что $x=0,5$ $y=0,1$.

Составим уравнение $0,1a + 0,5b = 19,1$, где a – молярная масса Me^2 , b – молярная масса Me^1 .

$$a = 191 - 5b$$

$$b < 38,2$$

Этому условию отвечает только Al, следовательно, другой металл – Fe.

Состав смеси металлов: 0,1 моль Fe и 0,5 моль Al.

$$\omega(\text{Fe}) = \frac{56 * 0,1}{19,1} * 100\% = 29,32\%$$

$$\omega(\text{Al}) = \frac{27 * 0,5}{19,1} * 100\% = 70,68\%$$

Система оценивания

1	Вывод о разности степеней окисления металлов при обработке соляной кислотой	2 балла
2	Уравнения реакции по 1 баллу	4 балла
3	Определение одного металла – по 2 балла	4 балла
4	Определение содержания одного металла – по 2 балла	4 балла
	ИТОГО	14 баллов

Задание 4.

<i>№ п/п</i>	<i>Элемент оценивания</i>	<i>Критерий оценивания</i>
1	<p>В присутствии мурексида оттитровывается Ca^{2+}. $C(\text{Ca}^{2+}) = 0,03 \cdot 0,05 / 0,1 = 0,0150$ моль/л.</p> <p>В присутствии эриохрома черного Т оттитровывается Mg^{2+}: $C(\text{Mg}^{2+}) = 0,0034 \cdot 0,05 / 0,1 = 0,0017$ моль/л.</p>	<p>1 балл</p> <p>1 балл</p> <p>1 балл</p> <p>1 балл</p>
2	<p>Рассчитаем концентрации катионов (в ммоль/л): $C(\text{Ca}^{2+}) = 1000/40 = 25$ ммоль/л. $C(\text{Mg}^{2+}) = 400/24 = 16,67$ ммоль/л $\text{ОЖ} = \frac{1}{2}(25+16,67) \approx 20,8^0$.</p> <p>Согласно предложенной классификации такую воду следует отнести к жесткой.</p>	<p>1 балл</p> <p>1 балл</p> <p>1 балл</p> <p>1 балл</p>
3	<p>Рассчитаем предельно допустимый объем потребляемой воды по отдельным элементам: по Са = $1000/500 = 2$ л; по Mg = $400/60 = 6,67$ л.</p> <p>По кальцию предельный объем воды меньше, следовательно, необходимо выпить максимум 2 л воды, чтобы не превысить норму.</p>	<p>1 балл</p> <p>1 балл</p> <p>1 балл</p>
4	<p>Для качественной идентификации растворов с такой концентрацией можно воспользоваться способностью катионов кальция осаждаться сульфат-анионами:</p> <p>$\text{Ca}^{2+} + \text{SO}_4^{2-} = \text{CaSO}_4 \downarrow$ – малорастворимое соединение, поэтому возможно только помутнение раствора.</p>	<p>Верно предложенный реактив (может отличаться от приведенного примера) – 1 балл</p> <p>Уравнение реакции – 1 балл</p>
Всего		13 баллов

Задание 5.

№ n/n	Элемент оценивания	Критерий оценивания
1	<p>Для этого с помощью имеющихся данных рассчитаем тепловой эффект фазового перехода:</p> $\text{H}_2\text{O}_{(ж)} \rightarrow \text{H}_2\text{O}_{(г)}$ $\Delta_{ф.п.} \text{H}^0 = \Delta_f \text{H}^0 (\text{H}_2\text{O}_{газ}) - \Delta_f \text{H}^0 (\text{H}_2\text{O}_{жид}) = 44 \text{ кДж.}$ <p>Выполним перерасчет на 1 кг (1000 г) воды:</p> $\Delta_{ф.п.} h^0 = \frac{44 * 1000}{18} = 2444,4 \text{ кДж.}$ <p>Такое количество теплоты необходимо возместить организму.</p>	<p>0,25 баллов</p> <p>1 балл</p> <p>1 балл</p>
2	<p>Для этого рассчитаем тепловой эффект окисления глюкозы:</p> $\text{C}_6\text{H}_{12}\text{O}_6 + 6\text{O}_2 \rightarrow 6\text{CO}_2(г) + 6\text{H}_2\text{O}(г)$ $\Delta_f \text{H}^0 = 6\Delta_f \text{H}^0 (\text{CO}_2 \text{ газ}) + 6\Delta_f \text{H}^0 (\text{H}_2\text{O}_{газ}) - \Delta_f \text{H}^0 (\text{C}_6\text{H}_{12}\text{O}_6 \text{ тв}) = -2547,8 \text{ кДж}$ <p>Определим массу глюкозы:</p> $m = \left \frac{2444,4 * 180}{-2547,8} \right = 172,7 \text{ г.}$	<p>0,25 баллов</p> <p>1 балл</p> <p>1 балл</p>
3	<p>Рассчитаем изменение температуры:</p> $\Delta T = \frac{Q}{cm} = \frac{2444,4}{4,2 * 60} = 9,7^\circ$ <p>Температура тела установится равной: $T = 36,6 - 9,7 = 26,9^\circ \text{C}$</p>	<p>1 балл</p> <p>0,5 баллов</p>
Всего		6 баллов

СЕВЕРО-ВОСТОЧНАЯ ОЛИМПИАДА ШКОЛЬНИКОВ - 2017/2018 (II ЭТАП)
ХИМИЯ, 8-9 класс

РЕШЕНИЕ ЗАДАНИЙ II ВАРИАНТА

Задание 1.

А – аммонийная селитра NH_4NO_3 ;

В – поташ (лат. *potasii* – кали) K_2CO_3 ;

С – калийная селитра (лат. *sal nitri* – азотная соль) KNO_3 .

Пептид + [O] \rightarrow $\text{NH}_4\text{NO}_3 + \text{CO}_2 + \text{H}_2\text{O}$;

$\text{K}_2\text{CO}_3 + \text{NH}_4\text{NO}_3 \rightarrow \text{KNO}_3 + 2\text{NH}_3 + \text{CO}_2 + \text{H}_2\text{O}$.

Система оценивания

3 баллов – формула веществ (за 3 формулы)

3 баллов – тривиальные названия веществ (за 3 названия)

4 баллов – уравнения реакций (за 2 реакции)

Итого: 10 баллов

Задание 2.

Нерастворимый в кислотах осадок это сульфат бария. Красная кровяная соль дает темно-синий осадок турнбулевой сини с солями Fe^{2+} .

$4\text{Fe}^{2+} + 3[\text{Fe}(\text{CN})_6]^{3-} \Rightarrow \text{Fe}_4[\text{Fe}(\text{CN})_6]_3$

Соответственно, мелантерит содержит **сульфат железа (II)**.

$\text{FeSO}_4 \cdot x\text{H}_2\text{O} + \text{BaCl}_2 = 2\text{FeCl}_2 + \text{BaSO}_4 \downarrow + x\text{H}_2\text{O}$

$\nu(\text{BaSO}_4) = \nu(\text{FeSO}_4 \cdot x\text{H}_2\text{O}) = 0,02$ моль

$M(\text{FeSO}_4 \cdot x\text{H}_2\text{O}) = 5,56/0,02 = 278$ г/моль

$M(\text{FeSO}_4) = 152$ г/моль

Разность молярных масс составляет $278 - 152 = 126$

$x = 126 / 18 = 7$

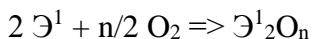
Формула мелантерита $\text{FeSO}_4 \cdot 7\text{H}_2\text{O}$

Система оценивания

1	Определение соли X	2 балл
2	За уравнение реакции	2 балла (по 1 б. за уравнение)
3	Расчет состава мирабилита	3 балла
	ИТОГО	7 баллов

Задание 3.

Распишем уравнения протекающих реакций



x моль



y моль

Увеличение массы при прокаливании в токе кислорода очевидно происходит за счет кислорода.

$$\Delta m = 83 - 57,4 = 25,6 \text{ г} = m(\text{O}_2)$$

Согласно уравнениям реакций:

$$32 \left(\frac{x}{2} \cdot \frac{n}{2} + \frac{y}{2} \cdot \frac{m}{2} \right) = 25,6 \text{ г} \Rightarrow$$
$$xn + ym = 3,2$$

Очевидно, что одно из веществ не реагирует с концентрированной азотной кислотой. Пусть это будет Э¹. => m(Э¹) = 41,6 г

$$m(\text{Э}^2) = 15,8 \text{ г}$$

Обозначим молярные массы веществ как M(Э¹) = a

$$M(\text{Э}^2) = b$$

Составим систему уравнений:

$$\begin{cases} ax = 41,6 \\ by = 15,8 \\ xn + ym = 3,2 \end{cases} \Rightarrow \begin{cases} x = \frac{41,6}{a} \\ y = \frac{15,8}{b} \\ xn + ym = 3,2 \end{cases}$$

$$\frac{41,6n}{a} + \frac{15,8m}{b} = 3,2 \Rightarrow \frac{13n}{a} + \frac{15,8m}{3,2b} = 1$$

$$\frac{13n}{a} = 1 - \frac{15,8m}{3,2b} \Rightarrow \frac{13n}{a} = \frac{3,2b - 15,8m}{3,2b}$$

Выразим a:

$$a = \frac{13n \cdot 3,2b}{3,2b - 15,8m}$$

Из этого следует, что молярная масса Э¹ кратна 13. Из элементов с максимальной степенью окисления +6 подходит хром (Cr). Действительно, хром пассивирует в концентрированной азотной кислоте и не реагирует с ней.

В реакции с кислородом n = 3, x = 0,8 моль. Подставим значения x и n: 0,8*3 + ym = 3,2

$$ym = 0,8$$

$$y = \frac{0,8}{m}$$

$$b = \frac{15,8}{y} \text{ подставим } y$$

$$b = \frac{15,8m}{0,8}$$

$$b = 19,75m$$

Перебирая m получаем, что $b=79$ и $\mathcal{E}^2 = Se$.

$$y = 0,8/4 = 0,2 \text{ моль.}$$

$$\omega(Cr) = \frac{52 * 0,8}{57,4} * 100\% = 72,47\%$$

$$\omega(Se) = \frac{79 * 0,2}{57,4} * 100\% = 27,53\%$$

Система оценивания

1	Составление общего вида уравнения окисления кислородом	2 балла
2	Определение одного металла – по 3 балла	6 баллов
3	Определение содержания одного металла – по 3 балла	6 баллов
	ИТОГО	14 баллов

Задание 4.

<i>№ n/n</i>	<i>Элемент оценивания</i>	<i>Критерий оценивания</i>
1	В присутствии мурексида оттитровывается Ca^{2+} . $C(Ca^{2+}) = 0,03 * 0,05 / 0,1 = 0,0150$ моль/л. В присутствии эриохрома черного Т оттитровывается Mg^{2+} : $C(Mg^{2+}) = 0,0034 * 0,05 / 0,1 = 0,0017$ моль/л.	1 балл 1 балл 1 балл 1 балл
2	Рассчитаем концентрации катионов (в ммоль/л): $C(Ca^{2+}) = 1000/40 = 25$ ммоль/л. $C(Mg^{2+}) = 400/24 = 16,67$ ммоль/л $OЖ = \frac{1}{2}(25+16,67) \approx 20,8^0$. Согласно предложенной классификации такую воду следует отнести к жесткой.	1 балл 1 балл 1 балл 1 балл
3	Рассчитаем предельно допустимый объем потребляемой воды по отдельным элементам: по Ca = $1000/500 = 2$ л; по Mg = $400/60 = 6,67$ л. По кальцию предельный объем воды меньше, следовательно, необходимо выпить максимум 2 л воды, чтобы не превысить норму.	1 балл 1 балл 1 балл

4	<p>Для качественной идентификации растворов с такой концентрацией можно воспользоваться способностью катионов кальция осаждаться сульфат-анионами:</p> $\text{Ca}^{2+} + \text{SO}_4^{2-} = \text{CaSO}_4\downarrow$ <p>– малорастворимое соединение, поэтому возможно только помутнение раствора.</p>	<p>Верно предложенный реактив (может отличаться от приведенного примера) – 1 балл</p> <p>Уравнение реакции – 1 балл</p>
Всего		13 баллов

Задание 5.

<i>№ n/n</i>	<i>Элемент оценивания</i>	<i>Критерий оценивания</i>
1	<p>Для этого с помощью имеющихся данных рассчитаем тепловой эффект фазового перехода:</p> $\text{H}_2\text{O}_{(\text{ж})} \rightarrow \text{H}_2\text{O}_{(\text{г})}$ $\Delta_{\text{ф.п.}}\text{H}^0 = \Delta_{\text{f}}\text{H}^0(\text{H}_2\text{O}_{\text{газ}}) - \Delta_{\text{f}}\text{H}^0(\text{H}_2\text{O}_{\text{жид}}) = 44 \text{ кДж.}$ <p>Выполним перерасчет на 1 кг (1000 г) воды:</p> $\Delta_{\text{ф.п.}}h^0 = \frac{44 \cdot 1000}{18} = 2444,4 \text{ кДж.}$ <p>Такое количество теплоты необходимо возместить организму.</p>	<p>0,25 баллов</p> <p>1 балл</p> <p>1 балл</p>
2	<p>Для этого рассчитаем тепловой эффект окисления глюкозы:</p> $\text{C}_6\text{H}_{12}\text{O}_6 + 6\text{O}_2 \rightarrow 6\text{CO}_2(\text{г}) + 6\text{H}_2\text{O}(\text{г})$ $\Delta_{\text{r}}\text{H}^0 = 6\Delta_{\text{f}}\text{H}^0(\text{CO}_2_{\text{газ}}) + 6\Delta_{\text{f}}\text{H}^0(\text{H}_2\text{O}_{\text{газ}}) - \Delta_{\text{f}}\text{H}^0(\text{C}_6\text{H}_{12}\text{O}_6_{\text{тв}}) = -2547,8 \text{ кДж}$ <p>Определим массу глюкозы:</p> $m = \left \frac{2444,4 \cdot 180}{-2547,8} \right = 172,7 \text{ г.}$	<p>0,25 баллов</p> <p>1 балл</p> <p>1 балл</p>
3	<p>Рассчитаем изменение температуры:</p> $\Delta T = \frac{Q}{cm} = \frac{2444,4}{4,2 \cdot 60} = 9,7^\circ$ <p>Температура тела установится равной: $T = 36,6 - 9,7 = 26,9^\circ\text{C}$</p>	<p>1 балл</p> <p>0,5 баллов</p>
Всего		6 баллов