

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

**Инструкция по выполнению работы**

Работа включает **5** заданий. На его выполнение отводится **4 астрономических часа (240 минут)**. При выполнении работы вы можете пользоваться периодической системой химических элементов Д.И. Менделеева, таблицей растворимости солей, кислот и оснований в воде, электрохимическим рядом напряжений металлов, а также непрограммируемым калькулятором.

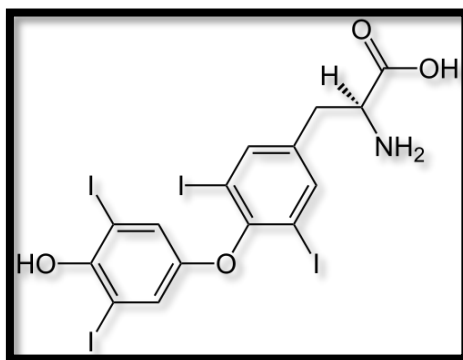
Постарайтесь выполнить как можно больше заданий и набрать наибольшее количество баллов.

**Желаем успехов!**

**Дорогу осилит идущий!**

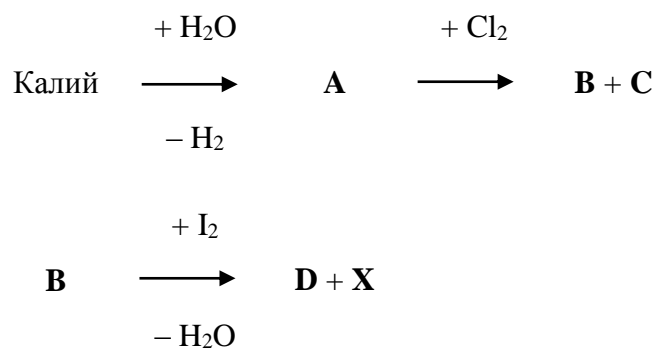
**Задание 1.**

Иододефицит – заболевание, связанное с дефицитом йода в организме человека – по данным Всемирной организации здравоохранения является самым распространенным заболеванием неинфекционного характера в мире, которым страдает около 2 млрд человек. Основной причиной данного расстройства считается недостаток йода в потребляемых продуктах, соответственно, чаще всего этим недугом страдают жители отдаленных от моря регионов. Иододефицит может привести к таким тяжелым последствиям, как зоб и умственная отсталость.



**тироксин**

В организме йод находится в основном в виде органического соединения тирокина, которое выделяется щитовидной железой. Недостаток йода в организме решается путем употребления искусственно йодированной поваренной соли. Для производства такой соли в обычную поваренную соль добавляют необходимое количество вещества **X**, получить которую можно по схеме:



1. Расшифруйте вещества **A-D**, **X**. Назовите их.
2. Какую массу  $\text{I}_2$  можно получить из 1 г тироксина?

### Задание 2.

В заливе Кара-Богаз-Гол Каспийского моря находятся богатейшие запасы минерала мирабилита кристаллогидрат соли **X**. Каждый год в конце ноября, когда температура воды падает до  $6^\circ\text{C}$ , вода оказывается насыщенной этой солью, и мирабилит начинает выделяться в виде бесцветных кристаллов, оседающих на дно залива и на его берегах. Эти кристаллы содержат в своем составе соль и воду.

Для определения формулы мирабилита растворили 3,22 г минерала в воде. К полученному раствору прилили избыток раствора хлорида бария. Выпавший осадок, нерастворимый в кислотах, был отфильтрован, промыт и взвешен. Его масса оказалась равной 2,33 г. При добавлении к раствору мирабилита раствора кислой калиевой соли ортосурьмяной кислоты образуется белый кристаллический осадок.

На основе химического анализа определите формулу минерала мирабилита. Запишите уравнение реакции.

### Задание 3.

При обработке 19,1 г смеси двух металлов с максимальной степенью окисления катионов равной +3 соляной кислотой выделилось 19,04 л газа (н.у.). Другая навеска той же смеси металлов с такой же массой может поглотить 20,16 л  $\text{Cl}_2$  (н.у.). Определите качественный и количественный состав смеси в массовых долях.

#### Задание 4.

Нахот – месторождение минеральных вод с геотермальным источником, находящееся в Якутии в 600 км южнее г. Якутска. Его воды имеют уникальный химический состав, выражающийся в наличии в нефтяных, жирных и аминокислот, а также фенола, что делает этот источник не имеющим аналогов в мире. По своему катионному составу вода относится к сульфатно-натриево-кальциевым.

Вопрос 1. Концентрацию кальция и магния обычно определяют титриметрически методом комплексонометрии. Титрантом при этом служит раствор трилона Б (этилендиаминтетраацетат динатрия, сокр. ЭДТА), который при титровании в сильнощелочной среде связывает ионы кальция (индикатор *мурексид*), а в присутствии аммиачного буферного раствора связывает ионы магния (индикатор *эриохром черный Т*). С тем и другим катионом трилон Б реагирует в мольном соотношении 1:1.

На титрование образца минеральной воды «Нахот» объемом 100 мл израсходовалось 30,00 мл раствора трилона Б в присутствии индикатора мурексида и 3,40 мл раствора трилона Б в присутствии индикатора эриохрома черного Т. Концентрация трилона Б в обоих случаях составляла 0,0500 М. Рассчитайте молярную концентрацию  $\text{Ca}^{2+}$  и  $\text{Mg}^{2+}$  в исследованном образце.

Вопрос 2. Суммарное количество катионов  $\text{Ca}^{2+}$  и  $\text{Mg}^{2+}$  обычно именуется общей жесткостью воды. В данное время в России принят стандарт, по которому величина общей жесткости (ОЖ), измеряемая в градусах, соотносится с концентрациями металлов (в ммоль/л) по уравнению:

$$1^\circ \text{ОЖ} = \frac{1}{2} C(\text{Ca}^{2+} + \text{Mg}^{2+})$$

В соответствии с принятой классификацией мягкой считается вода при ее ОЖ  $< 2^\circ$ , средней жесткости при ОЖ = 2-10° и жесткой – при ОЖ  $> 10^\circ$ . Рассчитайте, к какому типу по данной классификации относится вода, содержащая 1000 мг ( $\text{Ca}^{2+}$ ) и 400 мг ( $\text{Mg}^{2+}$ )?

Вопрос 3. Кальций и магний играют важную роль в жизнедеятельности организмов всех уровней. Для человека их суточная потребность составляет 1000 мг ( $\text{Ca}^{2+}$ ) и 400 мг ( $\text{Mg}^{2+}$ ). Рассчитайте, какой максимальный объем воды с содержанием кальция 12,5 ммоль/л и магния 2,5 ммоль/л необходимо выпить человеку, чтобы не превысить норму потребления ни по одному из этих элементов?

Вопрос 4. С помощью каких реактивов можно отличить друг от друга 10% водные растворы  $\text{CaCl}_2$  и  $\text{MgCl}_2$ ? Приведите один пример и напишите уравнения реакций.

### Задание 5.

Одежда, в которой вымокли под дождем, впитала 1 кг воды, затем сухой ветер высушил ее.

#### Задания:

1. Какое количество потерянной теплоты необходимо возместить организму?
2. Какую массу глюкозы  $C_6H_{12}O_6$  нужно потребить, чтобы восполнить эту потерю?

Предположите, что в организме **полное** окисление глюкозы протекает с образованием газообразных продуктов реакции.

3. Предположим, что организм не возместил потерю этого количества теплоты. Какова будет температура тела после высыхания одежды? Предположите, что теплоемкость тела равна теплоемкости жидкой воды.

**Указание:** во всех расчетах пренебрегайте зависимостью энтальпии и теплоемкости от температуры.

#### Справочные данные:

$\Delta_f H^0 (H_2O_{\text{жид}})$	-285,8 кДж/моль
$\Delta_f H^0 (H_2O_{\text{газ}})$	-241,8 кДж/моль
$\Delta_f H^0 (CO_2_{\text{газ}})$	-393,5 кДж/моль
$\Delta_f H^0 (C_6H_{12}O_6_{\text{тв}})$	-1264 кДж/моль
$C (H_2O_{\text{жид}})$	4,2 кДж/кг·К
Масса тела	60 кг
Начальная температура тела	36,6 °С

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

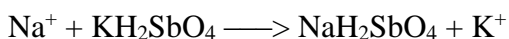
**РЕШЕНИЕ ЗАДАНИЙ I ВАРИАНТА**

**Задание 1.**

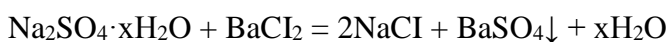
<i>Элемент оценивания</i>	<i>Критерий оценивания</i>
необходимо считать верными следующие ответы участников: А – КОН; В и С – КСlO <sub>3</sub> , или КСl, или КСlO, или Н <sub>2</sub> O; D и X – KI, или KIO <sub>3</sub> , или KIO.	1 балл 1+1 1+1
Из приведенной структурной формулы тироксина выводим молярную массу – С <sub>15</sub> Н <sub>11</sub> NO <sub>4</sub> I <sub>4</sub> . 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
<b>Всего</b>	<b>10 баллов</b>

**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**.



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

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

$$M(Na_2SO_4) = 142 \text{ г/моль}$$

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

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

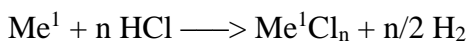
Формула мирабилита Na<sub>2</sub>SO<sub>4</sub>·10H<sub>2</sub>O

Система оценивания

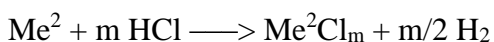
1	Определение соли X	2 балл
2	За уравнение реакции	2 балла (по 1 б. за уравнение)
3	Расчет состава мирабилита	3 балла
	<b>ИТОГО</b>	<b>7 баллов</b>

### Задание 3.

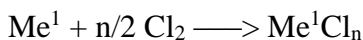
1. Распишем реакции:



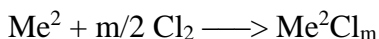
X моль



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  $\text{Me}^1$ , а y – количество металла  $\text{Me}^2$ .

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

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

$$a = 191 - 5b$$

$$b < 38,2$$

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 <math>\text{Ca}^{2+}</math>.  <math>C(\text{Ca}^{2+}) = 0,03 \cdot 0,05 / 0,1 = 0,0150</math> моль/л.</p> <p>В присутствии эриохрома черного Т оттитровывается <math>\text{Mg}^{2+}</math>:  <math>C(\text{Mg}^{2+}) = 0,0034 \cdot 0,05 / 0,1 = 0,0017</math> 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):  <math>C(\text{Ca}^{2+}) = 1000/40 = 25</math> ммоль/л.  <math>C(\text{Mg}^{2+}) = 400/24 = 16,67</math> ммоль/л  <math>\text{ОЖ} = \frac{1}{2}(25+16,67) \approx 20,8^0</math>.</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 = <math>1000/500 = 2</math> л;          по Mg = <math>400/60 = 6,67</math> 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><math>\text{Ca}^{2+} + \text{SO}_4^{2-} = \text{CaSO}_4 \downarrow</math> – 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>
<b>Всего</b>		<b>13 баллов</b>

### Задание 5.

№ п/п	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: <math>T = 36,6 - 9,7 = 26,9^\circ \text{C}</math></p>	<p>1 балл</p> <p>0,5 баллов</p>
<b>Всего</b>		<b>6 баллов</b>



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

**Инструкция по выполнению работы**

Работа включает **5** заданий. На его выполнение отводится **4 астрономических часа (240 минут)**. При выполнении работы вы можете пользоваться периодической системой химических элементов Д.И. Менделеева, таблицей растворимости солей, кислот и оснований в воде, электрохимическим рядом напряжений металлов, а также непрограммируемым калькулятором.

Постарайтесь выполнить как можно больше заданий и набрать наибольшее количество баллов.

**Желаем успехов!**

**Дорогу осилит идущий!**

**Задание 1.**

«...На окраине города находится несколько огромных ям, называемых в народе «селитрянницами», которые местными трудягами заполняются гниющей ботвой, скотским навозом и прочими нечистотами. По прошествии месяца содержимое ям, в котором образовалось значительное количество вещества **А**, извлекается и отправляется на «селитроварню».

Недалеко от «селитроварен» расположена «поташня», где мастер – «поташник», вываривая древесную золу, сначала получает «шадрик» (загрязненное вещество **В**), затем, перекаливая его, выделяет чистое вещество **В**.

Вещество **В** также отправляется на «селитроварню», где мастер – «селитряник», смешав его с содержимым из ям, варит до полного испарения воды. С помощью обработки полученного сухого остатка водой выделяется вещество **С**...»

*Великий Новгород, 1804 г.*

Определите вещества **А-С** и укажите их тривиальные названия; напишите схемы описанных процессов их получения.

**Задание 2.**

Мелантерит был открыт в 1850 году. Этот минерал является кристаллогидратом соли **Х**. Мелантерит в очень небольших количествах встречен в ряде месторождений Сибири, Средней Азии и Казахстана. В Блявинском колчеданном месторождении (Южный Урал) он в виде прожилков и скоплений в пустотах наблюдается в верхних горизонтах полуразложившихся пиритовых руд. Раствор минерала даёт темно-синий осадок с красной кровяной солью.

Для определения формулы мелантерита растворили 5,56 г минерала в воде. К полученному раствору прилили избыток раствора хлорида бария. Выпавший осадок, нерастворимый в кислотах, был отфильтрован, промыт и взвешен. Его масса оказалась равной 4,66 г.

На основе химического анализа определите формулу минерала мелантерита. Запишите уравнения реакций.

### Задание 3.

57,4 г смеси двух простых веществ с максимальной степенью окисления равной +6 прокалили в токе кислорода до установления постоянной массы, которая составила 83 г. Такую же навеску этой смеси обработали избытком концентрированной азотной кислоты. После окончания протекания реакции осадок отфильтровали и высушили. Ее масса оказалась равной 41,6 г. Определите качественный и количественный состав исходной смеси в массовых долях.

### Задание 4.

Нахот – месторождение минеральных вод с геотермальным источником, находящееся в Якутии в 600 км южнее г. Якутска. Его воды имеют уникальный химический состав, выражающийся в наличии в нафтеновых, жирных и аминокислот, а также фенола, что делает этот источник не имеющим аналогов в мире. По своему катионному составу вода относится к сульфатно-натриево-кальциевым.

Вопрос 1. Концентрацию кальция и магния обычно определяют титриметрически методом комплексонометрии. Титрантом при этом служит раствор трилона Б (этилендиаминтетраацетат динатрия, сокр. ЭДТА), который при титровании в сильнощелочной среде связывает ионы кальция (индикатор *мурексид*), а в присутствии аммиачного буферного раствора связывает ионы магния (индикатор *эриохром черный Т*). С тем и другим катионом трилон Б реагирует в мольном соотношении 1:1.

На титрование образца минеральной воды «Нахот» объемом 100 мл израсходовалось 30,00 мл раствора трилона Б в присутствии индикатора мурексида и 3,40 мл раствора трилона Б в присутствии индикатора эриохрома черного Т. Концентрация трилона Б в обоих случаях составляла 0,0500 М. Рассчитайте молярную концентрацию  $\text{Ca}^{2+}$  и  $\text{Mg}^{2+}$  в исследованном образце.

Вопрос 2. Суммарное количество катионов  $\text{Ca}^{2+}$  и  $\text{Mg}^{2+}$  обычно именуется общей жесткостью воды. В данное время в России принят стандарт, по которому величина общей жесткости (ОЖ), измеряемая в градусах, соотносится с концентрациями металлов (в ммоль/л) по уравнению:

$$1^\circ \text{ОЖ} = \frac{1}{2} C(\text{Ca}^{2+} + \text{Mg}^{2+})$$

В соответствии с принятой классификацией мягкой считается вода при ее ОЖ  $< 2^\circ$ , средней жесткости при ОЖ =  $2-10^\circ$  и жесткой – при ОЖ  $> 10^\circ$ . Рассчитайте, к какому типу по данной классификации относится вода, содержащая 1000 мг ( $\text{Ca}^{2+}$ ) и 400 мг ( $\text{Mg}^{2+}$ )?

**Вопрос 3.** Кальций и магний играют важную роль в жизнедеятельности организмов всех уровней. Для человека их суточная потребность составляет 1000 мг ( $\text{Ca}^{2+}$ ) и 400 мг ( $\text{Mg}^{2+}$ ). Рассчитайте, какой максимальный объем воды с содержанием кальция 12,5 ммоль/л и магния 2,5 ммоль/л необходимо выпить человеку, чтобы не превысить норму потребления ни по одному из этих элементов?

**Вопрос 4.** С помощью каких реактивов можно отличить друг от друга 10% водные растворы  $\text{CaCl}_2$  и  $\text{MgCl}_2$ ? Приведите один пример и напишите уравнения реакций.

### Задание 5.

Одежда, в которой вымокли под дождем, впитала 1 кг воды, затем сухой ветер высушил ее.

#### Задания:

1. Какое количество потерянной теплоты необходимо возместить организму?
2. Какую массу глюкозы  $\text{C}_6\text{H}_{12}\text{O}_6$  нужно потребить, чтобы восполнить эту потерю?

Предположите, что в организме **полное** окисление глюкозы протекает с образованием газообразных продуктов реакции.

3. Предположим, что организм не возместил потерю этого количества теплоты. Какова будет температура тела после высыхания одежды? Предположите, что теплоемкость тела равна теплоемкости жидкой воды.

**Указание:** во всех расчетах пренебрегайте зависимостью энтальпии и теплоемкости от температуры.

#### Справочные данные:

$\Delta_f H^0 (\text{H}_2\text{O}_{\text{жид}})$	-285,8 кДж/моль
$\Delta_f H^0 (\text{H}_2\text{O}_{\text{газ}})$	-241,8 кДж/моль
$\Delta_f H^0 (\text{CO}_2_{\text{газ}})$	-393,5 кДж/моль
$\Delta_f H^0 (\text{C}_6\text{H}_{12}\text{O}_6_{\text{тв}})$	-1264 кДж/моль
$C (\text{H}_2\text{O}_{\text{жид}})$	4,2 кДж/кг·К
Масса тела	60 кг
Начальная температура тела	36,6 °С

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

**РЕШЕНИЕ ЗАДАНИЙ II ВАРИАНТА**

**Задание 1.**

**А** – аммонийная селитра **NH<sub>4</sub>NO<sub>3</sub>**;

**В** – поташ (лат. *potasii* – кали) **K<sub>2</sub>CO<sub>3</sub>**;

**С** – калийная селитра (лат. *sal nitri* – азотная соль) **KNO<sub>3</sub>**.

Пептид + [O] → NH<sub>4</sub>NO<sub>3</sub> + CO<sub>2</sub> + H<sub>2</sub>O;

K<sub>2</sub>CO<sub>3</sub> + NH<sub>4</sub>NO<sub>3</sub> → KNO<sub>3</sub> + 2NH<sub>3</sub> + CO<sub>2</sub> + H<sub>2</sub>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<sup>2+</sup>.

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

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

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

$v(\text{BaSO}_4) = v(\text{FeSO}_4 \cdot x\text{H}_2\text{O}) = 0,02$  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  $278 - 152 = 126$

$x = 126 / 18 = 7$

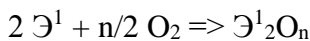
Формула мелантерита **FeSO<sub>4</sub>·7H<sub>2</sub>O**

Система оценивания

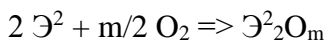
1	Определение соли X	2 балл
2	За уравнение реакции	2 балла (по 1 б. за уравнение)
3	Расчет состава мирабилита	3 балла
	ИТОГО	7 баллов

### 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  $\text{Э}^1$ .  $\Rightarrow m(\text{Э}^1) = 41,6 \text{ г}$

$$m(\text{Э}^2) = 15,8 \text{ г}$$

Обозначим молярные массы веществ как  $M(\text{Э}^1) = a$

$$M(\text{Э}^2) = b$$

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  $\text{Э}^1$  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:  $0,8 \cdot 3 + ym = 3,2$

$$ym = 0,8$$

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

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

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

$$b = 19,75m$$

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>
<b>1</b>	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
<b>2</b>	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
<b>3</b>	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>
<b>Всего</b>		<b>13 баллов</b>

### Задание 5.

<i>№ п/п</i>	<i>Элемент оценивания</i>	<i>Критерий оценивания</i>
1	<p>Для этого с помощью имеющихся данных рассчитаем тепловой эффект фазового перехода:</p> $\text{H}_2\text{O}_{(ж)} \rightarrow \text{H}_2\text{O}_{(г)}$ $\Delta_{ф.п.}H^0 = \Delta_f H^0(\text{H}_2\text{O}_{газ}) - \Delta_f H^0(\text{H}_2\text{O}_{жид}) = 44 \text{ кДж.}$ <p>Выполним перерасчет на 1 кг (1000 г) воды:</p> $\Delta_{ф.п.}h^0 = \frac{44 \cdot 1000}{18} = 2444,4 \text{ кДж.}$ <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> $\text{C}_6\text{H}_{12}\text{O}_6 + 6\text{O}_2 \rightarrow 6\text{CO}_2(г) + 6\text{H}_2\text{O}(г)$ $\Delta_r H^0 = 6\Delta_f H^0(\text{CO}_2_{газ}) + 6\Delta_f H^0(\text{H}_2\text{O}_{газ}) - \Delta_f H^0(\text{C}_6\text{H}_{12}\text{O}_6_{тв}) = -2547,8 \text{ кДж}$ <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: <math>T = 36,6 - 9,7 = 26,9^\circ\text{C}</math></p>	<p>1 балл</p> <p>0,5 баллов</p>
<b>Всего</b>		<b>6 баллов</b>