

ВСЕРОССИЙСКАЯ ОЛИМПИАДА ШКОЛЬНИКОВ ПО ХИМИИ
(МУНИЦИПАЛЬНЫЙ ЭТАП ВОЛОГОДСКАЯ ОБЛАСТЬ)
ТЕОРЕТИЧЕСКИЙ ТУР
10 классы

Уважаемый участник олимпиады!

Вам предстоит выполнить теоретические (письменные) задания.

Время выполнения заданий теоретического тура 210 минут.

Выполнение теоретических (письменных) заданий целесообразно организовать следующим образом:

- не спеша, внимательно прочитайте задание, осознайте суть вопросов и определите наиболее верный и полный ответ;
- отвечая на теоретический вопрос, обдумайте и сформулируйте конкретный ответ только на поставленный вопрос;
- если Вы отвечаете на задание, связанное с заполнением таблицы или схемы, не старайтесь детализировать информацию, вписывайте только те сведения или данные, которые указаны в вопросе;
- особое внимание обратите на задания, в выполнении которых требуется выразить Ваше мнение с учетом анализа ситуации или поставленной проблемы. Внимательно и вдумчиво определите смысл вопроса и логику ответа (последовательность и точность изложения). Отвечая на вопрос, предлагайте свой вариант решения проблемы, при этом ответ должен быть кратким, но содержать всю необходимую информацию;
- после выполнения всех предложенных заданий еще раз удостоверьтесь в правильности выбранных Вами ответов и решений.

Выполнение заданий целесообразно организовать следующим образом:

- не спеша, внимательно прочитайте задание;
- выделите вопросы задания;
- запишите решение;
- продолжайте, таким образом, работу до завершения выполнения заданий;
- после выполнения всех предложенных заданий еще раз удостоверьтесь в правильности ваших ответов;
- если потребуется корректировка предложенного Вам и решения, то неправильный ответ зачеркните, и напишите новый.

Предупреждаем Вас, что:

- при оценке заданий 0 баллов выставляется за неверное решение и в случае, если участником предложено несколько решений и хотя бы одно из них неверное.

Бланки ответов необходимо заполнять только с одной стороны, решение каждой задачи начинать с новой страницы. Укажите номер задачи, номер и число листов решения. При необходимости черновик пометьте «Черновик». Дополнительные бланки листов ответа можно получить у дежурного преподавателя.

Задание теоретического тура считается не выполненным, если Вы не сдали его вовремя.

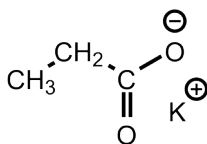
Максимальная оценка – 100 баллов.

ЗАДАНИЕ 1 Навеску смеси порошков металлов массой 2,5 г, содержащей цинк, медь и металл **X** обработали избытком крепкого раствора едкого кали. При этом выделилось 224 мл (н.у.) газа. Затем твёрдый остаток обработали концентрированной азотной кислотой на холоду до полного прекращения выделения газа. Нерастворившийся остаток массой 1,4 г может прореагировать с 10 мл 16,85%-ой соляной кислоты ($d = 1,0819$ кг/л) с выделением 560 мл (н.у.) газа.

- 1) Определите металл **X**, ответ подтвердите расчётом.
- 2) Напишите уравнения описанных в задаче химических превращений. Определите состав смеси (массовые доли металлов).

Максимальный балл -20.

ЗАДАНИЕ 2. Водный раствор пропионата калия массой 716,80 грамма подвергли электролизу на платиновых электродах до полного разложения соли. Полученную газовую смесь пропустили через насыщенный раствор гидроксида бария. В результате выпало 63,04 грамма осадка.



Структурная формула пропионата калия

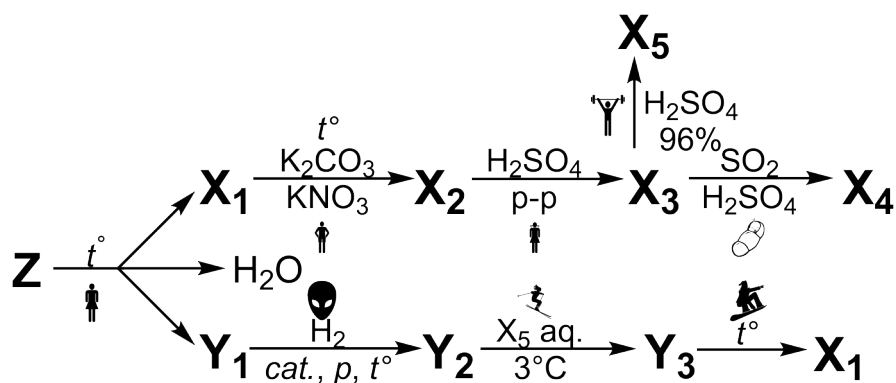
- 1) Напишите уравнение электролиза водного раствора пропионата калия. Приведите схемы процессов, происходящих на аноде и на катоде. Какое органическое вещество выделяется в ходе электролиза?
- 2) Вычислите массовую долю пропионата калия в исходном растворе.
- 3) Определите объём органического вещества (в литрах), который выделился в результате электролиза ($t = 22^\circ\text{C}$, $p = 784$ мм рт. ст.).

Максимальный балл - 20.

ЗАДАНИЕ 3. Неорганическая соль **Z** состоит из атомов 4-х химических элементов: водорода, металла **A**, неметалла **B** и кислорода. При нагревании она разлагается с образованием трёх веществ: оксида **X₁**, воды и простого вещества **Y₁**.

Оксид **X₁** затем при спекании со смесью нитрата калия и поташа может быть превращён в вещество **X₂**, которое при подкислении превращается в **X₃** с изменением окраски раствора. **X₃** восстанавливается в подкисленном водном растворе при пропускании через него тока SO_2 , из

которого при охлаждении выпадает кристаллогидрат X_4 , молярная масса которого 499 г/моль, а отношение массовой доли калия к массовой доле водорода в X_4 равно 3,25.



Смесь водорода и Y_1 на катализаторе под воздействием давления и температуры обратимо превращается в Y_2 . Холодный водный раствор, содержащий значительный избыток Y_2 , реагирует с холодным водным раствором кислотного оксида X_5 (который можно получить действием концентрированной серной кислоты на X_3), в результате образуется жёлтая соль Y_3 . Y_3 при нагревании разлагается, одним из продуктов разложения является X_1 .

- 1) Определите элементы **A** и **B**. Составьте формулу соли **Z** (ответ подтвердите расчётом). Учтите, что молярная масса **Z** не превышает 300 г/моль, а массовые доли **A**, **B**, водорода и кислорода соответственно равны 41,27%, 11,11%, 3,17% и 44,44%. Кроме того, известно, что отношение относительных атомных масс кислорода, **A** и **B** равно соответственно 1 : 3,25 : 0,875.
- 2) Определите вещества $X_1 - X_5$ (содержат в составе **A**), $Y_1 - Y_3$ (содержат в составе **B**). Напишите уравнения **реакций 1 – 8** (отмечены на схеме превращений цифрами).

Максимальный балл - 20.

ЗАДАНИЕ 4. Известно, что температура кипения раствора при добавлении растворённого вещества **X** изменяется в соответствии с законом, согласно которому её изменение зависит только от природы растворителя и концентрации растворённого вещества:

$$\Delta T_{\text{кип}} = \varepsilon \cdot C_m(\text{X}),$$

где $\Delta T_{\text{кип}}$ – изменение температуры кипения раствора (по шкале Кельвина), ε – эбулиоскопическая константа растворителя ($\text{K} \cdot \text{кг/моль}$), $C_m(\text{X})$ – моляльная концентрация растворённого вещества **X** (моль/кг). Если известна концентрация и изменение температуры кипения раствора, то можно определить молярную массу вещества:

$$M(X) = \frac{\varepsilon \cdot m(X)}{\Delta T_{\text{кип}} \cdot m_{\text{р-ля}}},$$

где ε – эбулиоскопическая константа растворителя ($K \cdot \text{кг/моль}$), $m(X)$ – масса растворённого вещества X (в г), $m_{\text{р-ля}}$ – масса растворителя (в кг), $\Delta T_{\text{кип}}$ – изменение температуры кипения раствора (в сравнении с абсолютно чистым растворителем).

Известно, что при некоторых условиях 72 г 5%-ого водного раствора глюкозы $C_6H_{12}O_6$ имеют температуру кипения $100,150^\circ\text{C}$ (чистая вода при тех же условиях имеет температуру кипения $100,000^\circ\text{C}$).

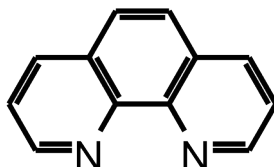
Кроме того, также известно, что 72 г 5%-ого водного раствора неизвестной органической аминокислоты $R-CH(NH_2)-COOH$ (где R – это водород или углеводородный радикал) имеют температуру кипения $100,360^\circ\text{C}$.

Плотность воды примите равной $1,000 \text{ г/мл}$.

- 1) Рассчитайте эбулиоскопическую константу воды в заданных условиях.
- 2) Определите формулу неизвестной аминокислоты.

Максимальный балл - 20.

ЗАДАНИЕ 5. Мысленный эксперимент. Орто-фенантролин является известным бидентантным хелатным лигандом, представляющим собой конденсированный гетероцикл с двумя атомами азота:



Комплексное соединение (координационное число $KЧ(Fe) = 6$), образующееся при взаимодействии раствора сульфата железа(+2) и о-фенантролина (в присутствии небольшого количества гидрохинона), известно в аналитической химии под названием ферроин и используется в качестве окислительно-восстановительного индикатора. Окраска восстановленной формы – тёмно-красная, окраска окисленной формы – бледно-голубая.

Аликвоту раствора соли Мора объёмом $10,0 \text{ мл}$ титровали $0,0500\text{М}$ раствором дихромата калия в присутствии индикатора ферроина до устойчивого перехода окраски из тёмно-красной в голубую. Результаты эксперимента приведены в таблице ниже:

№	$V_A, \text{ мл}$	$V_T, \text{ мл}$
---	-------------------	-------------------

опыта		
1	10,0	14,2
2		14,2
3		14,3

1) Напишите формулу ферроина, полученного взаимодействием сульфата о-фенантролина с сульфатом железа(II).

Примечание: допускается использование сокращения при записи формулы лиганда, см. Справочные материалы.

2) Напишите уравнение взаимодействия дихромата калия с солью Мора (в присутствии серной кислоты). Рассчитайте концентрацию раствора соли Мора.

Максимальный балл - 20.

Максимальный итоговый балл - 100.

Справочные данные

Используемые сокращения:

1 мм рт. ст. = 133,32 Па

Et – этил

Уравнение состояния идеального газа **X**: $pV(\mathbf{X}) = n(\mathbf{X})RT$

Ph – фенил

Универсальная газовая постоянная: $R = 8,314 \frac{\text{Дж}}{\text{моль} \cdot \text{К}}$

phen – о-фенантролин

Перевод температуры в абсолютную (в К): $T = t(^{\circ}\text{C}) + 273$

aq. – водный раствор

Молярная концентрация вещества **X**: $C_m(\mathbf{X})$

$$= \frac{n(\mathbf{X})}{m_{\text{р-ля}}}, \left[\frac{\text{моль}}{\text{кг}} \right]$$