

**Задачи заключительного тура олимпиады по химии 2015/2016 уч. г.
10 класс**

1. Элементы одной группы **X**, **Y** и **Z** образуют простые вещества **A**, **B** и **C**. В промышленности большую часть газа **A** получают электролизом водного раствора известной бинарной соли **D** (60,7% **X**). При пропускании **A** через растворы бинарных солей **Y** и **Z**, которые встречаются в небольших количествах в природных водоёмах, получают вещества **B** и **C**. Обратимую окислительно-восстановительную реакцию $B \leftrightarrow HY$ используют в H_2 -**B** проточном аккумуляторе. Вещество **C** получают также из иона **E** (72,6% **Z**), который можно найти в качестве примеси в чилийской селитре. Ион **E** восстанавливают при помощи HSO_3^- ; затем к полученному подкисленному раствору добавляют раствор, содержащий ионы **E**, что вызывает выпадение в осадок **C**.

a) Напишите формулы **A–D** и их названия.

b) Напишите уравнения реакций, протекающих на аноде и катоде, а также суммарное уравнение электролиза соли **D** на инертных электродах; расставьте коэффициенты.

c) Напишите *ионные* уравнения следующих реакций и расставьте коэффициенты: i) $A + \dots \rightarrow B + \dots$; ii) $E + HSO_3^- \rightarrow \dots$; iii) $E + H^+ + \dots \rightarrow C + \dots$

d) Заряженный проточный аккумулятор H_2 -**B** содержит 5,00 моль/дм³ **B** и 3,00 моль/дм³ **HY**. В ходе работы его равновесный потенциал (E) уменьшается на 0,10 В. Рассчитайте конечную концентрацию **B** (c_B), если $p(H_2) = \text{const} = 1,00$ бар и $RT/F = 0,02569$ В в уравнении $E = E_0 + RT/2F \cdot \ln[c_B \cdot p(H_2)/c_{HY}^2]$. (12)

2. Синтез-газ состоит из смеси CO и H_2 . Из него синтезируют многие исходные соединения для органического синтеза. Не используя органических реагентов из CO и H_2 можно получить алканы посредством синтеза или реакции Фишера–Тропша.

a) Напишите многостадийную схему синтеза бутана ($CH_3CH_2CH_2CH_3$), начинающуюся с образования метана, с использованием следующих реагентов и условий: Na/mg , 1500°C (образование этина), H_2/Pt , HCl.

b) В реакции Фишера–Тропша помимо бутана образуются и другие алканы. Зависимость массовой доли (W_n) алкана от длины его цепи (n) задаётся следующим уравнением: $W_n/n = (1 - \alpha)2\alpha^{n-1}$, где α – вероятность роста цепи. Посчитайте с точностью до десятых значение α , когда i) W_4 максимальна и ii) бутан является основным продуктом. (8)

3. Химик Вова получил задание определить состав смеси полициклических ароматических углеводородов при помощи хроматографии. Хроматограф выявил наличие полициклических ароматических углеводородов **A–F**, молярные массы которых увеличиваются в ряду $M(A) < M(B) < \dots < M(F)$. Известно, что i) ни одна из молекул не содержит больше шести сочленённых бензольных колец; ii) ни одна молекула не содержит алифатических цепей; iii) **B** и **D** содержат один sp^3 -углерод; iv) **D** содержит 9 двойных связей; v) **B** содержит 10 атомов водорода; vi) **C** содержит 16 атомов углерода; vii) в молекулах **B** и **D** только две, в молекуле **F** семь, а в остальных молекулах три плоскости симметрии.

Нарисуйте структурные формулы **A–F** и напишите их названия. (9)

4. Ископаемый уголь называют чёрным золотом.

С его помощью можно восстанавливать металлическую руду.

a) Напишите уравнения реакций восстановления оксида железа(III), оксида меди(II) и оксида алюминия(III) углем.

b) Рассчитайте, сколько кг меди и алюминия можно произвести с тем же количеством угля, что требуется для восстановления 1,2 кг Fe_2O_3 до железа.

Ископаемый уголь можно использовать для получения электричества.

c) Из определённого количества горючего сланца и ископаемого угля приготовили топливную смесь. Тепло, выделившееся в результате сгорания топлива, измерили калориметром. Теплота сгорания угля равна 35 МДж/кг, теплота сгорания горючего сланца 8,2 МДж/кг. Первоначальная температура калориметра равна 22°C, а после окончания реакции 82°C. Теплоёмкость калориметра с топливом составляет 1200 Дж/К, без топлива 1195 Дж/К. Средняя удельная теплоёмкость топлива 1,1 кДж/(кг·К). Рассчитайте массы сланца и угля в топливе.

Измельчённый в порошок уголь можно использовать для фильтрации воздуха в газовых масках, благодаря большой площади поверхности. Адсорбцию газа описывает изотерма Ленгмюра: $\theta = K \cdot p / (1 + K \cdot p)$, где θ – степень насыщения, K – константа при заданной температуре и p – давление газа.

d) Измерили адсорбцию ядовитого газа при неизвестном парциальном давлении (p_0) и получили $\theta = 0,30$. Затем парциальное давление увеличили на 5000 Па и θ стала 0,40. Найдите значения p_0 и K . (11)

5. В следующих реакциях XY_4 ($\omega_Y = 36,7\%$) является первым из полученных стабильных соединений благородного газа **X**; вещество XZ_3 ($\omega_Z = 26,8\%$) крайне взрывоопасно; газы Y_2 и Z_2 – простые вещества, известные как сильные окислители: i) $X + Y_2 \rightarrow XY_4$; ii) $XY_2 + ZW_2 \rightarrow X + YW + Z_2$; iii) $XY_4 + ZW_2 \rightarrow X + YW + Z_2 + XZ_3$; iv) $XY_6 + ZW_2 \rightarrow YW + XZ_3$; v) $XY_4 + W_2 \rightarrow X + YW$; vi) $Y_2 + W_2 \rightarrow YW$; vii) $Z_2 + W_2 \rightarrow ZW_2$; viii) $Y_2 + ZW_2 \rightarrow YW + Z_2$.

a) С помощью расчётов определите элемент **X**.

b) Нарисуйте объёмные структурные формулы XY_2 , XY_4 , XY_6 , XZ_3 и ZW_2 .

c) Напишите уравнения реакций i)–viii) и расставьте коэффициенты. (10)

6. На полке стоят в ряд пять банок с ядами.

Известно, что хлороформ – это хлороалкан.

В первой банке соль, рядом с ней болеутоляющее средство. Справа от параквата стоит

вещество с наибольшей молярной массой.

Рядом с предпоследним ядом стоит вещество с

наименьшей молярной массой. Банка посередине содержит кислоту. Рядом с анестетиком стоит зарин. Морфин принадлежит к классу алкалоидов и

рядом с ним стоит гербицид. Цианистый водород используют для производства нейлона. В пятой банке яд, используемый в качестве химического оружия.

Слева от фосфорорганического соединения стоит вещество с молярной

массой 119 г/моль. Рядом с наименее ядовитыми веществами стоят наиболее

ядовитые вещества. Летальные дозы ядов (LD_{50} крысы, в произвольном

порядке): 0,6, 1250, 500, 3,7 и 157 мг/кг массы тела. Молярные массы ядов (в

произвольном порядке): 140, 27, 119, 285 и 257 г/моль. Заполните таблицу. (10)

№ банки	1	2	3	4	5
Летальная доза					
Название					
Молярная масса					
Класс вещества					
Область прим.					