

Задачи заключительного тура олимпиады по химии 2009/2010 уч.г.

10 класс

1. а) Природный бром содержит два изотопа: ^{79}Br (78,918 а.е.м.) и ^{81}Br (80,916 а.е.м.). Рассчитайте процентный состав природного брома, если средняя атомная масса равна 79,904 а.е.м. (ответ дайте с точностью до 3 значащих цифр). (3)
- б) В каком соотношении объемов нужно смешать 0,01 М и 0,1 М растворы, чтобы получить 0,02 М раствор? Предположите, что плотности всех растворов равны. (3)
- в) Сколько граммов 10,0% раствора Na_2CO_3 и твердого $\text{Na}_2\text{CO}_3 \cdot 10\text{H}_2\text{O}$ нужно смешать для приготовления 350 г 15,0% раствора Na_2CO_3 ? (3)
- д) Обоснуйте, что лучше растворяется в воде: сульфит бария (произведение растворимости $5,0 \cdot 10^{-10}$) или карбонат бария ($2,6 \cdot 10^{-9}$)? (1) **10 б**
2. Андрес считал, что брутто-формула ортокремниевой кислоты H_4SiO_4 лучше соответствует формуле гидроксида $\text{Si}(\text{OH})_4$ и формула газа силана (SiH_4) сходна с формулой кислоты (H_4Si). Поэтому он попытался провести между этими двумя веществами реакцию нейтрализации, пропуская силан над кристаллами ортокремниевой кислоты (1). В конце реакции он заметил на кристаллах следы лопнувших пузырьков, что он объяснил выделением паров воды. Чтобы получить подтверждение своих выводов о твердом продукте реакции, он пропустил над ним нагретый до высокой температуры фтор (2). Выделившиеся газы были пропущены через водный раствор H_2F_2 (3), на поверхности которого наблюдалась реакция горения (4 – реакция остатков F_2 с водой). При проведении спектроскопического анализа полученного водного раствора в нем обнаружили следы H_2SiF_6 .
- а) Напишите уравнения проходивших реакций (1-4) в том виде, как это понимал Андрес. (4)
- На самом деле в первой реакции образуется сложная смесь веществ. Все образовавшиеся вещества относятся к одному и тому же классу соединений: в самом простом из этих веществ содержание кремния равно 46,7%, а у двух других более сложных - 36,0% и 32,2%.
- б) Докажите расчетами формулы образовавшихся в действительности соединений и напишите общую формулу представителей данного класса. (4)
- в) Объясните образование таких веществ i) в природе и ii) в приведенной реакции (в действительности в первой реакции выделился водород) (1)
- д) Объясните, что Андрес неправильно объяснил на втором (2) этапе. (1) **10 б**

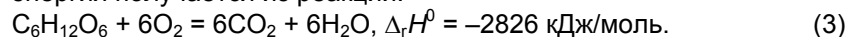
3. Вещества **A** и **B** - растворимые в воде соли. Сильная кислота **C** имеет одинаковый с солью **A** анион. Из аниона соли **A** и катиона соли **B** можно получить соль **D**, содержащуюся в морской воде и используемую в качестве самой распространенной приправы. Катион вещества **A** гидролизует в воде по I ступени, образуя ион **E** с молярной массой 82,4 г/моль. Анион вещества **B** гидролизует в воде по I ступени, образуя ион **F**, и незначительно по II ступени, образуя слабую кислоту **G**, которая присутствует и в газированном лимонаде.
- а) Напишите формулы и названия **A-G**. (3,5)
- В 1 дм³ воды растворили 0,2 моль вещества **A** и 0,3 моль вещества **B**.
- б) Напишите уравнение протекавшей реакции и формулы ионов, находившихся в образовавшемся растворе. (3,5)
- в) Определите pH среды образовавшегося раствора. Обоснуйте. (1)
- д) Выберите какую-либо другую соль, которая полностью гидролизует, и напишите уравнение реакции полного гидролиза данной соли. (1) **9 б**
4. Элемент **A** является полупроводником и представлен в свободном виде несколькими аллотропами. В соединениях **A** как правило трехвалентен. Бесцветный газ **B** состоит из элемента **A** и одного неметалла **X**, используемого в средствах для очистки; молекулярную формулу **B** можно записать в виде **AX₃**. Если газ **B** нагреть с водородом, можно получить простое вещество **A**. Простое вещество **A** образуется также при термическом разложении иодида **Al₃** и при обработке оксида **A₂O₃** магнием. Вторым продуктом в приведенных трех реакциях получения простого вещества **A** являются соответственно сильная кислота **C**, простое вещество **D** и оксид **E**.
- При реакции оксида **A₂O₃** с углем и хлором при высокой температуре образуется газ **B**. Побочным продуктом реакции образуется бесцветный ядовитый газ **F**. При дальнейшей обработке газа **B** водой в ходе гидролиза образуются сильная кислота **C** и слабая кислота **G**. При нагревании одного моля слабой кислоты **G** выделяется один моль воды и образуется один моль кислоты **H**. При дальнейшем нагревании кислоты **H** отделяется вода и снова получают оксид **A₂O₃**. Если оксид **A₂O₃** обработать азотом в присутствии угля при 1800°C, то образуется гексагональное полимерное соединение **I** и побочным продуктом снова выделяется бесцветный ядовитый газ **F**. Соединение **I** применяется при изготовлении жаростойких керамических изделий и содержит в равных количествах два элемента.
- а) Напишите формулы веществ **A-K**. (4,5)
- б) Напишите уравнения всех проходивших реакций (8 шт.). (6,5) **11 б**
5. Горение органических соединений является экзотермической реакцией. Выделяющаяся в данных процессах энергия применяется для проведения

как биохимических, так и производственных процессов. Поэтому очень важно уметь рассчитывать данную энергию.

а) Исходя из приведенных энтальпий образования, рассчитайте энергию, выделяющуюся в окружающую среду при сгорании 1,00 моля метана.

$$(\Delta_f H^\circ(\text{CH}_4) = -74,82 \text{ кДж/моль}, \Delta_f H^\circ(\text{CO}_2) = -393,5 \text{ кДж/моль}, \Delta_f H^\circ(\text{H}_2\text{O}) = -285,8 \text{ кДж/моль}) \quad (2)$$

б) Среднесуточная мощность взрослого человека равна 110 Вт (1 Вт = 1 Дж/с). Рассчитайте, сколько граммов глюкозы требуется для поддержания нормальной жизнедеятельности человека, если вся энергия получается из реакции:



в) В пенных огнетушителях необходимые для тушения пожара CO_2 и вода образуются в реакции взаимодействия NaHCO_3 с H_2SO_4 . Рассчитайте объем смеси газов, выделяющихся при тушении пожара, если огнетушитель заполнен 2,0 кг смеси NaHCO_3 и H_2SO_4 (в мольном отношении 1:1). Температура выходящей из огнетушителя смеси газов равна 177°C ; давление равно 1235 торр.

$$(R = 0,082 \text{ атм}\cdot\text{дм}^3/(\text{К}\cdot\text{моль}), 760 \text{ торр} = 1 \text{ атм}, pV = nRT). \quad (3) \text{ 8 б}$$

6. В угольной шахте из трещины в породе для анализа взяли пробу 100 см^3 газа. 10 см^3 пробы отправили на спектрометрический анализ, который показал, что проба состоит из CO_2 , O_2 , CO , CH_4 , H_2 и N_2 . Для определения процентного состава смеси газов провели следующие опыты:

1. 90 см^3 газа пропустили через раствор KOH .
2. Оставшиеся 82 см^3 пропустили через раствор 1,2,3-тригидроксибензена ($\text{C}_6\text{H}_6\text{O}_3$, раствор имеет основную реакцию), который реагирует только с кислородом.
3. Оставшиеся 76 см^3 пропустили через насыщенный аммиаком раствор аммин-хлорида меди(I) ($\%(\text{Cu}) = 47,7$), который связал весь нейтральный оксид.
4. От оставшихся 64 см^3 смеси газов отобрали 18 см^3 и смешали с 62 см^3 воздуха. После полного сгорания полученной смеси и конденсации воды объем смеси газов уменьшился на $9,0 \text{ см}^3$. При горении смеси образовалось $3,0 \text{ см}^3 \text{ CO}_2$.

(Все объемы газов приводятся при нормальных условиях.)

а) Напишите уравнения реакций 1 и 4 этапов. (3)

б) Нарисуйте структурную формулу 1,2,3-тригидроксибензена, зная, что молекула содержит шестиатомный углеродный цикл. (1)

в) Определите структуру комплекса меди, образовавшегося в пункте 3. ($\%(\text{Cu}) = 35,7$). (2)

г) Рассчитайте процентный (по объему) состав исходной смеси газов. Можно ли дышать такой смесью? (6) 12 б