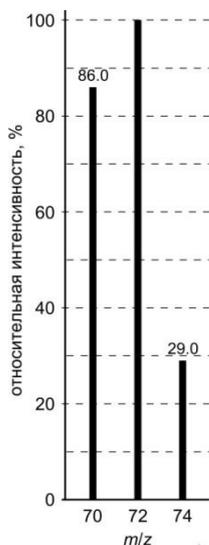


ПРИМЕР ОЛИМПИАДНОГО ЗАДАНИЯ ПО ХИМИИ 2013 ГОДА

Задание для командного первенства



1. Определите изотопный состав образца газообразного хлора, если в результате его масс-спектрометрического исследования были зарегистрированы молекулярные пики, изображенные на рисунке. Соответствует ли состав исследуемого образца природному изотопному распределению (молярные доли): $\chi(^{35}\text{Cl}) = 75,77\%$, $\chi(^{37}\text{Cl}) = 24,23\%$?

Масс-спектрометрия – это физический метод, основанный на измерении отношения массы к заряду m/z ионов, образующихся при ионизации исследуемого вещества. Как правило, при ионизации частицы приобретают единичный заряд, значит, отношение m/z численно равно их массе. В масс-спектрах величины m/z выражают в

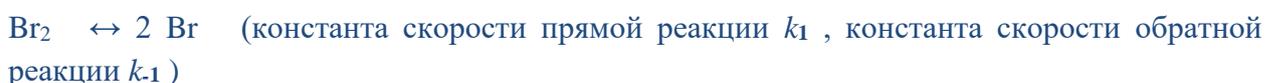
единицах относительных атомных масс.

2. Последовательно включены два электролизера. В первом, снабженном платиновыми электродами, исходно находилось 500 мл 40,0 % водного раствора серной кислоты (плотность раствора $\rho = 1,30$ г/мл), а во втором, снабженном медными электродами – водный раствор медного купороса и серной кислоты. При пропускании электрического тока температуру электролита первого электролизера поддерживали низкой (10 °С). При этом в первом электролизере выделилось 4,704 л газов (объем приведен к нормальным условиям), а на катоде второго электролизера – 12,7 г меди. После электролиза от электролита первого электролизера отобрали аликвоту объемом 10,0 см³, к которой прилили 50,0 мл 0,100 М раствора сульфата железа(II). На титрование полученного таким образом раствора было израсходовано 38,0 см³ 0,02 М раствора перманганата калия.

Напишите уравнения электродных реакций и рассчитайте доли тока, идущие на эти процессы. При расчете пренебречь изменением объема электролита в ходе электролиза.

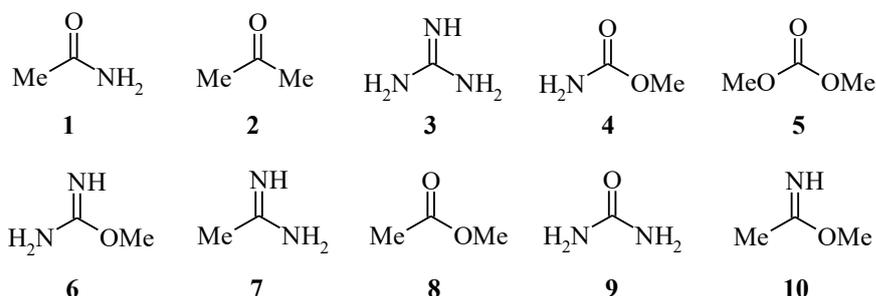
3. Удельная электрическая проводимость насыщенного раствора гидроксида серебра AgOH при 298 К равна $32,1 \cdot 10^{-4}$ См·м⁻¹, а воды, на которой он приготовлен, $1,4 \cdot 10^{-4}$ См·м⁻¹. Найти растворимость и произведение растворимости AgOH.

4. Механизм реакции взаимодействия водорода и брома представлен следующими стадиями:



Получите выражение для скорости образования бромоводорода.

5. Составьте соединения (1-10) в ряд по уменьшению основности и обоснуйте ваш выбор:



6. Предложите схему синтеза 2,3,3,4-тетраметилпентан-2,4-диола из уксусной кислоты и метанола с использованием реакции Гриньяра и любых неорганических реагентов. Обоснуйте все стадии. Что получается из этого диола при последовательном действии на него трибромида фосфора и цинковой пыли?

Задание для личного первенства

1. Соль А, окрашивающая пламя в желтый цвет, при нагревании до 300°C плавится, при дальнейшем нагревании переходит в соль другой кислоты и при этом выделяется газ В, в котором очень быстро сгорает раскаленный уголь. При нагревании соли С выделяется такой же объем газа В, но наряду с этим образуется 40 г оксида, содержащего 80% двухвалентного металла, и выделяется газ бурого цвета. При нагревании с концентрированной серной кислотой кристаллов как соли А, так и соли С отгоняется жидкость, в которой растворяется медь. Определите состав и количество исходных солей А и С.

2. Рассчитайте длины волн поглощаемого света и установите окраску комплексов $Ti(H_2O)_6^{3+}$, $[TiF_6]^{3-}$, $[TiCl_6]^{3-}$, если значения параметра расщепления кристаллическим полем для данных комплексов составляют 239,3; 203,6 и 152,3 кДж/моль соответственно. Постройте энергетические диаграммы d-орбиталей иона Ti^{3+} для комплексов $[Ti(H_2O)_6]^{3+}$, $[TiF_6]^{3-}$, $[TiCl_6]^{3-}$, ($h = 6,626 \cdot 10^{-34}$ Дж·с, $c = 3 \cdot 10^8$ м/с). Объясните характер изменения окраски.

3. Вещество A_2B_4 подвергается термическому разложению: $A_2B_4(g) \leftrightarrow 2 AB_2(g)$. Известно, что в реакцию введен 1 моль A_2B_4 , температура поддерживается постоянной, общее давление в системе при равновесии равно Р.

а) Выведите формулы, связывающие парциальные давления и константу равновесия с общим давлением и степенью диссоциации α .

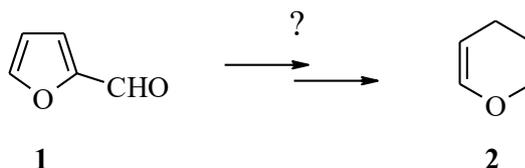
б) Вычислите в каком направлении сместится равновесие реакции при изменении давления от Р до 0,5 Р

в) Укажите в каком направлении сместится равновесие реакции, если объем системы уменьшить в 2 раза

г) Найдите соотношение между K_p и K_c для системы, занимающей объем V и находящейся под давлением P .

4. Раствор уксусноэтилового эфира с концентрацией 0,02 моль/л при $T = 293$ К омыляется раствором NaOH такой же концентрации в течение 12 мин на 10%. При увеличении температуры на 20° константа скорости реакции будет $15,6 \text{ л}\cdot\text{мин}^{-1}\cdot\text{моль}^{-1}$. Реакция 2-го порядка. Рассчитать энергию активации этой реакции.

5. А) Предложите схему превращения фурфуrolа (1) в дигидропиран (2):



Б) Укажите возможные продукты щелочного гидролиза неопентилхлорида.

Предложите реакционные схемы с учетом механизмов реакций. Объясните механизм реакций.

6. В распоряжении химика имеются следующие вещества: $\text{C}_2\text{H}_5\text{Cl}$, $\text{C}_2\text{H}_5\text{OH}$, CH_3COOH , NaOH , H_2SO_4 , MnO_2 . Какими из этих веществ и в каких минимальных количествах он может воспользоваться для получения 49,5 г 1,2-дихлорэтана, если считать, что выход продуктов реакций 100%. Напишите уравнения реакций.