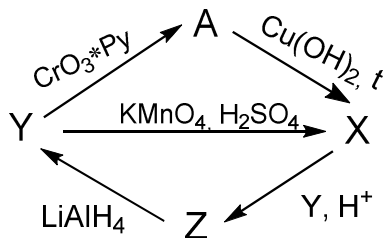


1.2.2. Задания 10 класса

Задача №10-1

Вещество **X** – известная органическая одноосновная кислота, ее водный раствор можно купить в большинстве продуктовых магазинов. Известно, что при реакции 9 г **X** с избытком гидрокарбоната натрия (*реакция 1*) выделяется 3.83 л газа (30°C, 740 мм.рт.ст). Кислота **X** участвует во множестве равновесных процессов, некоторые из них мы разберем в этой задаче подробнее. Один из этих процессов – диссоциация **X** в водном растворе (*реакция 2*). Известно, что константа равновесия этого процесса K_1 – константа кислотности **X** – равна $1.75 \cdot 10^{-5}$. Другой равновесный процесс (*реакция 3*) связан с парами **X**. Так, плотность паров **X** по воздуху при 120°C (вблизи точки кипения) равна 4.034, а при 230°C – 2.897. Третий равновесный процесс – взаимодействие **X** с веществом **Y** (*реакция 4*). Данные вещества связаны между собой следующей цепочкой превращений (Py – пиридин):



Для соединений **X**, **Y** и **Z**, а также для воды известны следующие термодинамические данные ($\Delta_f H$ – стандартная энтальпия образования, S_f – стандартная энтропия образования):

Вещество	$X_{(ж)}$	$Y_{(ж)}$	$Z_{(ж)}$	$H_2O_{(ж)}$
$\Delta_f H$, кДж/моль	-484.9	-277.6	-469.5	-285.8
S_f , Дж/(моль·К)	159.8	160.7	259	70.0

1. Установите брутто-формулу **X** и изобразите структурную формулу, ответ подтвердите расчетом. Запишите уравнение реакции 1.
2. Запишите уравнение диссоциации **X** в водном растворе (*реакция 2*) и выражение константы равновесия K_1 . Рассчитайте pH 0.1 М водного раствора **X**.
3. Запишите уравнение, описывающее равновесие в парах **X** (*реакция 3*), используя структурные формулы соединений, учтите, что в данном равновесии участвуют только два вещества. Объясните, с чем связано наличие данного равновесия. Рассчитайте состав равновесных смесей (мол.%) при 120 и 230°C, а также

константы равновесий для данного процесса этих температурах (K_2 и K_3 , выражены через молярные доли). Рассчитайте изменение энтальпии ($\Delta_r H$) для реакции 3.

4. Изобразите структурные формулы веществ **A**, **Y**, **Z**.

5. Напишите уравнение реакции 4. Для данной реакции рассчитайте изменение энтальпии, энтропии и энергии Гиббса ($\Delta_r H$, $\Delta_r S$ и $\Delta_r G$) при 25°C, а также значение константы равновесия (K_4) при этой температуре.

6. Вычислите массу **Z** (грамм) в равновесной смеси, которая может быть получена при взаимодействии 100 мл 96% раствора **Y** (плотность 0.80 г/мл) и 200 мл 80% раствора **X** (плотность 1.07 г/мл).

Задача №10-2

Две пластинки одного и того же металла, способного проявлять степень окисления +2, погрузили в растворы солей двухвалентных металлов одинаковых концентраций. Через некоторое время оказалось, что масса пластинки, помещенной в первый раствор (реакция 1) увеличилась на 8,8%, а второй (реакция 2) – уменьшилась на 5,5%.

Так же известно, что в первом растворе находится соль металла, практически неспособного вытеснять водород из разбавленного раствора серной кислоты (реакция 3). Так же соли этого металла входили в состав красок древних картин, которые легко чернели под воздействием сероводорода (реакция 4).

1. С помощью какого реактива из домашней аптечки можно легко вернуть белый цвет картинам (реакция 5)?

2. Напишите уравнения реакций 1–5.

Про второй металл известно, что его качественно определяют с помощью любимого всеми школьниками перед экзаменами раствора глицина (реакция 6). Количественно же этот металл можно определить с помощью двух последовательных реакций: выделения йода из раствора иодида калия (реакция 7) и дальнейшего титрования выделившегося йода (реакция 8).

3. Напишите уравнения реакций 6–8.

4. Из какого металла изготовлены пластинки? Соли каких металлов находятся в растворах? Ответы мотивируйте расчетами.

Известно, что металл пластинок устойчив в степени +4, в то же время и степень окисления +2 легко достижима в растворе. Оксид (+2) и его гидроксид амфотерны (реакции 9,10).

5. Напишите реакции 9–10, определите металл пластинки.

6. В растворах щелочей преобладает ион металла с $KЧ = 3$, определите геометрическое строение данного иона.

Задача №10-3

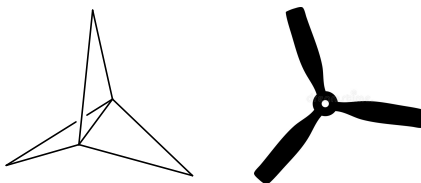
Однажды на складе химического факультета была обнаружена банка с надписью: «Натрий сернистый (Na_2S) 1980 г.». Содержимое представляло собой серый раствор, содержащий большое количество бесцветных кристаллов. Навеску содержимого банки массой 20 г полностью растворили в воде и прибавили 50 мл 10%-го раствора соляной кислоты. Выделяющаяся при кипячении полученного раствора смесь газов была пропущена через раствор гидроксида бария, где образовался осадок массой 13,910 г. Из раствора, оставшегося после подкисления, был отфильтрован светло-желтый осадок массой 1,114 г. Затем к оставшемуся после фильтрования раствору был прибавлен 10% раствор хлорида

бария до прекращения выделения осадка. Масса полученного белого осадка составила 4,101 г.

1. Напишите уравнения реакций, описанных в задаче.
2. Определите массовые доли компонентов в исследуемой навеске соли. Высушивание навески 0,4558 г при 115°C в инертной атмосфере привело к потере 0,0754 г массы.

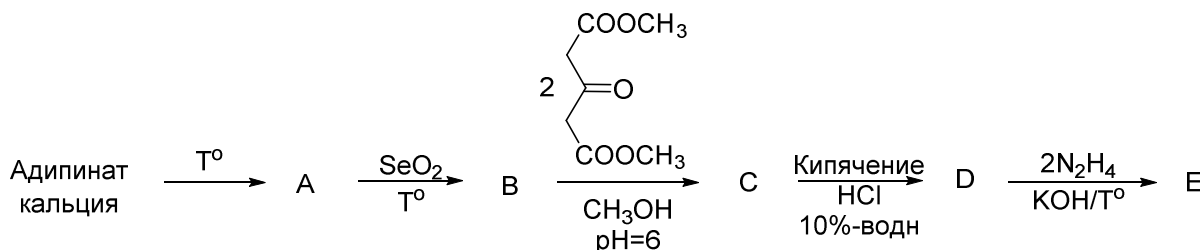
Задача №10-4

Пропелланы – группа химических соединений, представляющие собой три углеводородных цикла, соединенных одной общей стороной. Очевидно сходство строения таких соединений с пропеллером.



[1.1.1] пропеллан

На схеме представлен способ получения одного из представителей пропелланов (соединение **E**). При элементном анализе **соединений C** и **D** установлено, что $\omega(\text{O})_C = 38,99\%$, а $\omega(\text{O})_D = 17,95\%$.



1. Напишите уравнения реакций, описанных в схеме.

Задача №10-5

Растворитель хлороформ (CHCl_3) при комнатной температуре имеет давление пара над раствором 196,80 мм. рт. ст. В 100,0 г хлороформа растворили 2,7 г нелетучего в данных условия простого вещества, давление пара над раствором оказалось 194,34 мм. рт. ст.

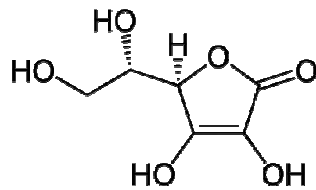
1. Определите формулу простого вещества **X**, если известно, что двухкомпонентная система подчиняется закону Рауля:

$$p = x \cdot p^*$$

где p – давление паров растворителя над раствором, мм. рт. ст.; x – мольная доля растворителя; p^* – давление паров чистого растворителя.

Известно, что загаданное простое вещество имеет большую роль в аналитической химии, а именно в качественном анализе при окислительно-восстановительном титровании. С помощью **X** возможно количественно определить аскорбиновую кислоту. С помощью бинарного вещества, содержащего **X** и суммарно 72 электрона, определяют ионы меди Cu^{2+} . Содержание в растворе самого простого вещества классически определяется раствором тиосульфата натрия.

2. Напишите описанные реакции и уравняйте их, для реакции с аскорбиновой кислотой используйте приведенную ниже структурную формулу.



Вещество *X* легко подвергается возгонке при атмосферном давлении.

3. Напишите определение понятия возгонка. Какие сорбенты можно использовать для адсорбции паров *X*?

Загаданное простое вещество имеет крайне низкую растворимость в воде (0,028 г на 100 г воды) и гораздо большую растворимость в неполярных органических растворителях, например хлороформе (2,7 г на 100 г хлороформа).

4. В водном растворе какой неорганической соли *X* растворяется лучше? Приведите пример данной реакции «хемосорбции». Какой цвет имеет раствор *X* в воде, какой в хлороформе?