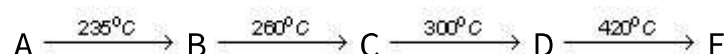


Задания теоретического тура

Задача 3

Если оранжевое твердое вещество **A** насыпать горкой и ее вершину быстро нагреть горячей магниевой лентой, то оно начинает самопроизвольно разлагаться, и этот процесс очень напоминает "извержение вулкана": образуется кратер, из которого вверх вырываются газовые струи, выносящие раскаленные частицы темно-зеленого "пепла".

Если вещество **A** нагревать медленно, то оно последовательно превращается в кристаллические вещества **B**, **C**, **D** и **E**:



Кроме твердых продуктов на разных стадиях разложения выделяются и газообразные (при температуре разложения) вещества.

Медленное нагревание до 235°C навески **A** массой 15,13 г дает 12,06 г **B** и газообразные продукты, пропускание которых через колонку с твердым гидроксидом калия приводит к увеличению ее массы на 2,16 г. Если газ, выходящий из колонки, пропустить через избыток 20%-ного раствора серной кислоты, его объем уменьшается в два раза. При дальнейшем нагревании **B** до 260°C образуется 10,44 г вещества **C**, а пропускание газообразных продуктов разложения через колонку с твердой щелочью также приводит к увеличению ее массы, а объем оставшегося газа уменьшается наполовину при пропускании его через избыток 20%-го раствора серной кислоты. При нагревании полученного вещества **C** до 300°C образуется только 10,08 г вещества **D** и бесцветная при 20°C жидкость. По данным элементного анализа вещества **C** и **D** содержат соответственно 39,85% и 38,10% кислорода по массе.

Приведите формулу и название **A**, а также уравнение реакции, протекающей при "извержении вулкана".

Установите формулы веществ **B** - **E**.

Напишите четыре суммарных уравнения превращений, протекающих на каждой из стадий последовательного разложения вещества **A**.

Выведите суммарное уравнение термического разложения вещества **A** при его медленном нагревании до 420°C .

[\(ответ\)](#).

Задача 4

"Драгоценным аквамарином в серебряной оправе заснеженных хребтов" назвал П.П. Семенов-Тянь-Шанский озеро Иссык-Куль. В старые времена оно называлось Туз-Куль, или "соленое озеро", из-за высокой минерализации его воды. Средний

химический состав воды в Иссык-Куле по данным В. Матвеева и О. Алекина следующий (в мг/л):

Ca^{2+}	Mg^{2+}	Na^{+}	K^{+}	HCO_3^{-}	SO_4^{2-}	Cl^{-}	Br^{-}
114,0	294,0	?	?	240,0	2115,0	1570,0	14,9

Наиболее трудоемко определение натрия и калия, поэтому обычно их содержание устанавливают по разности. Иссык-Кульская вода содержит также незначительные количества нитратов и фосфатов, преимущественно естественного происхождения. Величина рН озерной воды около 7,5.

Кислород, растворенный в воде, определяют классическим методом Винклера, основанным на реакции между кислородом и суспензией гидроксида марганца (II) в щелочной среде. Продукт окисления реагирует затем с иодид-ионами. На титрование иода, выделяющегося при анализе 100,0 мл озерной воды, расходуется 8,0 мл 0,02М раствора тиосульфата.

Определите концентрацию (мг/л) ионов натрия и калия и заполните пропуски в таблице. Известно, что масса содержащегося в озере натрия в 12 раз больше, чем масса калия.

Каково содержание (мг/л) растворенного в Иссык-Куле кислорода? Проанализируйте возможные ошибки, присущие методу Винклера.

Оцените карбонатную и некарбонатную жесткость воды в Иссык-Куле (в ммоль эквивалентов ионов кальция и магния в 1 л воды).

Как вы думаете, в какое время года содержание нитратов и фосфатов в озере минимально, а когда — максимально, и почему?

Концентрация карбонат-ионов в воде мала и не поддается непосредственному определению. Постарайтесь установить эту величину.

Кремнистый ил на дне озера имеет примерный состав (мас.%):

SiO_2	Al_2O_3	Fe_2O_3	MgO	Na_2O	K_2O	CaCO_3	H_2O
67,49	11,58	3,65	1,82	1,88	2,15	1,52	6,20

Вычислите эмпирическую брутто-формулу озерного ила.

Кальций в озерной воде определяют осаждением в виде оксалата, который затем растворяют в соляной кислоте. Вычислите минимальную концентрацию раствора соляной кислоты, 1 литр которого способен растворить 0,01 моль оксалата кальция.

В одной из московских газет корреспондент, говоря о некотором курорте, находящемся на широте Иссык-Куля, пишет: "А как хорошо чувствуешь после сернобромидистой

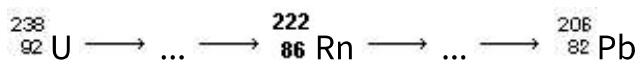
ванны! В домашних условиях ее тоже можно приготовить, просто напустите в воду серы (ароматизирует), брома (успокаивает) и йода (дезинфицирует)".

Укажите на неточности, допущенные в газете. Что бы вы сказали корреспонденту при встрече ?

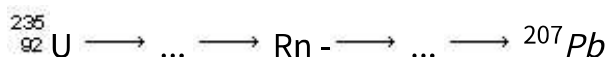
Для справок: значения K_1 и K_2 угольной кислоты равны, соответственно, $10^{-6,38}$ и $10^{-10,38}$, значения K_1 и K_2 щавелевой кислоты равны $5,6 \cdot 10^{-2}$ и $5,9 \cdot 10^{-5}$, произведение растворимости CaC_2O_4 $2,6 \cdot 10^{-9}$. [\(ответ\)](#).

Задача 5

По данным академика Ласкорина, в илистых отложениях на дне озера Иссык-Куль в некоторых местах содержание урана несколько повышено. Уран состоит из изотопов $^{238}_{92}\text{U}$ и $^{235}_{92}\text{U}$, которые являются родоначальниками радиоактивных рядов. Промежуточными продуктами в каждом ряду являются изотопы радона:



$$T_{1/2} = 3,8 \text{ дня}$$



$$T_{1/2} = 3,9 \text{ с}$$

Здесь $T_{1/2}$ — период полураспада соответствующего изотопа. Изотопы радона выделяются из урансодержащего образца и мигрируют к поверхности воды.

При распаде изотопов радона излучаются альфа-частицы, пробег которых в воздухе не превышает нескольких сантиметров.

Предположите, чему равно массовое число изотопа радона, получающегося в ряду урана-235. Ответ поясните.

Какой изотоп какого элемента образуется при распаде каждого изотопа радона ?

Какой из изотопов радона представляет наибольшую опасность? Почему? Средняя глубина озера около 280 м.

Укажите причины, по которым не рекомендуется длительное время находиться в местах выделения радона.

Рассчитайте радиоактивность на 1 л воздуха (н.у.) в Бк, если концентрация радона в воздухе над поверхностью воды достигла величины $2,3 \cdot 10^{-14}\%$ по объему. Напомним, что $1 \text{ Бк} = 1 \text{ расп/с}$. Перемешиванием воздуха можно пренебречь. Радиоактивный распад описывается кинетическим уравнением первого порядка.

Через какое время радиоактивность пробы воздуха, отобранной для анализа, уменьшится приблизительно в 30 раз?

[\(ответ\)](#)

Задача 10

Оптически активное монохлорпроизводное **X** углеводорода **A** при действии сильного основания в смеси эфира с гексаном приводит преимущественно к образованию оптически активного углеводорода **B**. Этот углеводород **B** при окислении подкисленным раствором перманганата калия образует единственную кислоту **Y**, на титрование 0,147 г которой расходуется около 16 мл 0,125М раствора гидроксида калия. Нагревание кислоты **Y** с ацетилхлоридом дает вещество **Z**, содержащее 37,5% кислорода по массе. Присоединение хлороводорода к углеводороду **B** дает четыре оптически активных вещества.

Установите молекулярную и предложите возможные структурные формулы кислоты **Y**.

Предложите возможные структурные формулы углеводорода **B**.

Изобразите пространственное строение соединения **A** и дайте его полное название по систематической номенклатуре.

Напишите схемы проведенных превращений.

Объясните механизм превращения **X** в **B**.

Задача 11

Производные фурана входят в состав природных соединений, в том числе алкалоидов, интенсивно исследуемых учеными-химиками Среднеазиатского региона.

Оксопроизводные ряда фурана, в частности, замещенные 2,3-дигидрофуран-2,3-дионы, обладают высокой реакционной способностью. В результате изучения нуклеофильных превращений фурандионов было найдено, что при взаимодействии 5-фенил-2,3-дигидрофуран-2,3-диона (**A**) с этанолом образуется этиловый эфир бензоилпировиноградной (2,4-диоксо-4-фенилбутановой) кислоты (**Б**). Эфир **Б** реагирует с

о-фенилендиамином в нейтральной среде с образованием бесцветного соединения **B**, а в кислой среде — с образованием ярко-желтого соединения **Г**. Соединение **Г** образуется также при взаимодействии фурандиона **A** с о-фенилендиамином и при кипячении соединения **B** в водном растворе кислот. По данным масс-спектров молекулярная масса соединения **B** равна 292, а соединения **Г** — 264. В спектре ПМР соединения **B** имеются группа сигналов ароматических протонов, сигналы протонов этильной группы и группы CH_2 . В спектре ПМР соединения **Г** имеются группа сигналов ароматических протонов, сигнал протона при этиленовом атоме углерода и сигналы протонов двух групп NH .

Напишите структурные формулы соединений **A** — **Г**.

Напишите уравнения описанных превращений.

Поясните, по каким возможным причинам соединение **Г** ярко окрашено, а соединение **В** — бесцветно.

Какие возможны изомерные формы для соединения **Г**, и в какой из них, вероятнее всего, оно существует и почему?