

Десятый класс

Задача 10-1

При обжиге минерала **A** на воздухе образуются эквимольные количества газа **B** (плотностью по гелию 16) и чёрно-серого порошка **B**, содержащего элемент **X** (реакция 1). Растворение порошка **B** в серной кислоте с последующим упариванием раствора приводит к образованию зелёного кристаллического вещества **Г**, содержащего 20,89 % элемента **X** (реакция 2). Если к раствору **Г** добавить раствор NaOH, образуется ярко окрашенный осадок **Д** (реакция 3), который в избытке раствора аммиака растворяется с образованием катиона **Е** (реакция 4). Катион **Е** может быть осаждён в виде галогенида **Ж** (реакция 5), например под действием крепкого раствора галогенида калия **З** (массовая доля галогена 67,14 %). Кристаллическое фиолетовое соединение **Ж** содержит 18,30 % элемента **X** и при осторожном нагревании превращается в жёлто-коричневое бинарное кристаллическое соединение **И** (реакция 6), растворяющееся в воде с образованием зелёного раствора.

1. Определите элемент **X** и соединения **A–И**. Ответ обоснуйте. Состав **B**, **Г**, **Ж**, **З** подтвердите расчётом.
2. Запишите уравнения реакций описанных превращений.
3. Изобразите строение катиона **Е**.

Задача 10-2

Дана смесь простых веществ **A**, **B** и **B**, образованных элементами одной группы периодической системы Д. И. Менделеева. Для определения состава смеси проделаны следующие опыты:

Опыт 1

Навеску смеси **тонких порошков A**, **B** и **B** массой 0,7210 г высыпали в **концентрированный** раствор NaOH на воздухе и нагрели. В результате выделился бесцветный лёгкий газ **Г**, образовался **раствор 1** и осталось не растворившееся вещество **B** массой 0,5180 г (реакции 1 и 2).

Опыт 2

Осадок вещества **B** отфильтровали, отмыли от щёлочи и высушили, после чего его растворили в 30%-ном растворе азотной кислоты. При этом выделился газ **Д** с плотностью по водороду 14,88, и образовался **раствор 2** (реакция 3).

Опыт 3

Раствор 2 упарили почти досуха и твёрдый остаток растворили в воде. К полученному

раствору добавили раствор сульфида калия. Из раствора выпал чёрный осадок вещества **Е** (реакция 4) массой 0,5982 г. При отжиге **Е** на воздухе при 470 °С выделяется газ **Ж** и образуется оранжевое вещество **З** массой 0,5713 г (реакция 5).

Опыт 4

Раствор 1 осторожно нейтрализовали кислотой (реакции 6–7), полученный осадок отделили и обработали концентрированной соляной кислотой осадок частично растворился (реакция 8), а нерастворившийся остаток отделили от **раствора 3** и прокалили (реакция 9). Масса полученного вещества **И** составила 0,1803 г.

Опыт 5

Через **раствор 3** пропустили ток сероводорода (реакция 10), выпавший коричневатый осадок **К** отделили, промыли, высушили и взвесили (масса – 0,1828 г).

Вопросы

1) Определите вещества **А–К**. Приведите ваши рассуждения и расчёты. Учтите, что без обоснования ответ на этот вопрос не считается верным.

2) Напишите уравнения реакций **1–10**.

3) Определите массовые доли **А**, **Б** и **В** в исходной навеске.

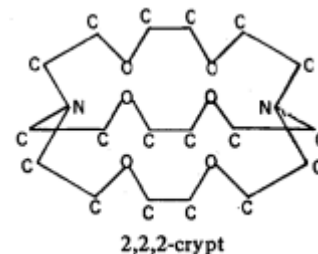
4) При сплавлении натрия с **В** образуется сплав **Х**, содержащий 94,04 % **В**, из раствора **Х** в этилендиамина в присутствии 2,2,2-cript (см. рисунок) можно выделить красные кристаллы ионного соединения **У**. В таблице приведён состав **У**:

Na	В	С	N	H
2,506 %	56,459 %	23,564 %	3,053 %	3,955 %

Рассчитайте состав **У**.

5) Известно, что в состав аниона **У** входят атомы только одного сорта, предложите его строение, ответ обоснуйте.

ВНИМАНИЕ: при расчётах относительные атомные массы необходимо брать с точностью до третьего знака после запятой!



Задача 10-3

Газообразное при н. у. вещество **А** окисляется при нагревании на платино-родиевом катализаторе с образованием бесцветного газа **Б** (реакция 1), который мгновенно превращается на воздухе в газ **В** бурого цвета (реакция 2). При температуре ниже 135 °С часть молекул газа **В** попарно соединяется в димеры **Г** (реакция 3), причём чем ниже

температура, тем менее интенсивной становится окраска газа. Уже при температуре 25 °С и давлении 1 атм. мольное соотношение **Г/В** в равновесной смеси составляет 2,16/1. Плотность такой смеси по воздуху равна 2,67. При охлаждении смеси **В** и **Г** ниже 21,1 °С она почти полностью обесцвечивается и превращается в неокрашенную жидкость, состоящую из молекул **Г** (иногда слегка желтоватую из-за примеси молекул **В**).

1. Вычислите мольные доли газов **В** и **Г** в равновесной смеси при температуре 25 °С и общем давлении 1 атм., а также константу равновесия димеризации **В** в этих условиях.

2. По данным, приведённым в условии задачи, рассчитайте молекулярную массу газа **В**. К какому классу реакций по знаку теплового эффекта (эндо- или экзотермическим) следует отнести реакцию димеризации **В**? Обоснуйте свой ответ.

При сжигании **А** в кислороде образуются только вода и газ **Д** (реакция 4), являющийся одним из основных компонентов воздуха. Водный раствор **А** окрашивает лакмусовую бумагу в синий цвет.

3. Напишите уравнения реакций 1–4, приведите **названия** веществ **А–Д**,

4. Нормальное атмосферное давление при 0 °С составляет 101,325 кПа. Рассчитайте парциальное давление газа **Д** в кПа в сухом воздухе в этих условиях.

Смесь веществ **Б** и **В** при охлаждении ниже –36 °С реагирует с образованием неустойчивой синей жидкости **Е** (реакция 5). Для получения смеси **Б** и **В** нужного состава в лаборатории используют реакцию 50%-ного водного раствора кислоты **Ж** с крахмалом $(C_6H_{12}O_5)_n$ (реакция 6).

Для получения вещества **З**, использующегося как удобрение, в промышленности проводят реакцию между **А** и **Ж** (реакция 7). Нагревание **З** до 245 °С приводит к выделению газа **И** (реакция 8).

5. Напишите уравнения реакций 5–8, изобразите **структурные формулы** веществ **Е–И**.

Задача 10-4

Эквимольную (1 : 1) смесь двух углеводородов **А** и **В** нагревали под давлением в присутствии платинового катализатора до тех пор, пока состав смеси не перестал изменяться (реакция 1). Продукты реакции охладили до комнатной температуры. При этом образовалось только 2 вещества: жидкость **Х** (продукт многотоннажного промышленного производства) и газ **У**. Как **Х**, так и **У** не окисляются $KMnO_4$ даже в жёстких условиях. **Х** можно получить из

В в одну стадию (*реакция 2*). **В** используется для газовой сварки и резки металлов и получается в промышленности при пиролизе метана (*реакция 3*). Окисление исходной смеси двух углеводородов избытком перманганата калия в серной кислоте при нагревании (*реакции 4, 5*) приводит к единственному органическому продукту **Z**, не содержащему третичных атомов углерода. На нейтрализацию 2.19 г **Z** требуется 3.75 г раствора NaOH с массовой долей 32 %.

X в реакции с хлороформом, CHCl_3 (*реакция 6*) в присутствии хлорида алюминия даёт красное окрашивание; продуктом, однако, является бесцветный твёрдый углеводород **C**. При действии на **C** металлического натрия выделяется водород и образуется соль красного цвета (соединение **D**) (*реакция 7*), которая при добавлении водного раствора хлорида аммония превращается обратно в **C** (*реакция 8*). Окисление **D** действием $\text{K}_3[\text{Fe}(\text{CN})_6]$ даёт стабильный радикал **E** (*реакция 9*), открытый Гомбергом в 1900 г. Этот радикал имеет жёлтый цвет и сосуществует в химическом равновесии с бесцветным димером **F**, имеющим 9 типов атомов водорода (*реакция 10*).

1. Напишите структурные формулы **A–F**, **X**, **Y**, **Z** и уравнения указанных реакций.
2. Напишите, как будет меняться интенсивность окраски равновесной смеси **E** и **F** при увеличении давления при постоянной температуре. Поясните свой ответ.

Задача 10-5

Свет и разрыв связей

Свет – один из источников энергии для химических превращений. Энергия светового излучения обратно пропорциональна длине волны. Свет с длиной волны 1 см имеет энергию 12.0 Дж/моль.

1. Какие из перечисленных ниже двухатомных молекул могут распадаться на атомы под действием видимого излучения (длина волны от 400 до 700 нм)? Ответ подтвердите расчётом.

Молекула	H_2	O_2	Br_2	I_2	HBr
Энергия связи, кДж/моль	436	497	193	151	366

2. Озон защищает землю от части УФ излучения, поглощая его в стратосфере и разлагаясь на две частицы. Напишите уравнение реакции и оцените длину волны света (в нм), поглощаемого озоном.

Молекула	O ₂	H ₂ O ₂
Энергия связи ОО, кДж/моль	497	146

3. Свет вызывает цис-транс-изомеризацию алкенов, реакция происходит с разрывом π-связи. Оцените максимальную длину волны света (в нм), который может привести к изомеризации.

Связь	C–C	C=C	C–H	C–F	C–Br
Энергия связи, кДж/моль	348	612	412	484	276

4. Одно из самых опасных для озонового слоя веществ – хладагент Галон-1301, CBrF₃. Предположите, какие частицы могут образоваться при облучении этого вещества светом с длиной волны: а) 500 нм; б) 300 нм; в) 200 нм? Ответы подтвердите расчётами.