Десятый класс

*Задача 10-1*

При обжиге минерала А на воздухе образуются эквимолярные количества газа Б (плотностью по гелию 16) и чёрно-серого порошка В, содержащего элемент Х (реакция 1). Растворение порошка В в серной кислоте с последующим упариванием раствора приводит к образованию зелёного кристаллического вещества Г, содержащего 20,89 % элемента Х (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 3 (массовая доля галогена 67,14 %). Кристаллическое фиолетовое соединение Ж содержит 18,30 % элемента Х и при осторожном нагревании превращается в жёлто-коричневое бинарное кристаллическое соединение И (реакция 6), растворяющееся в воде с образованием зелёного раствора.

1. Определите элемент Х и соединения А—И. Ответ обоснуйте. Состав Б, Г, Ж, 3 подтвердите расчётом.
2. Запишите уравнения реакций описанных превращений.
3. Изобразите строение катиона Е.

*Задача 10-2*

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

*Опыт 1*

Навеску смеси **тонких порошков** А, Б и В 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 В массой 0,5180 г *і)эеакции 1 и 2).*

Опыт 2

Осадок вещества В 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 lqэеакция 3).*

*Опыт 3*

*Раствор 2* упарили почти досуха и твёрдый остаток растворили в воде. К полученному 9

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 3 массой 0,5713 г *реакция 5).*

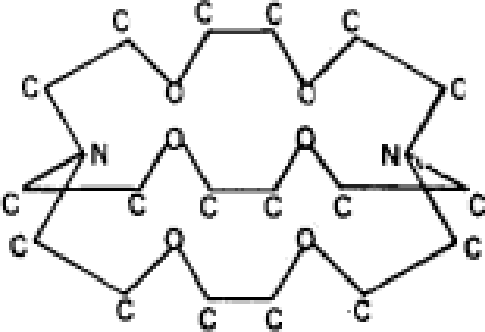
*Опыт 4*

*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).* Macca полученного вещества И составила 0,1803 г.

*Опыт 5*

Через *раствор 3* пропустили ток сероводорода *реакция 10),* выпавший коричневый осадок К

# отделили, промыли, высушили и взвесили (масса — 0,1828 г).

Вопросы

* 1. Определите вещества A—IX. 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 этилендиамине в присугствии 2,2,2-cryp/ (см. рисунок) можно выделить красные кристаллы ионного соединения У. В таблице приведён состав У:

5 2 3 3

|  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- |
| Na | В | С | N | Н |
| 2,506 % | 6,459 % | 3,564 % | ,053 % | ,955 % |

Рассчитайте состав У.

* 1. 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 *lфеакция 2).* При температуре ниже 135 °С

часть молекул газа В попарно соединяется в димеры Г *і)эеакция 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.

1. Напишите уравнения реакций 1—4, приведите **названия** веществ А—Д,
2. 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 *l)эеакция 5).* Для получения смеси Б и В нужного состава в лаборатории используют реакцию 50%-ного водного раствора кислоты Ж с крахмалом (C 6H l2O 5)л *реакция 6).*

Для получения вещества 3, использующегося как удобрение, в промышленности

проводят реакцию между А и Ж *l)эеакция 7).* Нагревание 3 до 245 °С приводит к выделению

*газа М реакция 8).*

1. Напишите уравнения реакций 5—8, изобразите **структурные формулы** веществ

Е—И.

*Задача 10-4*

Эквимолярную (1 : 1) смесь двух углеводородов А и В нагревали под давлением в присутствии платинового катализатора до тех пор, пока состав смеси не перестал изменяться *lqэеакция 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 KMnO4 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 %.

Х в реакции с хлороформом, CHClз (реакция 6) в присутствии хлорида алюминия даёт красное окрашивание; продуктом, однако, является бесцветный твёрдый углеводород С. При действии на С металлического натрия выделяется водород и образуется соль красного цвета (соединение D) *реакция 7),* которая при добавлении водного раствора хлорида аммония превращается обратно в С *реакция 8).* Окисление D действием К [Fe(CN)6] даёт стабильный радикал Е *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 *іqэеакция 10).*

1. Напишите структурные формулы A—F, Х, У, Z и уравнения указанных реакций.
2. Напишите, как будет меняться интенсивность окраски равновесной смеси Е 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

* 1. Дж/моль.
     1. Какие из перечисленных ниже двухатомных молекул могут распадаться на атомы под действием видимого излучения (длина волны от 400 до 700 им)? Ответ подтвердите расчетом.

|  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| Молекула | Н | O 2 | ВГ2 |  |  |
| Энергия связи,  кДж/моль | 436 | 497 | 193 | 151 | 366 |

* + 1. 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 им), поглощаемого озоном.

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
| Молекула | О | HzOz |
| Энергия связи ОО, кДж/моль | 497 | 146 |

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

|  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| Связь | C—C | С=С | C—H | C—F | C—Br |
| Энергия связи, кДж/моль | 348 | 612 | 412 | 484 | 276 |

* + 1. Одно из самых опасных для озонового слоя веществ — хладоагент Галон-1301, CBrF . Предположите, какие частицы могут образоваться при облучении этого вещества светом с длиной волны: а) 500 им; 6) 300 им; в) 200 им? Ответы подтвердите расчётами.

