**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 З (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, З подтвердите расчётом.

2.Запишите уравнения реакций описанных превращений.

3.Изобразите строение катиона Е.

**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 (реакции 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 (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°C 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 не растворившийся 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 коричневый осадок К отделили, промыли, высушили и взвесили (масса –0,1828г).

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 A, Б и В в исходной навеске.

4) При сплавлении натрия с В образуется сплав X, содержащий 94,04% В, из раствора X в этилендиамине в присутствии 2,2,2-crypt (см. рисунок)



можно выделить красные кристаллы ионного соединения Y. В таблице приведён состав Y:

|  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- |
| Na | В | C | N | H |
| 2,506% | 56,459% | 23,564% | 3,053% | 3,955% |

Рассчитайте состав Y.

5) Известно, что в состав аниона Y 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!

**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°C 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°C 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 B и Г ниже 21,1°C 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°C 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. Приведите формулы и названия веществ А–Д, напишите уравнения реакций 1–4.

4. Нормальное атмосферное давление при 0°C составляет 101,325кПа. Рассчитайте парциальное давление газа Д в кПа в сухом воздухе в этих условиях. Смесь веществ Б и В при охлаждении ниже −36°C реагирует с образованием неустойчивой синей жидкости E (реакция 5). Для получения смеси Б и В нужного состава в лаборатории используют реакцию 50%-ного водного раствора кислоты Ж с крахмалом (С6Н10О5)n (реакция 6). Для получения вещества З, использующегося как удобрение, в промышленности проводят реакцию между А и Ж (реакция 7). Нагревание З до 245°C приводит к выделению газа И (реакция 8).

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

**4.** Эквимолярную (1:1) смесь двух углеводородов А и B 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 X (продукт многотоннажного промышленного производства) и газ Y. Как Х, так и Y не окисляются KMnO4 даже в жёстких условиях. X можно получить из B в одну стадию (реакция 2). B 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, CHCl3 (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 C (реакция 8). Окисление D действием K3[Fe(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 А–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.

**5.** 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 | H2 | O2 | Br2 | I2 | 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 | O2 | H2O2 |
| Энергия связи OO, 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 – хладоагент 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.