

1.2.2. Задания 10 класса

Задача №10-1

Однажды молодой химик нашёл в лаборатории пакетик с бесцветными кристаллами, подписанный как “Соли углеаммонийные”. Для определения их состава он взвесил 1,026 г вещества и растворил навеску в 10 мл раствора HCl с концентрацией 2 моль/л, объём выделившегося газа составил 322,6 мл при давлении 98,6 кПа и температуре 25 °С. Далее раствор был оттитрован раствором NaOH концентрации 0,279 моль/л в присутствии метилового оранжевого (считайте, что весь аммиак в точке эквивалентности находился в форме NH_4^+), объём титранта был равен 4,0 мл.

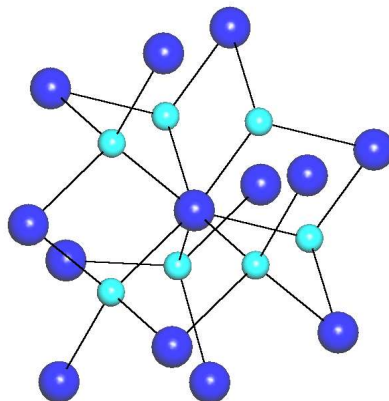
1. *Определите состав “Солей углеаммонийных” в виде массовых долей (в процентах с точностью до второго знака после запятой) каждого компонента “Солей” – аммиака, диоксида углерода и воды. Установите массовые доли именно солей в смеси, если известно, что в состав “Солей углеаммонийных” входят карбонат*

аммония $(\text{NH}_4)_2\text{CO}_3$, гидрокарбонат аммония NH_4HCO_3 и карбамат аммония $\text{H}_2\text{NCOONH}_4$.

2. Напишите уравнения протекающих реакций.
3. Известно, что водный раствор “Солей” имеет слабощелочную среду. Как влияют “Соли” на pH почвы в зависимости от времени воздействия? Приведите уравнение характерной для этого процесса реакции.
4. Какие реакции лежат в основе производства “Солей”?

Задача №10-2

Одна из полиморфных модификаций (модификация высокого давления) простого вещества **X** характеризуется кубической объемноцентрированной элементарной ячейкой (атомы расположены в вершинах и в центре куба), причем кратчайшее межатомное расстояние **X–X** составляет 2.847 Å. Плотность этой модификации – 11.0994 г/см³. При комнатной температуре и обычном давлении устойчива другая модификация – тетрагональная. Охлаждение тетрагональной модификации приводит к образованию алмазоподобной кристаллической решетки и сопровождается значительным увеличением объема. Элемент **X** образует хлорид (**A**), фрагмент структуры которого приведен на рисунке (**X** – темные кружки, указано ближайшее окружение атома **X** и связанных с ним атомов хлора).



1. Определите элемент **X** исходя из данных о структуре модификации высокого давления.
2. Определите формулу хлорида **A** исходя из данных о его структуре.
3. Взаимодействие **X** с серой приводит к образованию сульфида **B**, (реакция 1), который способен окисляться полисульфидами щелочных металлов или аммония (например, Na_2S_2), образуя тиосоли **B** (реакция 2). Подкисление тиосоли соляной кислотой приводит к ее разложению (реакция 3) с образованием сульфида **Г**. Взаимодействие полученного сульфида с сульфидом натрия приводит к образованию упомянутой выше тиосоли **B** (реакция 4).
4. Хлорид **A** растворяется в концентрированной соляной кислоте (реакция 5), а также в концентрированных щелочах без образования осадка (реакция 6).
5. Хлорид **A** при обработке хлором превращается в хлорид **Д** (реакция 7), представляющий из себя маслообразную жидкость, “дымящую” во влажном воздухе (реакция 8). Приведите уравнения упомянутых реакций.

Задача №10-3

Два химических элемента **X** и **Y** расположены в одном периоде Периодической системы химических элементов Д.И. Менделеева. В виде простого вещества **X** представляет собой твердое белое вещество **A** с желтым отливом, мягкое и легко окисляющееся на воздухе, а **Y** – желто-зеленый газ **B** с резким запахом. Молекулярные массы **A** и **B** различаются в 1,75 раз.

Вещества **А** и **Б** реагируют друг с другом, причем при недостатке **Б** образуется жидкое вещество **В** (реакция 1), а при избытке **Б** – твердое вещество **Г** (реакция 2). Массовая доля элемента **Х** в веществе **В** составляет 22,55%, а в веществе **Г** – 14,87%. Вещества **В** и **Г** реагируют с водой, при гидролизе **В** образуется кислота **Д** (реакция 3), а при гидролизе **Г** – кислота **Е** ($\omega(\text{H}) = 3,06\%$) (реакция 4). Кроме того, в обеих реакциях выделяется газообразное вещество **Ж**. При реакции кислоты **Е** с гидроксидом кальция (реакция 5) образуется соль **З**, которая является основной составной частью минералов, из которых получают **Х** и его соединения.

6. Определите элементы **Х** и **У**, напишите их символы и конфигурации электронных оболочек в виде $1s^2 \dots$. Укажите, атом какого из элементов имеет больший радиус и у которого из них сильнее выражены неметаллические свойства.
7. Напишите формулы веществ **А** – **З**, ответ подтвердите расчетом. Как называется аллотропная модификация **Х**, описанная в задаче?
8. Для кислот **Д** и **Е** изобразите структурные формулы.
9. Напишите уравнения реакций 1–5, а также уравнение реакции, лежащее в основе лабораторного способа получения вещества **Ж**.
10. Рассчитайте массу 5% водного раствора кислоты **Е**, который можно получить из 31 г простого вещества **А** по описанным в условии реакциям. Чему равна молярная концентрация полученного раствора, если его плотность равна 1,025 г/мл?

Задача №10-4

Темно-фиолетовое вещество **А** содержит 24,68 масс.% калия и 34,81 масс.% марганца. Навеску 7,9 г вещества **А** прокалили (реакция 1), а выделяющийся при этом газ **Х** собрали в специальный прибор, где действовали него электрическим током (реакция 2), при этом была получена газовая смесь **У**, плотность которой увеличилась в 1,2 раза по сравнению с плотностью газа **Х**. Газ **У** пропустили через водный раствор иодида калия, подкисленного серной кислотой, в результате чего раствор побурел (реакция 3).

1. Установите брутто-формулу вещества **А**, ответ подтвердите расчетом, назовите это вещество.
2. Напишите уравнение реакции 1. Определите химическую формулу **Х**. Рассчитайте, какой объем газа **Х** (при н.у.) был получен при разложении 7,9 г **А**.
3. Напишите уравнение реакции 2. Рассчитайте состав газовой смеси **У** (в об. %), назовите более тяжелый компонент смеси. Напишите реакцию этого компонента с надпероксидом калия.
4. Напишите уравнение реакции 3. Для какой цели можно использовать данную реакцию?

Задача №10-5

Одним из пропеллентов, используемых в аэрозольных дезодорантах, является углеводород **Х**. При сжигании 5,6 л **Х** (н.у.) было получено 22,5 г воды и газ **У**, который при пропускании через избыток известковой воды (реакция 1) дал 100 г осадка. Вещество **Х** существует в виде двух изомеров – **Х**₁ (линейного строения) и **Х**₂. При полном сгорании 5,6 л изомера **Х**₁ (реакция 2) выделяется 670 кДж теплоты, а при сгорании такого же количества изомера **Х**₂ (реакция 3) выделяется 665 кДж.

1. Установите формулу углеводорода **Х**, рассчитайте массу сожженной навески **Х**. Напишите уравнение реакции 1. Изобразите структурные формулы **Х**₁ и **Х**₂.
2. Рассчитайте тепловые эффекты реакций сгорания изомеров **Х**₁ и **Х**₂ на 1 моль и напишите термохимические уравнения сгорания (уравнения 2-3, при написании используйте брутто-формулу вещества **Х**).

3. Из некоторого пропеллента была выделена смесь, содержащая 20% X_1 и 80% X_2 . Данную смесь подвергли фотохимическому бромированию при 200°C (реакции 4,5), при этом было получено четыре монобромпроизводных. Напишите схемы реакций бромирования каждого из изомеров, обведите в каждом случае основной продукт. Рассчитайте состав полученной смеси монобромпроизводных (мольные %), если относительные скорости замещения при третичных, вторичных и первичных атомах углерода в этих условиях относятся как 200 : 50 : 1.

Известно, что при нагревании индивидуального изомера X_1 в присутствии хлорида алюминия (реакция б) образуется смесь изомеров, реакция изомеризации обратима. Так, в одном из опытов при нагревании до 300°C была получена смесь, содержащая 95% X_2 и 5% X_1 . Рассчитайте константу равновесия изомеризации в этих условиях и изменение свободной энергии Гиббса ($\Delta G = -RT \cdot \ln K$).