

Межрегиональная олимпиада школьников
«Будущие исследователи – будущее науки» - 2020. Финальный тур.
Время на выполнение заданий – 180 минут
11 класс

Задача 11-1

Вещество А является нерастворимой в воде основной солью, которая раньше использовалась как компонент зеленой краски для обоев. Краски на его основе имели красивый цвет и были распространены в Европе в XVIII–XIX вв. При высокой влажности воздуха один из элементов, входящий в состав этой соли, образует летучие ядовитые вещества. Этот процесс был причиной медленного отравления тех, кто решил украсить свой дом такими обоями.

Вещество А массой 5.90 г растворили в соляной кислоте и к полученному раствору прилили избыток раствора гидроксида натрия. Выпавший голубой осадок отделили от раствора фильтрованием, промыли дистиллированной водой и прокалили при температуре 200°C. При этом образовалось соединение черного цвета массой 3.20 г, которое можно восстановить водородом до красного металла. Фильтрат упарили до небольшого объема, создали сильно кислую среду добавлением соляной кислоты и бросили гранулу цинка. Это вызвало выделение бесцветного газа, который при количественном выделении из раствора занимает объем 0.448 л (н.у.).

1. Установите формулу А, если его прокаливание при 200°C приводит к потере 12.2% массы и при этом не выделяются окрашенные летучие вещества. Ответ подтвердите соответствующими расчетами.
2. Приведите уравнения всех упомянутых реакций.
3. Какой из элементов, входящий в состав А, был причиной медленного отравления?

В расчетах молярную массу элементов следует округлять до целых чисел.

Задача 11-2

Простые вещества А–Д при обычных условиях находятся в твердом агрегатном состоянии и растворяются в водных растворах щелочей с образованием прозрачных бесцветных растворов.

Вещество А растворяется в растворе гидроксида натрия без выделения газа. При подкислении раствор приобретает интенсивную окраску.

Вещество Б растворяется в растворе гидроксида натрия с выделением бесцветного ядовитого газа Х с неприятным запахом. При подкислении образовавшегося раствора не происходит никаких внешних изменений, тем не менее, реакция происходит и приводит к образованию одноосновной кислоты У.

Вещество В растворяется в растворе гидроксида натрия с выделением бесцветного газа Z, не имеющего запаха. При подкислении образовавшегося раствора выпадает белый осадок, нерастворимый в избытке кислоты.

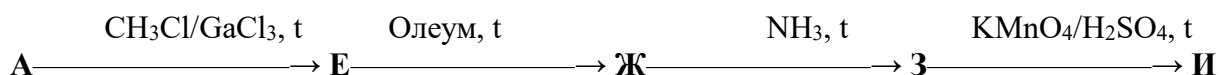
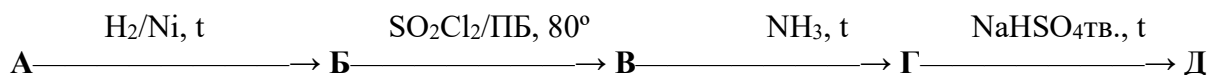
Вещество Г растворяется в растворе гидроксида натрия с выделением газа Z. При подкислении образовавшегося раствора выпадает белый осадок, растворимый в избытке кислоты с образованием прозрачного бесцветного раствора.

Вещество Д бурно реагирует с раствором гидроксида натрия с выделением газа Z. При подкислении образовавшегося раствора не происходит никаких внешних изменений; образующийся раствор содержит лишь одно растворенное вещество (кроме добавленной в избытке кислоты).

1. Предложите вариант веществ А – Д и Х – Z, если плотность газа Х по газу Z составляет 17.
2. Напишите уравнение упомянутых реакций.
3. Изобразите графическую формулу молекулы У и объясните одноосновность этой кислоты.

Задача 11-3

Расшифруйте схему получения двух сульфамидных подсластителей: цикламата натрия **Д** (пищевая добавка E952, в 26 раз слаще сахара, содержит 35.82% С, 5.97% Н, 6.965% N, 23.88% O, 15.92% S, остальное – металл, $M_r < 400$) и сахарина **И** (пищевая добавка E954, в 400 раз слаще сахара, гетероциклическое соединение, $M_r = 183$ г/моль). Известно, что массовое соотношение углерода и водорода равно: 12.0 (**А**), 6.545 (**В**), 9.333 (**З**), 6.0 (углеводород **Б**). Составьте структурные формулы веществ **А-И**, напишите уравнения реакций. ПБ – пероксид бензоила, инициатор радикальных реакций, используется как малая добавка.



Задача 11-4

Окисление 41.5 г ароматического соединения **А** дает 41.5 г ароматического соединения **Б**. При нагревании в присутствии избытка концентрированной серной кислоты смеси 41.5 г **А** и 41.5 г **Б** они полностью прореагируют с образованием 74 г полимерного продукта **В**. Данный полимер может использоваться в качестве активной фазы для хроматографического разделения энантиомеров. Он содержит 72.97% С, 5.41% Н, 21.62% O. В ^1H ЯМР спектрах веществ **Б**, **В** и **А** имеются сигналы соответственно 2, 3 и 4 структурно неэквивалентных атомов водорода. Вещества **А** и **В** хиральны. Сколько оптических изомеров имеет вещество **А**? Нарисуйте их. Определите структурные формулы **А**, **Б**, **В** и напишите уравнения реакций. Для первой стадии расставлять коэффициенты не обязательно.

