

ЗАДАНИЯ ТЕОРЕТИЧЕСКОГО ТУРА

заключительного этапа

олимпиады школьников Северо-Кавказского федерального университета

«45 Параллель» по химии 2024-2025 года

9 Класс

Задание 1.

Неизвестный металл А растворили в соляной кислоте (реакция 1). Полученный хлорид обработали избытком газа, молекула которого изоэлектронна молекуле N_2 , под давлением (реакция 2). Продукт данной реакции разлагается при нагревании (реакция 3), а при взаимодействии с концентрированной серной кислотой выделяется смесь двух газов и раствор после реакции имеет бледно-розовую окраску (реакция 4). При растворении оксидов некоторых редкоземельных элементов, в которых металл находится в высшей степени окисления, в серной кислоте в присутствии продукта реакции 4 и пиррофосфата натрия раствор окрашивается в насыщенный малиновый цвет (реакция 5). Этот же продукт можно получить восстановлением интенсивно окрашенной соли металла А, находящегося в высшей степени окисления, в присутствии пиррофосфата натрия (реакция 6).

- 1) Расшифруйте неизвестные вещества.
- 2) Напишите уравнения всех упомянутых реакций.
- 3) Опишите строение продукта реакции 2.

Задание 2.

В сосуде объемом 5.00 л при температуре 18 °С и давлении 386.90 кПа находится газовая смесь массой 36.13 г, состоящая из двух оксидов (содержат 36.36 и 72.72 % кислорода) и соединения азота с углеродом (содержание углерода 46.15 %, относительная плотность по воздуху 1.79). Определите:

- 1) качественный состав газовой смеси и ее среднюю молярную массу;
- 2) на сколько градусов необходимо повысить температуру, чтобы давление в сосуде возросло до 5 атм.;
- 3) парциальное давление каждого газа при данной температуре, если смесь газов прореагировала с 530мл 3,78 %-ого раствора NaOH ($\rho = 1.041 \text{ г/см}^3$).

Задание 3.

Для очистки растворимых в воде солей используется различие в их растворимости при различных температурах. Для каустической соды растворимость в широком диапазоне температур приведена в таблице.

Растворимость, г Na_2CO_3 на 100 г H_2O										
t, °C	0	10	20	25	30	40	50	60	80	100
Раст-ть,	7	12,2	21,8	29,4	39,7	48,8	47,3	46,4	45,1	44,7

Рассчитайте, какую минимальную массу каустической соды, содержащей 92,00 % десятиводного кристаллогидрата и нерастворимые примеси, а также воды следует взять, чтобы получить 5,00 г очищенного $\text{Na}_2\text{CO}_3 \cdot 10\text{H}_2\text{O}$.

Каким объемом 0,1 М соляной кислоты можно нейтрализовать оставшийся после отделения осадка раствор с использованием метилового оранжевого, как индикатора? Будет ли отличаться объем израсходованной кислоты, если в качестве индикатора применять фенолфталеин? (Переходы окраски фенолфталеина и метилового оранжевого лежат в области 3,1 – 4,4 и 8 – 10 единиц pH, соответственно).

Задание 4.

Вещество А представляет собой кристаллогидрат неизвестной соли. При нагревании до 200 °C вещество А обезвоживается и теряет 29,6 % массы с образованием соли Б. При дальнейшем нагревании соли Б до 400 °C наблюдается ее разложение, причем в среде аргона наблюдается эндотермический эффект реакции разложения, а в воздушной среде – экзотермический. В обоих условиях продуктом разложения является соль В, причем ее масса составляет 54,9 % от массы вещества А, и газ Г1. При более сильном нагревании (около 750°C) соли В выделяется газ Г2 и образуется вещество Д (30,8% от массы А), которое интенсивно реагирует с водой.

- 1) Определите неизвестные вещества. Напишите уравнения всех указанных реакций.
- 2) Объясните различие в тепловых эффектах при разложении в-ва Б в среде аргона и воздуха.