

ОТКРЫТЫЕ СОРЕВНОВАНИЯ ПО ХИМИИ

Младшая группа (9 и 10 класс)

Таллинн, Тарту, Курессааре, Нарва, Пярну, Кохтла-Ярве 8 ноября 2008

1. В раствор, содержащий 0,20 моль FeCl_2 , добавили 342 г раствора CuSO_4 , который был приготовлен растворением 56,1 г $\text{CuSO}_4 \cdot 5\text{H}_2\text{O}$ в 457 г воды, и 2,29 кг 5,0%-ного раствора $\text{Ba}(\text{OH})_2$. Осадок № 1 выделили из раствора фильтрованием. Через фильтрат пропустили углекислый газ, которого поглотилось $7,2 \text{ дм}^3$ (н.у.). Затем добавили 118 см³ 20%-ного раствора $(\text{NH}_4)_2\text{SO}_4$ ($\rho = 1,115 \text{ г/см}^3$). Выделили осадок № 2. Фильтрат выпарили досуха и остаток нагревали в фарфоровом тигле до тех пор, пока его масса не стала постоянной.

a) Рассчитайте i) процентное содержание сульфата меди (II) в использованном растворе и количества добавленных ii) CuSO_4 , iii) $\text{Ba}(\text{OH})_2$, iv) CO_2 и v) $(\text{NH}_4)_2\text{SO}_4$ (в молях).

b) Напишите уравнения реакций, происходивших в растворе.

c) Из каких веществ состоит i) осадок № 1 и ii) осадок № 2 (напишите формулы)?

d) Что остается в фарфоровом тигле после нагревания остатка? (12)

2. Биоочистка сточных вод заключается в переработке органических остатков микроорганизмами. При анаэробной переработке образуется смесь, которая содержит примерно равные количества CO_2 и CH_4 : $2\{\text{CH}_2\text{O}\} = 1\text{CH}_4 + 1\text{CO}_2$. Эту смесь называют биогазом, который является ценным топливом. Предположим, что содержание биodeградационного материала $\{\text{CH}_2\text{O}\}$ в сточных водах составляет 502 мг/дм^3 , и очистительная установка перерабатывает 250000 дм^3 воды в день. Энтальпии образования CH_4 , CO_2 и H_2O в газовой фазе равны соответственно $-74,8 \text{ кДж/моль}$, $-393,5 \text{ кДж/моль}$ и $-241,8 \text{ кДж/моль}$.

a) Напишите уравнение реакции полного сгорания метана.

b) Рассчитайте энтальпию реакции полного сгорания метана.

c) Рассчитайте количество энергии, которое выделяется при сгорании биогаза, собранного за 1 день работы очистительной установки.

В настоящее время биогаз получают и при обработке бытового мусора. Одна тонна мусора позволяет получить 300 м^3 (н.у.) биогаза. Современный генератор способен перерабатывать 12 тонн мусора в день.

d) Рассчитайте количество энергии, которое выделяется при сгорании биогаза, собранного за 1 день работы современного генератора. (8)

3. Для определения состава известняка пробу массой 1,02 г оставили реагировать с $25,00 \text{ см}^3$ $1,101 \text{ моль/дм}^3$ соляной кислоты. Для титрования излишка непрореагировавшей кислоты израсходовалось $24,31 \text{ см}^3$ раствора $0,3603 \text{ моль/дм}^3$ гидроксида натрия.

a) Напишите уравнения реакций между i) карбонатом кальция и соляной кислотой, ii) гидроксидом натрия и соляной кислотой.

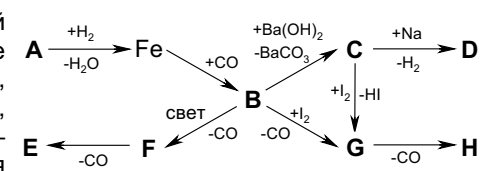
b) Рассчитайте число молей соляной кислоты, прореагировавшей с карбонатом кальция, который содержится в известняке.

c) Определите процентное содержание карбоната кальция в известняке.

d) Сколько по меньшей мере раз нужно повторить титрование, чтобы получить правильный результат?

e) Какая ошибка получится при определении содержания CaCO_3 , если на титрование излишка кислоты израсходовать на $0,06 \text{ см}^3$ больше титранта (по сравнению с правильным титрованием)? (7)

4. Рядом приведена схема превращений соединений железа.



Процентное содержание железа в веществах **A**, **B**, **E**, **F** и **H** равно соответственно 78%, 29%, 33%, 31% и 18%. **C** - кислота. **A** и **H** - бинарные соединения, $\text{Fe}_x(\text{CO})_y$ - общая формула веществ **B**, **E** и **F**. **E** содержит три атома железа. В реакциях **B** → **C** и **B** → **G** исходные вещества реагируют в соотношении 1 : 1.

На схеме „+“ показывает, с чем реагирует исходное вещество, а „-“ обозначает выделяющийся продукт.

a) Напишите формулы веществ **A**–**H**. Представьте необходимые расчеты.

b) Напишите соответствующие уравнения реакций. (13)

5. Обычное бутылочное стекло содержит Si (35,21%), O (46,81%), Ca (8,37%) и элемент **X**, который дает стеклу желтый цвет. Если вещество, содержащее этот элемент, поместить в пламя горелки, то пламя окрашивается в желтоватый цвет.

a) Определите брутто-формулу обычного бутылочного стекла.

Органическое стекло – полимер органического соединения **MMA**, которое содержит атомы H, C и O. Для определения брутто-формулы **MMA** сосуд ($V = 1,00 \text{ м}^3$) заполнили кислородом ($V_m = 22,4 \text{ дм}^3/\text{моль}$) и добавили 1 моль **MMA**. Полученную смесь сожгли. По окончании реакции молярный объем в сосуде составил $21,0 \text{ дм}^3/\text{моль}$, а после остывания смеси и конденсации водяного пара – $22,91 \text{ дм}^3/\text{моль}$. Для полного сгорания израсходовалось 13,44% кислорода.

b) Напишите уравнение полного сгорания $\text{C}_x\text{H}_y\text{O}_z$ (**MMA**), используя коэффициенты x, y, z.

c) Найдите количества i) прореагировавшего O_2 , ii) образовавшейся воды и iii) образовавшегося CO_2 .

d) Рассчитайте брутто-формулу **MMA**. (7)

6. Вещество **A** – простое вещество широко известного неметалла (характерные степени окисления –II, 0, IV и VI). При высокой температуре **A** реагирует с водородом, образуя газ **B**, водный раствор которого кислотный. Газ **B** горит на воздухе, образуя газ **C**, при растворении которого в воде получают кислотный раствор вещества **D**. Если в пламя горения вещества **B** внести холодный предмет, то он на какой-то момент покрывается желтоватым слоем. При температуре выше 400°C на поверхности катализатора (Pt или V_2O_5) газ **C** реагирует с кислородом, образуя газ **E**, который при охлаждении ниже 45°C конденсируется и ниже 17°C отвердевает. Растворение газа **E** в воде – очень экзотермический процесс. Образуется кислотный раствор вещества **F**, которое известно как консервант E220. При добавлении $\text{Ca}(\text{OH})_2$ к раствору вещества **F** осаждается белое вещество **G**, кристаллогидрат которого используют как в медицине, так и в строительстве. В веществе **G** содержится 29,4% Ca, 47,0% кислорода и элемент **A**. Вещества **B**, **C** и **E** – ядовитые газы с неприятным запахом. $\text{Ca}(\text{OH})_2$ и вещество **F** реагируют в молярном соотношении 1 : 1.

a) Определите вещества **A** – **G**. Напишите формулы и названия.

b) Нарисуйте пространственную структурную формулу вещества **C**.

c) Напишите все обозначенные в тексте уравнения реакций. (13)

(Открытые соревнования по химии, младшая группа, 1997 г)