

ОТКРЫТЫЕ СОРЕВНОВАНИЯ ПО ХИМИИ

Старшая группа (11 и 12 класс)

Таллин, Тарту, Курессааре, Нарва, Пярну, Кохтла-Ярве

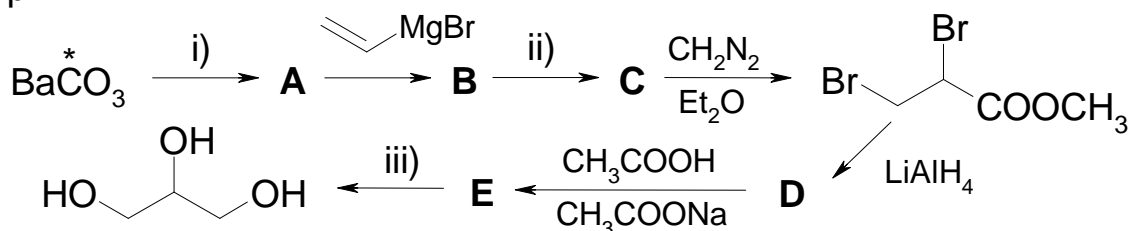
5 ноября 2011

1. Для определения содержания SO_3 в олеуме лаборант приготовил 100,0 cm^3 раствора (**A**), растворив 1,50 г смеси $\text{SO}_3\text{--H}_2\text{SO}_4$ (олеума). Для титрования этого раствора он приготовил 200,0 cm^3 0,510 М раствора NaOH (**B**), рассчитывая, что твёрдый NaOH чистый. На самом деле, NaOH содержал воду, и уточнённая молярная концентрация NaOH в растворе **B** была равна 0,480 моль NaOH на кг растворителя ($\rho = 1,021 \text{ г/см}^3$). Концентрация протонов в растворе **A** была равна 0,324 моль/ дм^3 .

а) Рассчитайте процентное содержание воды в твёрдом NaOH .

б) Рассчитайте процентное содержание SO_3 в олеуме. (8)

2. Для изучения деталей биосинтеза жиров учёным потребовался помеченный радиоактивным изотопом углерода глицерин. В качестве исходного вещества выбрали насыщенный этим изотопом карбонат бария.



CH_2N_2 – это реагент, который используется для получения из карбоновых кислот соответствующих метиловых сложных эфиров; LiAlH_4 – это сильный восстановитель. Соединение **E** содержит три ацетатных группы ($\text{CH}_3\text{COO-}$).

а) Нарисуйте структурные формулы соединений **A–E** и реагентов **i)–iii)** и отметьте во всех соединениях радиоактивный углерод звёздочкой. Также покажите место нахождения радиоактивного углерода в глицерине. (10)

3. При восстановлении нитробензола в кислой или нейтральной среде можно получить i) анилин или ii) *N*-фенилгидроксиламин.

а) Напишите уравнения реакций: i) нитробензол + сульфид аммония;

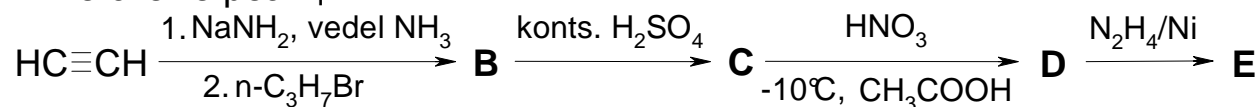
ii) нитробензол + цинк + хлорид аммония.

Сначала бензол нагревают до 50°C с нитрующей смесью, затем температуру поднимают до 95°C и продолжают нагревание. Продукт реакции реагирует с NH_4HS , образуя вещество **A**, которое содержит примерно 20% азота, но не в --N=O или --NHOH группах.

b) Напишите структурные формулы продуктов реакции нитрования бензола.

d) Определите структурную формулу соединения **A**.

Соединение **E** можно синтезировать **B** в соответствии с приведённой ниже схеме реакции::



e) Определите структурные формулы соединений **B**, **C**, **D** и **E**. Известно, что молярная масса соединения **C** в три раза больше молярной массы соединения **B**.

f) Почему синтез соединения **D** проводится в таких мягких условиях?
(15)

4. Жёсткость воды обычно связана с катионами Ca^{2+} , Mg^{2+} , в меньшей степени также с другими ионами металлов и с высоким содержанием карбонат-ионов. Для определения общей жёсткости воды (выражаемой в мг CaCO_3 в литре воды) протитровали 50,00 см³ воды 0,00312 М раствором ЭДТА. Этилендиаминтетраацетат реагирует со всеми катионами металлов в стехиометрическом соотношении 1:1, для титрования потребовалось 52,6 см³ раствора ЭДТА.

a) Рассчитайте общую жёсткость воды.

b) Масса остатка, полученного из 100 мл той же самой воды, была равна 32,45 мг. Предположив, что в воде содержатся только карбонаты, рассчитайте содержание катионов ионов кальция и магния в данной воде (ммоль/дм³).

c) Определённое ионоселективным электродом содержание ионов кальция в воде было равно 94,4 мг/дм³. Объясните, почему найденная в пункте **b)** концентрация не совпадает с показанием кальций-селективного электрода. **(7)**

5. Во избежание замерзания некоторые насекомые могут увеличивать содержание глицерина в крови (гемолимфе) до 15,0% ($\rho = 1,05 \text{ г/см}^3$).

a) Оцените температуру замерзания гемолимфы ($-\Delta T$), учитывая, что гемолимфа обладает теми же свойствами, что и водный раствор глицерина.

b) Оцените осмотическое давление гемолимфы (π) и рассчитайте максимальную концентрацию глицерина (c), которая соответствует наивысшему для функционирования клеток осмотическому давлению ($\pi_{\text{max}} = 60 \text{ МПа}$, $t = 25^\circ\text{C}$). **(6)**

$\Delta T = K_f \cdot m$, где $K_f = 1,86 \text{ К}\cdot\text{кг моль}^{-1}$ и m – это моляльность (моль вещества/кг растворителя); $\pi = cRT$, где $R = 0,0821 \text{ л атм К}^{-1} \text{ моль}^{-1}$ и T – это температура в кельвинах (К).

6. В природном виде ртуть содержится в составе минерала киноварь, которая содержит как сульфид ртути(II), так и сульфид железа(II). Для выделения ртути из кинавари её нагревают с оксидом кальция до 600–700 °С. При нагревании 10,000 г кинавари с 3,000 г оксида кальция отдистиллировали 7,652 г ртути и восстановитель полностью окислили. При длительной экстракции остатка реакции и последующей фильтрации выделили 1,1235 г чёрного порошкообразного твёрдого вещества **A**. Фильтрат насытили при кипячении с диоксидом углерода, в результате чего выпал осадок. К осадку добавили в избытке хлороводородную кислоту. В конце реакции остался осадок, после нагревания которого до 400 °С осталось 1,2985 г вещества **B**.
- a) Определите расчётами соединения **A** и **B** и приведите их названия.
 - b) Напишите уравнения описанных реакций.
 - c) Какая масса CaO требуется для реакции с данным минералом?
 - d) Напишите уравнения реакций, которые произошли бы, если бы первоначальную реакционную смесь нагревали с оксидом кальция в присутствии кислорода.
 - e) Сколько массовых процентов FeS и HgS было в минерале? **(14)**