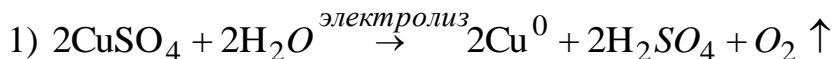


11 класс

11.1 Электролиз 400 г 8 % раствора CuSO_4 продолжали до тех пор, пока масса раствора не уменьшилась на 20,5 г. Вычислите массовые доли соединений в растворе, полученном после окончания электролиза, и массы веществ, выделившихся на инертных электродах.

Решение:



$$2) m_{\text{CuSO}_4} = 400 \cdot 0,08 = 32\text{г}$$

$$\nu_{\text{CuSO}_4} = \frac{32}{160} = 0,2\text{моль}$$

3) Масса выделившейся меди:

$$m_{\text{Cu}} = 0,2 \cdot 64 = 12,8\text{г}$$

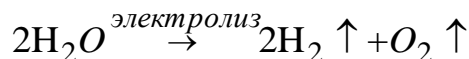
4) Масса выделившегося кислорода:

$$m_{\text{O}_2} = 0,1 \cdot 32 = 3,2\text{г}$$

5) Суммарная масса выделившихся продуктов:

$$m_{\text{прод}} = 12,8 + 3,2 = 16\text{г}$$

Если по условию потеря массы раствора больше чем 16 г, следовательно электролиз проводили и после выделения всей меди. Тогда идет разложение воды по реакции:



7) Масса разложившейся воды: $20,5 - 16 = 4,5\text{г}$

$$\text{Количество разложившейся воды: } \nu_{\text{H}_2\text{O}} = \frac{4,5}{18} = 0,25\text{моль}.$$

8) На электродах выделилось:

$$\text{на катоде: } m_{\text{Cu}} = 12,5\text{г}.$$

$$m_{\text{H}_2} = 0,25 \cdot 2 = 0,5\text{г}.$$

$$\text{на аноде: } m_{\text{O}_2} = 3,2 + \frac{0,25}{2} \cdot 32 = 7,2\text{г}.$$

9) В растворе осталась только серная кислота в количестве 0,2 моль.

10) Масса серной кислоты: $0,2 \cdot 98 = 19,6\text{г}.$

11) Масса оставшегося раствора: $400 - 20,5 = 379,5\text{г}.$

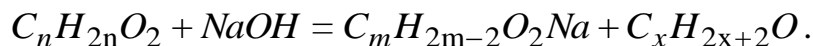
12) Массовая доля серной кислоты в оставшемся растворе:

$$\omega_{\text{H}_2\text{SO}_4} = \frac{19,6}{379,5} \cdot 100\% = 5,16\%.$$

11.2 22 г смеси двух изомерных насыщенных сложных эфиров обработали 121,2 мл раствора NaOH с массовой долей щелочи 12% и плотностью 1,1 г/мл. После завершения реакций массовая доля щелочи в полученном растворе составила 3,87%. Определите возможные структурные формулы исходных сложных эфиров.

Решение:

1) Общая формула сложного эфира $C_nH_{2n}O_2$.



Масса раствора щелочи: $m_{p-ращелочи} = 121,2 \cdot 1,1 = 133,32 \text{ г}$.

Масса вещества: $m_{NaOH} = 133,32 \cdot 0,12 = 16 \text{ г}$.

Количество вещества: $\nu = \frac{16}{40} = 0,4 \text{ моль}$.

Следовательно общее количество эфиров 0,4 моль, а так как они изомеры, то

$$M_{эфиров} = \frac{m_{смеси}}{\nu_{NaOH}}.$$

2) Масса полученного раствора $133,32 + 22 = 155,32 \text{ г}$.

3) Масса оставшейся щелочи: $155,32 \cdot 0,0387 = 6,00 \text{ г}$.

4) Количество оставшейся щелочи: $\nu_{ост} = \frac{6}{40} = 0,15 \text{ моль}$.

5) Количество щелочи, пошедшее на реакцию:

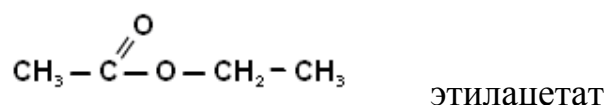
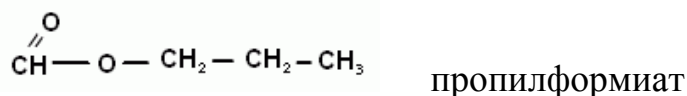
$$\nu_{NaOH} = 0,4 - 0,15 = 0,25 \text{ моль}.$$

6) Определяем молярную массу эфиров: $M_{эфиров} = \frac{22}{0,25} = 88 \text{ г / моль}$.

7) Определяем молекулярную формулу эфиров: $M_{C_nH_{2n}O_2} = 88 \text{ г / моль}$.

$$14n + 32 = 88; 14n = 56; n = 4; C_4H_8O_2.$$

8) Возможные структурные формулы:



Смесь может содержать любую комбинацию из двух этих эфиров.

11.3 Атомная масса бора 10,81. Бор состоит из двух изотопов с числом нейтронов в ядре соответственно равным 5 и 6. Сколько процентов тяжелого изотопа бора содержится в ортоборной кислоте?

Решение:

Обозначим процентное содержание изотопа ${}^{11}_5\text{B}$ в природном боре через x , а изотопа ${}^{10}_5\text{B}$ через $100-x$.

$$\text{Тогда запишем: } \frac{11x + 10(100 - x)}{100} = 10,81.$$

Отсюда $x = 81\%$.

Молярная масса ортоборной кислоты равна: $M_{\text{H}_3\text{BO}_3} = 61,83$ г/моль

Следовательно, процентное содержание изотопа ${}^{11}_5\text{B}$ в ортоборной кислоте составит:

$$\omega = \frac{10,81}{61,83} \cdot 81 = 14,16\%.$$

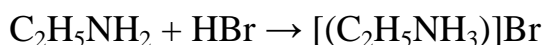
11.4 К 30 л смеси, состоящей из аргона и этиламина, добавили 20 л бромоводорода, после чего плотность смеси по воздуху стала 1,814. Вычислите объемные доли газов в исходной смеси.

Решение:

Пусть в исходной смеси содержалось x л аргона и y л этиламина.

Тогда $x + y = 30$ л.

Этиламин реагирует с HBr с образованием твердой соли бромида этиламмония:



Средняя молярная масса полученной газовой смеси равна

$$M_{\text{ср}} = 1,814 \cdot 29 = 52,6 \text{ г/моль}$$

Следовательно, в газовой смеси остались аргон ($M = 40$) и HBr ($M = 81$). Если бы остались аргон и этиламин ($M = 45$), то выполнялось бы: $40 < M_{\text{ср}} < 45$.

Итак, y литров HBr прореагировало с амином, осталось $20-y$ литров аргона. Решив систему из двух уравнений:

$$M_{\text{ср}} = \frac{40x + 81(20 - y)}{x + (20 - y)} = 52,6$$

$$x + y = 30$$

находим: $x = 18$ л, $y = 12$ л.

Объемные доли газов равны:

$$\omega(\text{Ar}) = \frac{18}{30} = 0,6 = 60\%$$

$$\omega(\text{аминa}) = \frac{12}{30} = 0,4 = 40\%$$

9.5 Продукт прокаливания негашеной извести и кокса подвергли действию воды. Выделившийся при этом газ ввели в разбавленную серную кислоту, содержащую соли Hg^{2+} , образовалось вещество А. При окислении А получается соединение Б, которое в присутствии серной кислоты и спирта (с тем же числом атомов углерода, что и в веществе А) образует низкокипящую приятно пахнущую жидкость В. Соединение В в присутствии алкоголята названного спирта образует другое сильно пахнущее высококипящее вещество С. Последнее в отличие от В обесцвечивает бромную воду, образует гидразон, но не дает реакцию «серебряного зеркала», находит широкое применение в синтетической органической химии. Запишите структурные формулы А, Б, В, С, их названия, запишите уравнения и условия проведения всех перечисленных реакций.

Решение:

$\text{CaO} + 3\text{C} \rightarrow \text{CaC}_2 + \text{CO}$
$\text{CaC}_2 + 2\text{H}_2\text{O} \rightarrow \text{C}_2\text{H}_2 + \text{Ca(OH)}_2$
$\text{HC} \equiv \text{CH} + \text{H}_2\text{O} \xrightarrow{\text{Hg}^{+2}, \text{H}_2\text{SO}_4} [\text{CH}_2=\text{CHOH}] \rightarrow \text{CH}_3\text{CHO}$ (А – ацетальдегид)
$\text{CH}_3\text{CHO} \xrightarrow{(\text{O})} \text{CH}_3\text{C(O)OH}$ (Б – уксусная кислота)
$\text{CH}_3\text{C(O)OH} + \text{C}_2\text{H}_5\text{OH} \xrightarrow{\text{H}_2\text{SO}_4} \text{H}_2\text{O} + \text{CH}_3\text{C(O)OC}_2\text{H}_5$ (В – этилацетат)
$\text{CH}_3\text{C(O)OC}_2\text{H}_5 \xrightarrow{\text{C}_2\text{H}_5\text{ONa}} \text{C}_2\text{H}_5\text{OH} + \text{CH}_3\text{C(O)CH}_2\text{C(O)OC}_2\text{H}_5$ (С – этилацетоацетат)
Соединение С существует в двух таутомерных формах: $\text{CH}_3 - \text{C(O)} - \text{CH}_2\text{C(O)OC}_2\text{H}_5 \rightleftharpoons \text{CH}_3 - \text{C(OH)} = \text{CH} - \text{C(O)OC}_2\text{H}_5$
$\text{CH}_3 - \text{C(O)} - \text{CH}_2\text{C(O)OC}_2\text{H}_5 + \text{H}_2\text{N} - \text{NH}_2 \rightarrow$ $\rightarrow \text{CH}_3 - \text{C(=N} - \text{NH}_2) - \text{CH}_2\text{C(O)OC}_2\text{H}_5 + \text{H}_2\text{O}$
$\text{CH}_3 - \text{C(OH)} = \text{CH} - \text{C(O)OC}_2\text{H}_5 + \text{Br}_2(\text{водн.}) \rightarrow$ $\rightarrow \text{CH}_3 - \text{C(OH)Br} - \text{CHBr} - \text{C(O)OC}_2\text{H}_5 \rightarrow$ $\rightarrow \text{CH}_3 - \text{C(O)} - \text{CHBrC(O)OC}_2\text{H}_5 + \text{HBr}$