

Задание № 2.

Ученик изучал свойства растворов электролитов, пропуская электрический ток через раствор. В раствор опускались инертные электроды. Измерялось сопротивление растворов. Все растворы имели начальную концентрацию 0,1 моль/л. Экспериментальные результаты в таблице:

Электролит	Концентрация, С, моль/л	Сопротивление, Ом
Хлороводородная кислота	0,1	100
Хлороводородная кислота	0,05	200
Гидроксид натрия	0,1	170
Гидроксид натрия	0,02	850
Хлорид натрия	0,1	340
Хлорид натрия	0,05	680

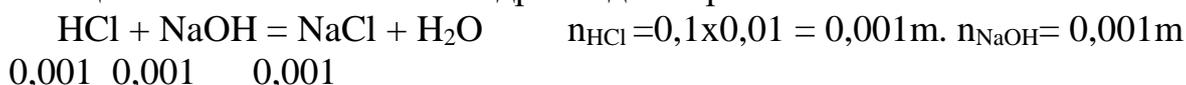
Рассчитайте сопротивление раствора, полученного при сливании

- 1) 10 мл соляной кислоты $C=0,1$ моль/л и 20 мл NaOH $C=0,05$ моль/л.
- 2) 10 мл соляной кислоты $C = 0,1$ М и 10 мл NaOH $C= 0,05$ М.
- 3) 10 мл соляной кислоты $C=0,05$ М 10 мл NaOH $C=0,1$ М.

Решение.

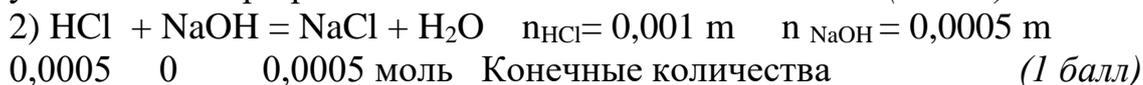
- Хлороводородная кислота, гидроксид натрия, хлорид натрия – сильные электролиты, диссоциирующие нацело в разбавленных растворах. Такие растворы исследовал ученик. Сопротивление этих растворов зависит от концентрации ионов в растворе. Из опытов следует, что сопротивление раствора обратно пропорционально концентрации электролита. (1 балл)

Реакция соляной кислоты и гидроксида натрия:



Концентрация хлорида натрия $C_{\text{NaCl}} = 0,001/0,03 = 0,0333$ моль/л. (1 балл)

- Концентрация NaCl меньше в три раза по сравнению с табличной, сопротивление увеличится в три раза. $R=1020$ Ом (1 балл)



- Концентрация HCl $0,0005/0,02 = 0,025$ М. $R = 400$ Ом (1 балл)
- Концентрация NaCl $0,025$ М. $R = 1360$ Ом (1 балл)
- Сопротивление раствора рассчитывается по формуле параллельного соединения проводников в цепи:

$$\frac{1}{R} = \frac{1}{R_1} + \frac{1}{R_2}; R = \frac{400 \times 1360}{400 + 1360} = 309,1 \text{ Ом.} \quad (2 \text{ балла})$$

- 3) $\text{HCl} + \text{NaOH} = \text{NaCl} + \text{H}_2\text{O} \quad n_{\text{HCl}} = 0,0005 \text{ м} \quad n_{\text{NaOH}} = 0,001 \text{ м}$

0,0005 0,0005
Конечные количества

Концентрация NaOH $0,0005/0,02=0,025$ М $R = 680$ Ом

Концентрация NaCl $0,025$ М $R = 1360$ Ом

- $R_{\text{эф}} = 453,3$ Ом. (2 балла).

Итого

10 баллов

Задание № 3.

Определите объём (л, н.у.) смеси аммиака и азота, в которой содержится $18,06 \times 10^{23}$ атомов водорода и массовая доля водорода в смеси равна 6,666%. Какой объём займёт газ после пропускания его над нагретым порошком оксида меди CuO при 273 °С и давлении 1 атм, а также при нормальных условиях? Каков будет объём воды, если она при нормальных условиях закристаллизуется?

Решение.

Количество аммиака определяется через количество водорода.

- $n_{\text{H}} = 3$ моль. $m_{\text{H}} = 3$ г. $n_{\text{NH}_3} = 1$ моль. $m_{\text{NH}_3} = 17$ г. (1 балл)
- Масса смеси $m = 3/0,0666 = 45$ г (1 балл)
- $m_{\text{N}_2} = 28$ г. $n_{\text{N}_2} = 1$ моль. (1 балл)
- Объём газовой смеси $22,4 \times 2 = 44,8$ л. (1 балл)

- Реакция аммиака с оксидом меди:
 $3 \text{CuO} + 2 \text{NH}_3 = 3 \text{Cu} + \text{N}_2 + 3 \text{H}_2\text{O}$ (2 балла)
1,5 1 моль 1,5 0,5 1,5
- При температуре 273 °С общее количество газа будет равно 3 моль. Азота 1,5 моль, воды 1,5 моль. (1 балл)

- Объём газа определяется из уравнения Менделеева-Клапейрона:
 $PV = nRT$.
 $V = nRT/P$
 $V = 3 \times 8,314 \times 273 / 101300 = 0,1344 \text{ м}^3 = 134,4$ л. (1 балл)

- При нормальных условиях вода будет находиться в конденсированной фазе, её объём пренебрежимо мал по сравнению с объёмом газа, которого будет 1,5 моль.
 $V = 22,4 \times 1,5 = 33,6$ л. (1 балл)

- Масса воды равна $18 \times 1,5 = 27$ г.
Плотность льда $0,9 \text{ г/см}^3$. $V_{\text{кр.}} = 30 \text{ см}^3$. (1 балл)

Итого

10 баллов

Задание № 4.

Атом элемента X имеет массовое число 36. Ядро атома X содержит 20 нейтронов. Напишите формулы возможных фторидов этого элемента. Определите формулы фторидов с массовой долей природного содержания элемента X 62,75 %, 25,2 %, а также газа фторида с плотностью 6,52 г/л при нормальных условиях. Напишите формулы стабильных оксидов этого элемента. Какие гидроксиды соответствуют оксидам? Напишите формулу широко применяемого гидроксида этого элемента. Напишите уравнения реакций, характеризующих кислотно-основные свойства этого соединения, а также реакции с хлоридом натрия, медью, указав условия их проведения. Приведите примеры реакций в органической химии, в которых важную роль выполняет это соединение.

Решение.

- Массовое число есть сумма числа протонов и нейтронов в ядре атома. Число протонов в ядре атома X равно 16. Элемент X = ^{36}S . Природное содержание этого стабильного изотопа 0,02 %. (1 балл)

Фториды серы многочисленны. Стабильны соединения серы с чётной валентностью. Степени окисления разнообразны.

Расчёт состава фторидов по массовой доле элементов в соединении.

Расчёт на 100 г соединения.

- $\omega_s = 62,75\%$ $m = 62,75\text{g}$ $n_s = 62,75/32 = 1,96$. $m_F = 37,25\text{g}$ $n_F = 1,96$
Отношение S : F = 1 : 1. Соединение S_2F_2 (1 балл)
- $\omega_s = 25,2\%$ $m = 25,2\text{g}$ $n_s = 25,2/32 = 0,788$. $m_F = 74,8\text{g}$ $n_F = 3,94$
Отношение S : F = 1 : 5. Соединение S_2F_{10} (1 балл)
- Фторид газ с плотностью 6,52 г/л при н.у. имеет $M = 146$ г/моль. Это гексафторид серы SF_6 . Химически и термически очень устойчив. (1 балл)

Стабильны также SF_2 , SF_4 .

Стабильные оксиды серы SO_2 , SO_3 . Соответствующие им гидроксиды – сернистая и серная кислоты. Широкое применение у серной кислоты.

Кислотные свойства серной кислоты.

- $\text{Zn} + \text{H}_2\text{SO}_4 = \text{ZnSO}_4 + \text{H}_2\uparrow$ (0.5 балл)
- $\text{ZnO} + \text{H}_2\text{SO}_4 = \text{ZnSO}_4 + \text{H}_2\text{O}$ (0.5 балл)
- $\text{Zn}(\text{OH})_2 + \text{H}_2\text{SO}_4 = \text{ZnSO}_4 + 2\text{H}_2\text{O}$ (0.5 балл)
- $\text{Na}_2\text{CO}_3 + \text{H}_2\text{SO}_4 = \text{Na}_2\text{SO}_4 + \text{H}_2\text{O} + \text{CO}_2\uparrow$ (0.5 балл)
- $\text{NaCl}_{(\text{кр})} + \text{H}_2\text{SO}_{4(\text{конц})} = \text{HCl}\uparrow + \text{NaHSO}_4$ (1 балл)
- $\text{Cu} + 2\text{H}_2\text{SO}_{4(\text{конц})} = \text{CuSO}_4 + \text{SO}_2\uparrow + 2\text{H}_2\text{O}$ (1 балл)

Реакции органической химии с участием конц. серной кислоты.

- $\text{C}_2\text{H}_5\text{OH} \rightarrow \text{C}_2\text{H}_4 + \text{H}_2\text{O}$ (0.5 балл)
- $\text{C}_2\text{H}_5\text{OH} + \text{CH}_3\text{COOH} \rightarrow \text{CH}_3\text{COOC}_2\text{H}_5 + \text{H}_2\text{O}$ (0.5 балл)
- $\text{C}_6\text{H}_6 + \text{HONO}_2 \rightarrow \text{C}_6\text{H}_5\text{NO}_2 + \text{H}_2\text{O}$ (0.5 балл)
- $\text{C}_6\text{H}_6 + \text{HOSO}_2\text{OH} \rightarrow \text{C}_6\text{H}_5\text{SO}_2\text{OH} + \text{H}_2\text{O}$ (0.5 балл)

Итого

10 баллов

