

11 класс

Задача 1. Для хлороводорода:

А) определите тип химической связи в молекуле.

Б) изобразите структурную формулу.

В) определите тип кристаллической решетки, приведите свойства характеризующие тип кристаллической решетки.

Вычислите энергию s-р ковалентной связи в молекуле HCl, если стандартная энтальпия образования HCl(г) равна -91,8 кДж/моль, а энергия H-H и Cl-Cl равна:

435,9 кДж/моль и 242,3 кДж/моль.

Решение

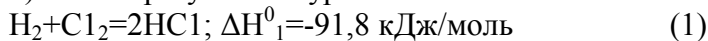
1) Хлороводород HCl – тип связи ковалентная полярная, т.к. в образовании связи участвуют два неметалла водород и хлор

Структурная формула H-Cl.

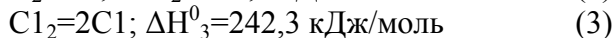
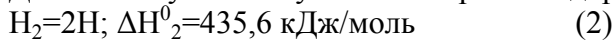
Тип кристаллической решетки – молекулярная.

Вещества с молекулярной кристаллической решеткой имеют малую твердость, невысокую температуру плавления.

2) HCl образуется по уравнению:



Для этого нужно получить атомарный водород и хлор по уравнениям:



Молекула HCl образуется по уравнению:



Чтобы получить уравнение (4) нужно из уравнения (1) вычесть уравнения (2) и (3).

Полученную величину нужно поделить на 2.

Аналогичные действия проводятся и с тепловыми эффектами реакций:

$$\Delta H^0_4 = (\Delta H^0_1 - \Delta H^0_2 - \Delta H^0_3) / 2 = (-91,8 - 435,6 - 242,3) / 2 = -384,65 \text{ кДж/моль},$$

т.е. при образовании связи H-Cl выделяется 384,65 кДж/моль.

Отсюда $E_{\text{св}}(\text{H-Cl}) = -\Delta H^0_4 = 384,65 \text{ кДж/моль}$.

Задача 2. Плотность по водороду вещества, состоящего из 90,45% C и 9,55% H, равна 53. Это вещество не обесцвечивает бромную воду, но нитруется концентрированной азотной кислотой. При помощи сильного окислителя 1,06 г этого вещества окислили, причем, для нейтрализации продукта реакции потребовалось 20 мл 0,5М раствора гидроксида натрия.

Установить формулу исходного вещества. Написать уравнение реакции окисления и вычислить массу полученного продукта.

Решение

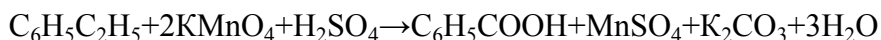
Вещество, которое не обесцвечивает бромную воду, но нитруется азотной кислотой, должно относиться к непредельным углеводородам ароматического ряда

$$M = 53 \cdot \rho(\text{H}_2) = 106 \text{ г/моль}.$$

Общая формула непредельного ароматического углеводорода $\text{C}_n\text{H}_{2n-6}$

$$\omega(\text{C}) = n \cdot M(\text{C}) / M_{\text{в-ва}}, \text{ отсюда } n = \omega(\text{C}) \cdot M_{\text{в-ва}} / M(\text{C}) = 0,9045 \cdot 106 / 12 = 8$$

Формула вещества C_8H_{10} . Зная, что это ароматический углеводород, получаем формулу этил бензола $\text{C}_6\text{H}_5\text{C}_2\text{H}_5$.



$$\nu(\text{C}_6\text{H}_5\text{C}_2\text{H}_5) = m/M = 1,06/106 = 0,01 \text{ моль}$$

$$\nu(\text{NaOH}) = C_m \cdot V = 0,5 \cdot 0,02 = 0,01 \text{ моль}$$

Считать можно по любому веществу.

Из 1 моля $\text{C}_6\text{H}_5\text{C}_2\text{H}_5$ образуется 1 моль $\text{C}_6\text{H}_5\text{COOH}$

Из 0,01 моля $\text{C}_6\text{H}_5\text{C}_2\text{H}_5$ образуется 0,01 моль $\text{C}_6\text{H}_5\text{COOH}$

$$m(\text{C}_6\text{H}_5\text{COOH}) = M(\text{C}_6\text{H}_5\text{COOH}) \cdot \nu = 0,01 \cdot 134 = 1,34 \text{ г.}$$

Задача 3. Составлен концентрационный гальванический элемент:



Константы диссоциации кислот $K(\text{HCOOH}) = 1,77 \cdot 10^{-4}$; $K(\text{CH}_3\text{COOH}) = 1,75 \cdot 10^{-5}$.

Рассчитайте ЭДС данного гальванического элемента.

Решение

1) Рассчитаем потенциалы электродов по уравнению Нернста:

$$E = E^0 + 0,059 \lg [\text{H}^+]$$

Найдем $[\text{H}^+]$ в 0,001 M растворе HCOOH:

$$[\text{H}^+] = \sqrt{K_d \cdot C_m} = \sqrt{1,77 \cdot 10^{-4} \cdot 0,1} = 4,21 \cdot 10^{-3} \text{ моль/л}$$

$$E_1 = E^0 + 0,059 \lg [\text{H}^+] = 0 + 0,059 \lg 4,21 \cdot 10^{-3} = -2,317 \text{ В}$$

Найдем $[\text{H}^+]$ в 1 M растворе CH_3COOH :

$$[\text{H}^+] = \sqrt{K_d \cdot C_m} = \sqrt{1,75 \cdot 10^{-5} \cdot 1} = 4,18 \cdot 10^{-3} \text{ моль/л}$$

$$E_2 = E^0 + 0,059 \lg [\text{H}^+] = 0 + 0,059 \lg 4,18 \cdot 10^{-3} = -2,32 \text{ В}$$

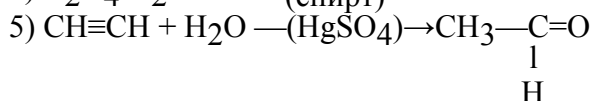
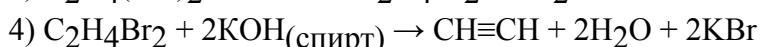
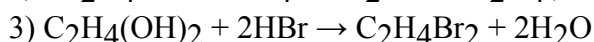
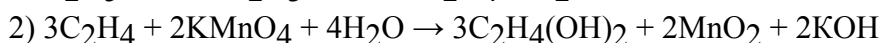
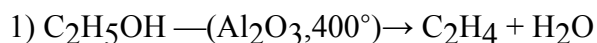
2) $E_1 > E_2$, поэтому электрод, полученный с использованием HCOOH – катод, а с использованием CH_3COOH – анод

$$\text{ЭДС} = E_{\text{катода}} - E_{\text{анода}} = -2,317 - (-2,32) = 0,003 \text{ В}$$

Задача 4. Напишите уравнения реакций, с помощью которых можно осуществить следующие превращения:



Решение



Задача 5. Продуктами разложения железного купороса $2\text{FeSO}_4 \cdot 7\text{H}_2\text{O}$ является окись железа Fe_2O_3 , сернистый SO_2 и серный SO_3 ангидриды: $2\text{FeSO}_4 = \text{Fe}_2\text{O}_3 + \text{SO}_2 + \text{SO}_3$.

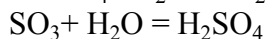
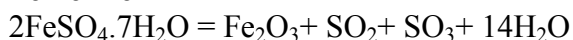
Так как с 2FeSO_4 остается еще часть H_2O , то в результате получается отчасти гидрат серной кислоты, в которой растворяется серный ангидрид, а сернистый газ в ней не растворяется.

1) Рассчитайте массовую долю (%) серной кислоты, получающуюся при конденсации всех продуктов термического разложения железного купороса (20 С).

2) Сколько граммов безводного сульфата железа (II) надо подвергнуть термическому разложению, чтобы 100 г полученной (см. п.1) серной кислоты превратить в 10%-ный олеум.

3) Рассчитайте максимальную массовую долю (%) соляной кислоты, которую можно получить из серной (см. п.1) добавлением к ней дигидрата хлорида бария.

Решение



1) На моль образовавшейся кислоты приходится $(14-1) \cdot 18 = 234$ (г) воды

Массовая доля кислоты составляет $98/(98+234) = 0,295$ или 29,5%

2) В 100 г раствора полученной кислоты содержится $(100-29,5) = 70,5$ г воды
 $(70,5/18=3,9$ моль)

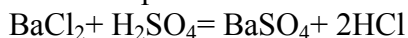
Для превращения ее в серную требуется 3,9 моль SO_3 или $3,9 \cdot 80 = 312$ г

А для образования 10%-ного олеума необходимо еще $(100+312) \cdot 0,1/0,9 = 45,7$ г SO_3
(0,57 моль)

Всего $3,9+0,57=4,47$ моль SO_3

Для получения такого количества SO_3 требуется $4,47 \cdot 2 = 8,94$ моль FeSO_4 или 1359 г

3) Максимальная концентрация хлороводорода соответствует эквимольному соотношению серной кислоты и хлорида бария:



В 100 г раствора содержится 29,5 г H_2SO_4 (0,301 моль). С этой массой кислоты прореагирует 0,301 моль (73,5 г) дигидрата хлорида бария

При этом в осадок выпадет 0,301 моль (70,2 г) сульфата бария

и образуется 0,602 моль (21,9 г) хлороводорода

Масса раствора составит $100 + 73,5 - 70,2 = 103,3$ г

Доля хлороводорода в растворе составит $21,9/103,3 = 0,212$ или 21,2%