

Задача №6.

Вещество **Т** представляет собой дымящую на воздухе жидкость, широко используемую в органическом синтезе. При растворении 595 мг **Т** в 100 мл горячей воды образуется 0,364 %-ный раствор сильной одноосновной кислоты **К** ($\rho \approx 1$ г/мл, $C(H^+) = 0,1$ моль/л) и выделяется 320 мг газа **Г**, обладающий резким запахом и обесцвечивающий бромную воду.

1) Определите вещества **Т**, **К**, **Г**. Ответ подтвердите расчётом (изменением объёма раствора при растворении газа можно пренебречь).

2) Запишите уравнение реакции растворения газа **Т** в воде.

Помимо органического синтеза вещество **Т** применяется для обезвоживания кристаллогидратов. При обезвоживании 15,99 г кристаллогидрата хлорида хрома (III) необходимым количеством **Т** образуется смесь газов **К** и **Г** объёмом 24,192 л (н. у.).

3) Рассчитайте формулу кристаллогидрата. Запишите соответствующее уравнение реакции. Почему безводный хлорид хрома (III) не получается при нагревании соответствующего кристаллогидрата? Предложите способ синтеза безводного хлорида хрома (III) из оксида хрома (III).

Рассчитайте теплоту образования **Т** (кДж/моль), если $Q_f(K) = 92,3$ кДж/моль, $Q_f(G) = 296,9$ кДж/моль, $Q_f(H_2O) = 286,3$ кДж/моль, а тепловой эффект реакции взаимодействия 595 мг **Т** со стехиометрическим количеством воды равен - 260,5 Дж.

Решение:

- 1) Газ Г с резким запахом и обесцвечивающий бромную воду – **SO₂** 2 балла

$$m(p\text{-}pa) = 100 + 0,595 - 0,32 = 100,275 \text{ г, тогда}$$

$$\nu(H^+) = 0,1 * 0,1 = 0,01 \text{ моль}$$

$$M(K) = 100,275 * 0,00364 / 0,01 = 36,5 \text{ г/моль, следовательно } K - HCl \text{ 2 балла}$$

$$\nu(SO_2) = 0,32 / 64 = 0,005 \text{ моль, } \nu(HCl) = 0,01 \text{ моль}$$

$$\nu(SO_2) : \nu(HCl) = 1 : 2$$

Проверка Т на содержание кислорода:

$$m(O \text{ в } T) = 0,595 - 32 * 0,005 - 0,01 * 35,5 = 0,08 \text{ г}$$

$$\nu(O \text{ в } T) = 0,005 \text{ моль, следовательно } T - SOCl_2 \quad 2 \text{ балла}$$

(вещества К, Т без расчёта – 0 баллов)



- 2) $CrCl_3 * nH_2O + nSOCl_2 = CrCl_3 + nSO_2 + 2nHCl$

$$\nu(SO_2 + HCl) = 24,192 / 22,4 = 1,08 \text{ моль}$$

$$\nu(SO_2) : \nu(HCl) = 1 : 2, \text{ следовательно } \nu(SO_2) = 1,08 / 2 = 0,54 \text{ моль}$$

$$\text{Тогда } M(CrCl_3 * nH_2O) = 15,99n / 0,36 = 44,417n \text{ г/моль}$$

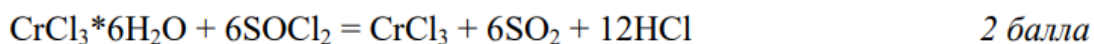
$$158,5 + 18n = 44,417n$$

$$n = 6$$

Кристаллогидрат – CrCl₃*6H₂O

4 балла

(без расчёта – 1 балл)



Указание на гидролиз Cr³⁺ 1 балл

Получение CrCl₃ из Cr₂O₃:



- 3) $SOCl_2 + H_2O = SO_2 + 2HCl$

$$Q_r = -260,5 / 0,005 = -52,1 \text{ кДж/моль}$$

$$-52,1 = Q_f(SO_2) + 2 * Q_f(HCl) - Q_f(H_2O) - Q_f(SOCl_2)$$

$$Q_f(SOCl_2) = 296,9 + 2 * 92,3 - 286,3 + 52,1$$

$$Q_f(SOCl_2) = 247,3 \text{ кДж/моль}$$

3 балла

(без расчёта – 0 баллов)

Итого 20 баллов

