

Дано:

а)  $V(\text{H}_2\text{O}) = 300$  мл  
 $m([\text{Cu}(\text{NH}_3)_4]\text{Cl}_2) = 1,5$  г

б)  $C'_M(\text{NH}_3) = 0,1$  моль/л

---

а)  $C_{M_0}(\text{Cu}^{2+}) - ?$   
 б)  $\frac{C_{M_0}(\text{Cu}^{2+})}{C_M(\text{Cu}^{2+})} - ?$

Решение:

а) Вычислим молярную концентрацию  $[\text{Cu}(\text{NH}_3)_4]\text{Cl}_2$  в растворе:

$$C_M([\text{Cu}(\text{NH}_3)_4]\text{Cl}_2) = \frac{m([\text{Cu}(\text{NH}_3)_4]\text{Cl}_2)}{M([\text{Cu}(\text{NH}_3)_4]\text{Cl}_2) \cdot V(\text{p-ра})}$$

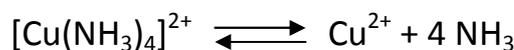
$M([\text{Cu}(\text{NH}_3)_4]\text{Cl}_2)$  – молярная масса  $[\text{Cu}(\text{NH}_3)_4]\text{Cl}_2$  :

$$M([\text{Cu}(\text{NH}_3)_4]\text{Cl}_2) = 203 \text{ (г/моль)}$$

$V(\text{p-ра})$  – объём раствора:  $V(\text{p-ра}) \approx V(\text{H}_2\text{O}) = 300 \text{ (мл)} = 0,3 \text{ (л)}$

$$\Rightarrow C_M([\text{Cu}(\text{NH}_3)_4]\text{Cl}_2) = \frac{1,5}{203 \cdot 0,3} = 0,0246 \text{ (моль/л)}$$

В водном растворе  $[\text{Cu}(\text{NH}_3)_4]\text{Cl}_2$  диссоциирует на ионы:



Выражение для константы нестойкости данного комплексного иона:

$$K_n([\text{Cu}(\text{NH}_3)_4]^{2+}) = \frac{C_{M_0}(\text{Cu}^{2+}) \cdot C_M^4(\text{NH}_3)}{C_M([\text{Cu}(\text{NH}_3)_4]^{2+})_{\text{недисс}}} = 5 \cdot 10^{-14}$$

Пусть  $C_{M_0}(\text{Cu}^{2+}) = x$  (моль/л), тогда:

$$C_M(\text{NH}_3) = 4 \cdot x \text{ (моль/л)}$$

$$C_M([\text{Cu}(\text{NH}_3)_4]^{2+})_{\text{недисс}} = C_M([\text{Cu}(\text{NH}_3)_4]^{2+}) - C_{M_0}(\text{Cu}^{2+}) = C_M([\text{Cu}(\text{NH}_3)_4]\text{Cl}_2) - C_{M_0}(\text{Cu}^{2+})$$

$$C_M([\text{Cu}(\text{NH}_3)_4]^{2+})_{\text{недисс}} = 0,0246 - x \text{ (моль/л)}$$

$$\Rightarrow \frac{x \cdot (4 \cdot x)^4}{0,0246 - x} = 5 \cdot 10^{-14}$$

$x$  – малая величина, следовательно, пренебрежём ей в знаменателе:

$$\frac{256 \cdot x^5}{0,0246} = 5 \cdot 10^{-14}$$

$$C_{M_0}(\text{Cu}^{2+}) = x = \sqrt[5]{\frac{5 \cdot 10^{-14} \cdot 0,0246}{256}} = 3,438 \cdot 10^{-4} \text{ (моль/л)}$$

б) Рассмотрим раствор комплексной соли  $[\text{Cu}(\text{NH}_3)_4]\text{Cl}_2$  в 0,1 М растворе аммиака:

Пусть  $C_{\text{M}}(\text{Cu}^{2+}) = x$  (моль/л), тогда:

$$C_{\text{M}}(\text{NH}_3) = 4 \cdot x + C'_{\text{M}}(\text{NH}_3) = 4 \cdot x + 0,1 \text{ (моль/л)}$$

$$C_{\text{M}}([\text{Cu}(\text{NH}_3)_4]^{2+})_{\text{недисс}} = C_{\text{M}}([\text{Cu}(\text{NH}_3)_4]^{2+}) - C_{\text{M}}(\text{Cu}^{2+}) = C_{\text{M}}([\text{Cu}(\text{NH}_3)_4]\text{Cl}_2) - C_{\text{M}}(\text{Cu}^{2+})$$

$$C_{\text{M}}([\text{Cu}(\text{NH}_3)_4]^{2+})_{\text{недисс}} = 0,0246 - x \text{ (моль/л)}$$

$$\Rightarrow K_{\text{н}}([\text{Cu}(\text{NH}_3)_4]^{2+}) = \frac{x \cdot (4 \cdot x + 0,1)^4}{0,0246 - x} = 5 \cdot 10^{-14}$$

$x$  – малая величина, следовательно, пренебрежём ей в операциях суммирования и вычитания:

$$\frac{x \cdot 0,1^4}{0,0246} = 5 \cdot 10^{-14}$$

$$C_{\text{M}}(\text{Cu}^{2+}) = x = \frac{5 \cdot 10^{-14} \cdot 0,0246}{0,0001} = 1,23 \cdot 10^{-11} \text{ (моль/л)}$$

Сравним концентрации ионов меди в двух растворах:

$$\frac{C_{\text{M}_0}(\text{Cu}^{2+})}{C_{\text{M}}(\text{Cu}^{2+})} = \frac{3,438 \cdot 10^{-4}}{1,23 \cdot 10^{-11}} = 2,795 \cdot 10^7$$

Ответ: а)  $C_{\text{M}_0}(\text{Cu}^{2+}) = 3,438 \cdot 10^{-4}$  (моль/л)

$$\text{б) } \frac{C_{\text{M}_0}(\text{Cu}^{2+})}{C_{\text{M}}(\text{Cu}^{2+})} = 2,795 \cdot 10^7$$