

«Растворы электролитов. Гидролиз солей. Труднорастворимые электролиты.»

Задание 1

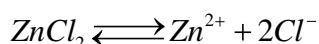
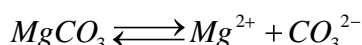
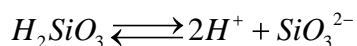
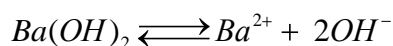
Ba(OH)₂ – сильный электролит

H₂SiO₃ – слабый электролит

MgCO₃ – слабый электролит

ZnCl₂ – сильный электролит

Уравнения диссоциации веществ в водном растворе:



Задание 2

Дано:

C_М (р-ра Ba(OH)₂) = 0,1 моль/л

ρ (р-ра Ba(OH)₂) = 1г/см³

ω(Ba(OH)₂)-?

C_Н (р-ра Ba(OH)₂)-?

T-?

Пусть V(р-ра Ba(OH)₂) = 1л = 1000см³

Тогда m(р-ра Ba(OH)₂) =

$$= \rho (\text{р-ра Ba(OH)}_2) * V(\text{р-ра Ba(OH)}_2) = \\ = 1\text{г/см}^3 * 1000\text{см}^3 = 1000\text{г}$$

$$v(\text{Ba(OH)}_2) = C_M (\text{р-ра Ba(OH)}_2) * V(\text{р-ра Ba(OH)}_2) =$$

$$= 0,1 \text{ моль/л} * 1\text{л} = 0,1 \text{ моль}$$

$$m(\text{Ba(OH)}_2) = M(\text{Ba(OH)}_2) * v(\text{Ba(OH)}_2) =$$

$$= 171\text{г/моль} * 0,1 \text{ моль} = 17,1\text{г}$$

$$\omega(\text{Ba OH}_2) = \frac{m(\text{Ba OH}_2)}{m \text{ р-ра Ba OH}_2} * 100\% = \frac{17,1\text{г}}{1000\text{г}} * 100\% =$$

$$= 1,71\%$$

$$T = \frac{m(\text{р-ра Ba OH}_2)}{V(\text{р-ра Ba OH}_2 \text{ в мл})} = \frac{17,1\text{г}}{1000\text{мл}} = 0,0171\text{г/мл}$$

$$C_H(\text{р-ра Ba OH}_2) = \frac{m(\text{Ba OH}_2)}{M_3(\text{Ba OH}_2) * V(\text{р-ра Ba OH}_2)} =$$

$$= \frac{17,1\text{г}}{85,5\text{г/моль} * 1\text{л}} = 0,2\text{моль/л}$$

Задание 3

Дано:

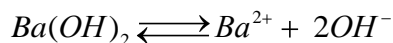
$C_M(\text{р-ра Ba(OH)}_2) = 0,1 \text{ моль/л}$

I -?

$a(\text{Ba}^{2+})$ -?

$a(\text{OH}^-)$ -?

pH -?



Ba(OH)_2 -сильный электролит, значит всё вещество распалось на ионы.

$C_M(\text{р-ра Ba(OH)}_2) = [\text{Ba}^{2+}] = 0,1 \text{ моль/л}$

$[\text{OH}^-] = 2 * C_M(\text{р-ра Ba(OH)}_2) = 2 * 0,1 \text{ моль/л} = 0,2 \text{ моль/л}$

Ионная сила раствора Ba(OH)_2 :

$$I = \frac{1}{2} [\text{Ba}^{2+}] z_{\text{Ba}^{2+}}^2 + [\text{OH}^-] z_{\text{OH}^-}^2 =$$

$$= \frac{1}{2} 0,1 \text{ моль/л} \cdot 2^2 + 0,2 \text{ моль/л} \cdot (-1)^2 = 0,3 \text{ моль/л}$$

При $I=0,3 \text{ моль/л}$ и $z=1$ коэффициент активности $f_A \approx 0,81$

При $I=0,3 \text{ моль/л}$ и $z=2$ коэффициент активности $f_A \approx 0,43$

Активности ионов Ba^{2+} и OH^- :

$$a(\text{OH}^-) = [\text{OH}^-] f_A = 0,2 \text{ моль/л} \cdot 0,81 = 0,162 \text{ моль/л}$$

$$a(\text{Ba}^{2+}) = [\text{Ba}^{2+}] f_A = 0,1 \text{ моль/л} \cdot 0,43 = 0,043 \text{ моль/л}$$

$$\text{pOH} = -\lg a(\text{OH}^-) = -\lg 0,162 = 0,79$$

$$\text{pH} = 14 - \text{pOH} = 14 - 0,79 = 13,21$$

Задание 4

Дано:

$C_M(\text{р-ра H}_2\text{SiO}_3) = 0,06 \text{ моль/л}$

α -?

pH -?

Табличное значение константы диссоциации борной кислоты по 1ой ступени: $K_d = 1,3 * 10^{-10}$

Степень диссоциации, исходя из приближенной формулы закона Оствальда:

$$K_d \approx C_M \alpha^2$$

$$\alpha \approx \sqrt{\frac{K_d}{C_M}} \approx \sqrt{\frac{1,3 * 10^{-10}}{0,06}} \approx 4,654 * 10^{-5} \approx 0,00004654$$

Степень диссоциации, исходя из строгой формулы закона Оствальда:

$$K_d = \frac{C_M \alpha^2}{1 - \alpha}$$

$$C_M \alpha^2 = K_d (1 - \alpha)$$

$$C_M \alpha^2 + K_d \alpha - K_d = 0$$

$$0,06\alpha^2 + 1,3 \cdot 10^{-10} \alpha - 1,3 \cdot 10^{-10} = 0$$

Решив данное квадратное уравнение, получим:

$$\alpha = 4,2 \cdot 10^{-5}$$

Делая расчеты по строгой и приближенной формулам, мы видим, что результаты оказались практически одинаковы. Так как $\alpha \ll 1$ и $1 - \alpha \rightarrow 1$, то при расчетах можно пользоваться приближенной формулой: $K_d \approx C_M \alpha^2$

$$[H^+] = C_M (H_2SiO_3) \alpha = 0,06 \text{ моль / л} \cdot 4,654 \cdot 10^{-4} = 2,8 \cdot 10^{-5} \text{ моль / л}$$

$$pH = -\lg [H^+] = -\lg 2,8 \cdot 10^{-5} = 4,55$$

Задание 5

Дано:

$$C_M (\text{р-ра } MgCO_3) = 1 \cdot 10^{-2} \text{ моль / л}$$

$$m(MgCO_3) = 0,1 \text{ г}$$

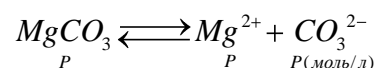
$V(H_2O)$ -?

Можно ли приготовить раствор соответствующей концентрации-?

Табличное значение произведения растворимости $MgCO_3$:

$$P(P(MgCO_3)) = 2,1 \cdot 10^{-5}$$

Пусть концентрация соли в насыщенном растворе равна P , тогда:



$$PP = P \cdot P = P^2$$

$$P = \sqrt{PP}$$

$$P = \sqrt{2,1 \cdot 10^{-5}} = 4,58 \cdot 10^{-3} \text{ моль / л}$$

$C_M (\text{р-ра } MgCO_3) > P$, значит раствор $MgCO_3$ с молярной концентрацией $1 \cdot 10^{-2}$ моль/л приготовить нельзя.

Рассчитаем растворимость $MgCO_3$, выраженную в г/л

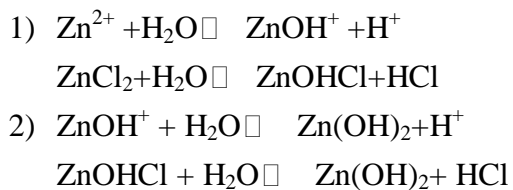
$$P' = P \cdot M(MgCO_3) = 4,58 \cdot 10^{-3} \cdot 84 \text{ г / моль} = 0,385 \text{ г / л}$$

$$V(H_2O) = \frac{m(MgCO_3)}{P'} = \frac{0,1 \text{ г}}{0,385 \text{ г / л}} = 0,26 \text{ л}$$

Задание 6

$$C_M(\text{ZnCl}_2) = 0,07 \text{ моль/л}$$

ZnCl_2 -соль, образованная сильной кислотой и слабым основанием, гидролизуеться по катиону в две ступени (преимущественно по 1ой). Среда гидролиза кислая. $\text{pH} < 7$



Выражения констант гидролиза по ступеням:

$$K_{r_1} = \frac{[\text{ZnOHCl}][\text{HCl}]}{[\text{ZnCl}_2][\text{H}_2\text{O}]}$$

$$K_{r_2} = \frac{[\text{Zn(OH)}_2][\text{HCl}]}{[\text{ZnOHCl}][\text{H}_2\text{O}]}$$

Гидролиз обратим и идет преимущественно по 1ой ступени. Таким образом, значение константы гидролиза по 1ой ступени больше значения константы гидролиза по 2ой ступени.

Рассчитаем константу гидролиза по 1ой ступени:

$$K_{r_1} = \frac{K_w}{K_{D_2}(\text{Zn(OH)}_2)} = \frac{10^{-14}}{1,5 \cdot 10^{-9}} = 6,7 \cdot 10^{-6}$$

$$\text{Рассчитаем степень гидролиза: } \beta = \sqrt{\frac{K_{r_1}}{C_M}} = \sqrt{\frac{6,7 \cdot 10^{-6}}{0,07}} = 9,8 \cdot 10^{-3}$$

$$[\text{H}^+] = C_M(\text{ZnCl}_2) \cdot \beta = 0,07 \text{ моль/л} \cdot 9,8 \cdot 10^{-3} = 6,86 \cdot 10^{-4} \text{ моль/л}$$

$$\text{pH} = -\lg[\text{H}^+] = -\lg 6,86 \cdot 10^{-4} = 3,16$$

Гидролиз-процесс эндотермический. Поэтому при нагревании равновесие смещается в сторону усиления гидролиза. В растворе ионов H^+ становится больше. Среда гидролиза становится более кислая. pH уменьшается.