كلية العلوم

القسم : **الكيمياء**

السنة : **الثانية**

المادة : كيمياء تحليلية

المحاضرة : **السابعة** /نظري/

{{ مكتبة A to Z }}

Facebook Group : مكتبة A to Z

2026

كلية العلوم ، كلية الصيدلة ، الهندسة التقنية

يمكنكم طلب المحاضرات برسالة نصية (SMS) أو عبر(What's app-Telegram)على الرقم 0931497960

توازنات الترسيب

هي التوازنات التي تتم في المحاليل التي يتكون فيها راسب وبكل راسب ثابت توازن خاص به وأيضاً له ثابت الذوبانية يعبر عن مدى ذوبانية هذا الراسب

مثال:

كلور الفضة $AgCl$

$$AgCl \rightleftharpoons Ag^+ + Cl^-$$

(s)

$$Ksp = \frac{[Ag^+][Cl^-]}{[AgCl]\downarrow} = [Ag^+][Cl^-]$$

ثابت التوازن Ksp = جداء تراكيز الحلول الناتجة

مع الماء المقطر

لحسب الذوبانية $AgCl$ في الماء النقي حيث أن ثابت الذوبانية $Ksp = 1 \times 10^{-10}$

ولحسب أيضاً الذوبانية بـ g/l علماً أن الوزن الجزيئي $Fw = 143\ g/l$

$$AgCl \rightleftharpoons Ag^+ + Cl^-$$

	0	0
تراكيز البدائية		
التوازن	s	s

$$Ksp = [Ag^+][Cl^-]$$

$$Ksp = s.s \Rightarrow Ksp = s^2$$

$\Rightarrow 1\times10^{-10} = s^2 \Rightarrow s = \sqrt{1\times10^{-10}} = 1\times10^{-5}\ M$

$s_{g/l} = 1\times10^{-5} \times 143$

$= 143\times10^{-5}\ g/l$

كل امثلة اعلاه اعطاء كل بهذه الطريقة

1- ب/ الكالسيوم برومايد البرومايد في الماء المقطر ب g/l علما ان $K_{sp}=6.6\times10^{-6}$ و $F_w = 367\ g/mol$ و $[Br^-]$ و $[pb^{+2}]$ واجد تركيز البرومايد

$$pbBr_2 \rightleftharpoons pb^{+2} + 2Br^-$$

ابتدائي	0	0
التوازن	s	2s

$K_{sp} = [pb^{+2}][Br^-]^2$

$K_{sp} = s\,(2s)^2$

$K_{sp} = 4s^3 \Rightarrow s^3 = \frac{K_{sp}}{4} \Rightarrow s = \sqrt[3]{\frac{K_{sp}}{4}}$

$s = \sqrt[3]{\frac{6.6\times10^{-6}}{4}} = 0.012\ M$

$s_{g/l} = 0.012(367)$

$= 4.404\ g/mol$

$[pb^{+2}] = s = 0.012\ M$

$[Br^-] = 2s = 2(0.012) = 0.024\ M$

جميع محلول يحتوي على شوارد مشتركة

1- ب/ الكالسيوم برومايد البرومايد $pbBr_2$ في محلول يحتوي شوارد مشتركة برومايد الصوديوم $NaBr$ تركيزها $0.1\ M$ و $K_{sp}=6.6\times10^{-6}$ و $F_w = 367\ g/mol$

TEL:0931497960 - Facebook Group: A to Z مكتبة

$PbBr_2 \rightleftharpoons Pb^{+2} + 2Br^-$

البداية $\quad 0 \quad 0+0.1$

التوازن $\quad s \quad 2s+0.1$

$Ksp = [Pb^{+2}][Br^-]^2$

$Ksp = (s)(2s+0.1)^2$

بما أن قيمة Ksp صغيرة جداً" وبالتالي نهمل

أن تتطابق مع Ksp بظروف التوازن

$Ksp = s(0.1)^2$

$6.6\times10^{-6} = 0.01s \Rightarrow s = \frac{6.6\times10^{-6}}{0.01} = 6.6\times10^{-4} M$

عند مقارنة المثالين السابقين فيما بينهما نستنتج أن الانحلالية تقل كثيراً بوجود أيون مشترك.

أوجد انحلالية كلور الفضة $AgCl$ حيث $Ksp = 1\times10^{-10}$ و $Fw = 143 g/mol$

بوجود محلول $NaCl$ تركيزه $0.1M$ ثم أوجد s بـ g/mol

$AgCl \rightleftharpoons Ag^+ + Cl^-$

$\quad 0 \quad 0+0.1$

$\quad s \quad s+0.1$

$Ksp = [Ag^+][Cl^-]$

$1\times10^{-10} = (s)(s+0.1)$

$\downarrow$ نهمل

$1\times10^{-10} = 0.1s \Rightarrow s = \frac{1\times10^{-10}}{0.1} = 1\times10^{-9} M$

$\underset{g/mol}{s} = 1\times10^{-9}(143) = 143\times10^{-9} g/mol$

TEL:0931497960 - Facebook Group: A to Z مكتبة

بوجود شوارد غريبة

اوجد ذوبانية كربونات الكالسيوم $CaCO_3$ في محلول Nacl حيث $K_{sp}=3.4\times10^{-9}$ أي $\gamma_{Ca^{+2}}=0.83$ ومعامل فعالية الكالسيوم $\gamma_{CO_3^{-2}}=0.79$

وقارن الذوبانية مع الحالة النقية

$$CaCO_3 \rightleftharpoons Ca^{+2} + CO_3^{-2}$$

$$0 \quad 0$$

$$\gamma_{Ca^{+2}}\, s \quad \gamma_{CO_3^{-2}}\, s$$

$$\alpha_{Ca} = \gamma_{Ca^{2+}}[Ca^{2+}] \qquad \alpha_{CO_3} = \gamma_{CO_3^{-2}}[CO_3^{-2}]$$

$$K_{sp}=[Ca^{2+}][CO_3^{-2}]$$

$$K_{sp}=(\gamma_{Ca^{2+}}\, s)(\gamma_{CO_3^{-2}}\, s)$$

$$K_{sp}=s^2(\gamma_{Ca^{2+}}\ \gamma_{CO_3^{-2}})$$

$$3.4\times10^{-9}=s^2(0.83\times0.79)$$

$$3.4\times10^{-9}=s^2(0.6557) \Rightarrow s^2=\frac{3.4\times10^{-9}}{0.6557}$$

$$\Rightarrow s=\sqrt{\frac{3.4\times10^{-9}}{0.6557}}=7.2\times10^{-5}\,M$$

$$CaCO_3 \rightleftharpoons Ca^{2+} + CO_3^{2-}$$

$$0 \quad 0$$

$$s \quad s$$

$$K_{sp}=[Ca^{2+}][CO_3^{2-}] \Rightarrow K_{sp}=s.s \Rightarrow K_{sp}=s^2$$

TEL:0931497960 - Facebook Group: A to Z مكتبة

$\Rightarrow S = \sqrt{Ksp} = \sqrt{3.4\times10^{-9}} = 5.8\times10^{-5}$

* كسب لزيادة في الانحلالية بـ 100 أي نسبة مئوية ع تساوي الانحلالية بوجود الشوارد الغريبة ـ الانحلالية بالماء النقي وتهتم عن الانحلالية بالماء النقي مضروبة بـ 100

$\%$ الزيادة في الانحلالية $= \frac{\text{انحلالية بوجود شوارد} - \text{انحلالية بالماء النقي}}{\text{انحلالية بالماء النقي}} \times 100$

يوجد وسط حمضي ضعيف

أملاح ذوبانية $CaCO_3$ بوجود وسط حمضي وهنا تتفاعل شاردة الكربونات مع الحمض مع ارسم معادلة

$$CaCO_3 \rightleftharpoons Ca^{+2} + CO_3^{-2}$$

$$CO_3^{-2} + H^+ \rightarrow HCO_3^-$$

$$HCO_3^- + H^+ \rightarrow H_2CO_3$$

$(CO_3^{-2}, HCO_3^-, H_2CO_3)$

$$[CO_3^{-2}] = Ka\,[Ca^{+2}]$$

ثابت الحمض

أو ملح انحلالية أوكزالات الكالسيوم CaC_2O_4 يوجد عليه حمض ضعيف $Ka = 0.057$ و $Ksp = 2.3\times10^{-9}$ حيث أنه $pH = 3$ حيث مقارنة الانحلالية بالماء النقي

$$CaC_2O_4 \rightleftharpoons Ca^{+2} + C_2O_4^{-2}$$

$$0 \qquad 0$$

$$S \qquad Ka\,S$$

$$Ksp = [Ca^{+2}]\,[C_2O_4^{-2}]$$

$$Ksp = S(Ka\,S)$$

$$Ksp = S^2 Ka \Rightarrow S^2 = \frac{Ksp}{Ka} \Rightarrow S = \sqrt{\frac{Ksp}{Ka}}$$

TEL:0931497960 - Facebook Group: A to Z مكتبة

$$\Rightarrow S = \sqrt{\frac{2.3\times10^{-9}}{0.057}} = 2\times10^{-4}\,M$$

في الماء النقي

$$CaC_2O_4 \rightleftharpoons Ca^{+2} + C_2O_4^{-2}$$

$$0 \qquad 0$$

$$s \qquad s$$

$$Ksp = [Ca^{+2}][C_2O_4^{-2}]$$

$$Ksp = s \cdot s \Rightarrow Ksp = s^2 \Rightarrow s = \sqrt{Ksp}$$

$$\Rightarrow s = \sqrt{2.3\times10^{-9}} = 4.8\times10^{-5}\,M$$

نستنتج أن الحمض الضعيف يزيد من الذائبية

يوجد ممتزات

أو هي ذوبانية $AgCl$ حيث أن $Ksp = 1\times10^{-10}$ في محلول من المشادر NH_3 تركيزه $1\,M$ حيث أن ثابت تشكل المعقد $K_0 = 4\times10^{6}$ ع قارن النتائج في محلول الماء النقي.

ع ملاحظة: المشادر في أي محلول تحاول أن تتفاعل مع أيونات وتشكل معقد

$$AgCl \rightleftharpoons Ag^+ + Cl^-$$

$$Ag^+ + NH_3 \rightleftharpoons AgNH_3$$

$$AgNH_3 + NH_3 \rightleftharpoons Ag(NH_3)_2$$

$(Ag^+, AgNH_3, Ag(NH_3)_2)$

$$Ag = K_0[Cl]$$

$$AgCl \rightleftharpoons Ag^+ + Cl^-$$

$$0 \qquad 0$$

$$K_0 s \qquad s$$

$$Ksp = s^2 K_0 \Rightarrow s^2 = \frac{Ksp}{K_0} \Rightarrow s = \sqrt{\frac{Ksp}{K_0}}$$

TEL:0931497960 - Facebook Group: A to Z مكتبة

$\Rightarrow S = 0.5 \times 10^{-2} M = 0.005 M$

في حالة الماء المقطر:

$Ksp = S^2 \Rightarrow S = \sqrt{Ksp} = 1 \times 10^{-5} M$

بوجود الأمونيا تزداد الانحلالية بشكل كبير.

احسب الزيادة في النسبة المئوية بين الانحلالية بوجود محقد والانحلالية بوجود الماء النقي.

$\text{الزيادة في النسبة المئوية } S\% = \frac{\text{محقد} - \text{الماء النقي}}{\text{الماء النقي}} \times 100$

$S\% = \frac{5 \times 10^{-3} - 1 \times 10^{-5}}{1 \times 10^{-5}} \times 100$

$S\% = 499\%$

الدراسة تقل بوجود الشوارد المشتركة وتكثر تزداد بوجود شوارد الغريبة وبوجود الأحماض الضعيفة وبوجود عوامل تشكل المعقدات.

TEL:0931497960 - Facebook Group: A to Z مكتبة