جامعة المثنى/ كلية العلوم/ قسم الكيمياء

الكيمياء التحليلية III

للمرحلة الثانية

2018-2017

اعداد م.م. حيدر شنشول محمد

قابلية الذوبان

٢ ـ ٢ الذوبانية او قابلية الاذابة : ـ Solubility

يجب التمييز بين حاصل الاذابة ، وهو حاصل ضرب التراكيز المولارية لنواتج تفكك الملح الشحيح الذوبان مرفوع كل منها الى عدد مولات ذلك الايون في المركب ، وبين الذوبانية او قابلية الاذابة .

فالذوبانية هي مقدار ما يذوب من الملح (او المادة المذابة) مقدرا بالغرامات او المولات في حجم معين من المذيب (او في وزن معين من المذيب) .

حساب مقدار الذوبانية من حاصل الاذابة : ـ

ان مقدار ما يذوب من كلوريد الفضة مثلا (او اى ملح اخر) يتفكك الى ايوناته الاولية في داخل المحلول اى الى ايونات الفضة وايونات الكلوريد .

فلو كان مقدار ذوبانية كلوريد الفضة هو x مول / الليتر ، فان هذا المقدار الذائب من الملح سيتفكك الى x من ايونات الفضة و x مول من ايونات الكلوريد .

وعلى هذا فان الذوبانية = x مول / الليتر = $[Ag^+]$ = $[Cl^-]$

اذن من الممكن اعادة كتابة معادلة حاصل الاذابة كما يلي :

$$[Cl^-]^2 = [Ag^+]^2 = x^2 = K_{sp}$$

او

$$١٠^{-١٠} = [Cl^-]^2 = [Ag^+]^2 = x^2$$

ومنهـــا :

$$x = \text{الذوبانية} = [Ag^+] = [Cl^-] = (10^{-5}\times 10)$$

او

$$x = 10^{-5}\times$$ مـول / اللتـــر

واذا اريد حسابها بالغرامات باللتـــر فيضرب هذا الرقم بـــــــوزن الصيغـــــة .

فذوبانية كلوريد الفضة = ٥ر١٤٣ × ١٠ـ٥ غـم / اللتـــر

وعدد غرامات ايونات الفضة فـي ليتـر من المحلول = ١٠٨ × ١٠ـ٥ غم/ليتر

أمثلة حول حاصل الاذابـــة والذوبانيـــة

مثـــال ١ :

احسب ذوبانية يـــودات الباريـوم $Ba(IO_3)_2$ في ليتـــر مـــن الماء اذا علمت ان حاصل اذابتهـــا هي ٥٧ر١ × ١٠ـ٩

الجـــواب :

$$Ba(IO_3)_2 \rightleftharpoons Ba^{2+} + 2IO_3^-$$

هنـــا $m = 1$ ، $n = 2$

وعليه فحاصل الاذابة $K_{sp} = [Ba^{2+}]\,[IO_3^-]^2$

ولكن لغرض حل مثل هذه المسائل فيفضل كتابة معادلة التفكك حيث ان الذائب من يودات الباريوم يتفكك كما يلي :-

$$Ba(IO_3)_2 \longrightarrow Ba^{2+} + 2IO_3^-$$

س مول س مول ٢ س مول

فاذا فرضنا ان الذوبانية = س مول /الليتر

فان س مول من يودات الباريوم يتفكك الى س مول من ايونات الباريوم و ٢ س مول من من مجموعة اليودات .

وعليه فان :-

$[Ba^{2+}]$ = س مول / ليتر

$[IO_3^-]$ = ٢ س مول / ليتر

وعند تعويض هذه القيم في معادلة حاصل الاذابة ينتج ان :

$$K_{sp} = ١٫٥٧ \times ١٠^{-٩} = (\text{س})(٢\text{ س})^٢$$

$$١٫٥٧ \times ١٠^{-٩} = ٤\text{ س}^٣$$

$$\text{س}^٣ = \frac{١٫٥٧ \times ١٠^{-٩}}{٤}$$

$$\therefore \text{س} = ٧٫٣ \times ١٠^{-٤} \text{ مول / ليتر}$$

وبما ان الوزن الجزيئي ليودات الباريوم هو ٤٨٧

اذن الذوبانية = $٤٨٧ \times ٧٫٣ \times ١٠^{-٤}$ = ٠٫٣٥٥٠ غم / ليتر

= ٣٥٥٫٠ ملغم / ليتر

مثـــال ٢ :

كم ملغم من يودات الباريوم $Ba(IO_3)_2$ تذوب فـــي ١٥٠ مـل مـن المـاء ٠

الجـواب :

وزن الصيغـة ليودات الباريوم = ٤٨٧

من المثال السابق (مثال رقم ١) كانت ذوبانية $Ba(IO_3)_2$ =

$٤٨٧ \times ٧٫٣ \times ١٠^{-٤}$ غم / ليتر

ما يذوب منها في ١٥٠ مل = $٤٨٧ \times ٧٫٣ \times ١٠^{-٤} \times \frac{١٥٠}{١٠٠٠}$

= ٠٫٤٤٤ غم

= ٤٤٤ ملغم

مثـــال ٣ :

اذا كان حاصل اذابة كلوريـــد الفضة هو ١٫٠٨ × ١٠^-١٠ ، فكم هو حجم ماء الغسيل الذى يمكن ان يؤدى الى فقدان ٠٫١ ملغم مـــن ايون الكلوريد ؟ وفقدان ٠٫١ ملغم من الراسب ؟

الجـــواب :

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

اى ان $[Cl^-] = [Ag^+]$

وبما ان ثابت حاصل الاذابة $K_{sp} = [Ag^+][Cl^-]$

$$\therefore K_{sp} = [Ag^+]^2 = [Cl^-]^2 = ١٫٠٨ \times ١٠^{-١٠}$$

$$\therefore [Cl^-] \simeq ١٠^{-١٠} \times ١٫٠٨ \simeq ١٠^{-٥}$$ مول / اللتـــر

وبما ان وزن صيغـــة الكلوريد ≃ ٣٥٫٥

∴ مقدار الذائب من ايونات الكلوريد $= ١٠^{-٥} \times ٣٥٫٥ \times ١٠^{٣}$

$= ٠٫٣٥٥$ ملغم / ليتـــر

المطلوب هو مقدار الماء اللازم لاذابة ٠٫١ ملغـــم من ايونات الكلوريـــد وهذا يمكن ايجاده عن طريق النسبة والتناسب كما يلي : —

وزن الكلوريد ملغم	حجم الماء مل
٠ر٣٥٥	١٠٠٠
٠ر١	س

$$س = \frac{٠ر١}{٣٥٥ر٠} \times ١٠٠٠ = ٢٨٢ \text{ مل}$$

اما كمية الماء اللازمة لاذابة ٠ر١ ملغم من الراسب فهي :—

$$\frac{٠ر١}{٤٣٥ر١} \times ١٠٠٠ = ٦٩ر٦٨ \text{ مل}$$

حيث ان ذوبانية الراسب = $١٠^{-٥} \times ٥ر١٤٣ \times ١٠^{٣} = ٤٣٥ر١$ ملغم

مثـــال ٤ :

هل سيتكون راسب لبـــرومات الفضة $AgBrO_3$ عند خـــلط حجوم متساوية من محلول نترات الفضة ذى تركيز ٠ر٠٠١ مـــولارى مع محلول بـــرومات البوتاسيوم $KBrO_3$ ذى تركيـــز ٠ر٠٢ مولارى ، علما بان حاصل اذابة برومات الفضة $K_{sp} = ٦ \times ١٠^{-٥}$

الجـــواب :

بـــدء فان هذا السؤال للتمرين فقط لان مثل هذا الراسب لا يصلـــح

للتحليل الكمي الوزني عند ترسيبه من محلول مائي بشكل أحادي بمعيار ذوبانيته العالية .

وعلى اية حال فان الراسب يتكون فقط عندما يكون حاصل ضرب التراكيز المولارية للايونات المتكونة في التوازن الكيميائي اكبر من قيمة ثابت حاصل الاذابة لذلك الراسب .

عند خلط حجمين متساويين من كل من المحلولين المذكورين اعلاه سيخفف تركيز كل منهم الى نصف قيمته الاصلية .

∴ التركيز المولاري لايونات الفضة من نترات الفضة = $\frac{٠٫٠٠١}{٢}$

= ٠٫٠٠٠٥ مول/ليتر

و $[BrO_3^-] = \frac{٠٫٠٢}{٢}$ = ٠٫٠١ مول / ليتر

وعليه فان حاصل ضرب التركيزين = $[Ag^+][BrO_3^-]$

= ٠٫٠٠٠٥ × ٠٫٠١

= ٥×١٠^{-٥} مول^٢/ ل^٢

وبما ان حاصل الضرب هذا هو اقل من قيمة ثابت حاصل الاذابة

٦×١٠^{-٥} مول^٢/ ل^٢

عليه سوف لا يتكون راسب

مثـال / ٥ :

كم هو التركيز الادنى لايونات الفضة اللازمة لبدء ترسيب بروميات الفضة $AgBrO_3$ من محلول (٠,٠١) فورمالي من بروميات البوتاسيوم ؟ (علما ان حاصل اذابة بروميات الفضة يساوى ٦×١٠^{-٥})

الجواب :

الترسيب يحصل عندما يتجاوز حاصل ضرب تراكيز كل من $[Ag^+]$ و $[BrO_3^-]$ قيمة حاصل الذوبانية . وبما ان تركيز $[BrO_3^-]$ في المحلول معروف ، اذن يمكن ايجاد تركيز Ag^+ المكافئ ، وهذا يعطي التركيز الأعلى لايونات الفضة التي يمكن أن توجد في المحلول دون حصول ترسيب بروميات الفضة ، وتبدأ عملية الترسيب عند تجاوز هذا الرقم :

$$AgBrO_3 \rightleftharpoons Ag^+ + BrO_3^-$$

$$[Ag^+][BrO_3^-] = ٦ \times ١٠^{-٥}$$

$$[Ag^+] \quad (٠,٠١) = ٦ \times ١٠^{-٥}$$

$$[Ag^+] = ٦ \times ١٠^{-٣} \text{ مول / لتر}$$

وهذا هو التركيز الاقصى لايونات الفضة في المحلول قبل بدء عملية الترسيب (المحلول مشبع) وعند تجاوز هذا التركيز فستبدأ عملية تكون الراسب لأن حاصل ضرب التراكيز المولارية لايونات الفضة وأيونات البرومات سيتجاوز مقدار حاصل الاذابة .