الفصل الخامس

الترسيب و حاصل الاذابة

مقدمة

عملية الترسيب

عملية تتم بتكوين مادة صلبة من تفاعل معين يحدث بين مادتين أو أكثر في الحالة السائلة عند ظروف معينة

انواع المرسبات :

١ـ المرسبات غير العضوية:

أشهر المرسبات الغير العضوية كبريتيد الهيدروجين، حمض الهيدروكلوريك، حمض الكبريتيك، و هيدروكسيد الأمونيوم وهذه تستخدم لترسيب العديد من الايونات

٢ـ المرسبات العضوية

انتشر استخدام المركبات العضوية لترسيب الفلزات من أشهرها ثنائي ميثيل الجليوكسيم لترسيب النيكل

تتميز بوجود مجاميع فعالة مثل الكربوكسيل و الهيدروكسيل و الايمين و الأوكسيم و الأمين

المرسبات العضوية قد تكون أيونية ترسب الفلزات مثل حمض الاكسليك الذي يرسب الكالسيوم

و قد تكون قادرة على ترسيب الأنيونات مثل النيترون الذي يرسب النترات و البنزيدين الذي يرسب الكبريتات

الترسيب و الاتزان

حاصل الاذابة:

$$AB_{(s)} \longrightarrow A^{n+}{}_{(aq)} + B^{n-}{}_{(aq)}$$

$$K_{sp} = [A^{n+}]\,[B^{n-}]$$

K_{sp} حاصل الاذابة و يعرف بأنه حاصل ضرب تراكيز أيونات المركب التي توجد بحالة اتزان مستمر مع الراسب

- قيمة حاصل الاذابة ثابت لكل مركب عند درجة حرارة معينة وهي تتأثر بالحرارة
- اذا كان حاصل ضرب تراكيز ايونات المركب أقل من قيمة حاصل الاذابة فانه لا يحدث ترسيب أي أن المحلول غير مشبع
- اذا كان حاصل ضرب تراكيز ايونات المركب يساوي قيمة حاصل الاذابة فانه لا يحدث ترسيب والمحلول يسمى مشبع
- اذا كان حاصل ضرب تراكيز ايونات المركب أكبر من قيمة حاصل الاذابة فانه تبدأ عملية الترسيب لأن المحلول أصبح فوق مشبع

العلاقة بين حاصل الاذابة (K_{sp}) و الذوبانية (S)

$$A_nB_{m(s)} \longrightarrow n\,A_{(aq)} + mB_{(aq)}$$

$$K_{sp} = n^n\, m^m\, S^{n+m}$$

$$S = (K_{sp}/n^n m^m)^{\,1/(n+m)}$$

- ثابت حاصل الاذابة لا يعبرعن وجود المادة في المحلول وانما يعبر عن صيغة لثابت الاتزان
- الذوبانية هي قيمة عددية تعبر عن وجود المادة في المحلول ويعبر عنها بالجرام في اللتر

تمرين ١

اذا كانت ذوبانية فوسفات الفضة تساوي $1.5X10^{-5}$ M احسبي حاصل اذابتها

الحل:

$$Ag_3PO_4 = 3Ag^+ + PO_4^{3-}$$

$$K_{sp} = [Ag^+]^3 [PO_4^{-3}]$$

$$n = 3 \quad m = 1$$

$$K_{sp} = n^n m^m S^{n+m}$$

$$K_{sp} = 3^3 \times 1^1 \times (1.5x10^{-5})^{3+1}$$

$$= 27 \times 1x (1.5x10^{-5})^4$$

$$= 1.5x10^{-18}$$

تمرين ٢

احسبي ذوبانية هيدروكسيد المغنيسيوم $Mg(OH)_2$ اذا كان حاصل اذابته يساوي $1.2X10^{-11}$ M عند درجة حرارة 25 °م

الحل:

$$Mg(OH)_2 = Mg^{+2} + 2\ OH^-$$

$$K_{sp} = [Mg^{+2}]\ [OH^-]^2$$

$$n = 1 \quad m = 2$$

$$S = (K_{sp}/n^n m^m)^{1/(n+m)}$$

$$S = \left(\frac{1.2x10^{-11}}{1^1 x\ 2^2}\right)^{1/(1+2)}$$

$$= 1.44x10^{-4}\ g\ mol/L$$

تمرين ٣

حاصل الاذابة ليوديد الفضة يساوي 8.5X10-17 احسبي تركيز أيونات الفضة و اليوديد في مجلول مشبع من AgI .

الحل:

$$AgI = Ag^+ + I^-$$

$$K_{sp} = [Ag^+][I^-]$$

$$n = 1 \quad m = 1$$

$$K_{sp} = 1^1 x 1^1 x S^2$$

$$8.5X10^{-17} = S^2$$

$$S = 9.2 \times 10^{-9} M$$

$$[Ag^+] = 9.2 \times 10^{-9} M$$

$$[I^-] = 9.2 \times 10^{-9} M$$

تمرين ٤

ماتركيز الفضة اللازم اضافته لبدء عملية الترسيب ليوديد الفضة من محلول يوديد الصوديوم ذي التركيز $1.2x10^{-4}\ M$ علما بأن حاصل اذابة يوديد الفضة يساوي $8.5x10^{-17}$

الحل:

$$AgI = Ag^{+} + I^{-}$$

$$K_{sp} = [Ag^{+}]\,[I^{-}]$$

$$[Ag^{+}]\,(1.2x10^{-4}) = 8.5x10^{-17}$$

$$[Ag^{+}] = \frac{8.5x10^{-17}}{1.2x10^{-11}}$$

$$= 7.8\ x10^{-13}\ M$$

أهمية حاصل الاذابة في الكيمياء التحليلية

- التنبؤ بإمكانية ترسيب أي ملح
- بمعرفة قيم حاصل الاذابة يتم فصل عناصر المجاميع التحليلية المختلفة
- **مثال ترسيب الكبريتيدات**

كبريتيدات عناصر المجموعة الثانية تترسب **قبل** كبريتيدات عناصرالمجموعة الرابعة لان قيمة حاصل الاذابة لكبريتيدات عناصر المجموعة الثانية **قليلة جدا** مقارنة بقيم حاصل الاذابة كبريتيدات عناصر المجموعة الرابعة

عناصر المجموعة الثانية		عناصر المجموعة الرابعة	
الكبريتيد	حاصل الاذابة	الكبريتيد	حاصل الاذابة
HgS	10^{-52}	ZnS	10^{-23}
CuS	10^{-38}	MnS	10^{-16}
CdS	10^{-28}	NiS	10^{-24}
PbS	10^{-29}	CoS	10^{-26}

العوامل المؤثرة على الذوبانية

١- تأثير الأيون المشترك

الايون المشترك هو ذلك الايون الداخل في تركيب الراسب نفسه، وجود الايون المشترك يقلل من ذوبانية الراسب

مثال:

ذوبان $Ba(IO_3)_2$ تقل بزيادة تركيز KIO_3 بسبب وجود أيون الأيودات المشترك

العوامل المؤثرة على الذوبانية

٢- تأثير المرسب

زيادة المرسب تقلل من ذوبانية الراسب و لكن يجب تجنب الزيادة لان ذلك قد يؤدي الى ذوبانية الراسب نتيجة تكون معقدات

٣- تأثير الأملاح

وجود الاملاح مع الراسب يؤدي الى زيادة ذوبانيته

٤- تأثير المذيب

- تقل ذوبانية الرواسب العضوية بإضافة مذيب غير عضوي مثل الماء
- تقل ذوبانية الرواسب الغير عضوية (الأيونية) بإضافة مذيب عضوي مثل البنزين او الكحول الايثيلي

الترسيب و التحليل الوزني

عملية الترسيب هي أساس مبدأ التحليل الوزني و تعتمد على فصل المادة المراد تقديرها عن طريق ترسيبها

خطوات التحليل الوزني

١)الترسيب

الغرض من الترسيب عزل او فصل المادة المراد تقديرها عن بقية المكونات

٢)الهضم

و يتم فيها ترك الراسب المتكون فترة من الزمن و ذلك لاعطاء الحبيبات فرصة للنمو و زيادة الحجم مما يسهل عملية ترشيحها

٣)الترشيح

و يتم فيها فصل الراسب المتكون عن المحلول و ذلك باستخدام ورق ترشيح و جفنات معينة او اقماع

الترسيب و التحليل الوزني

٤) الغسيل

الغرض منه التخلص من الشوائب العالقة بالراسب و يتم ذلك باستخدام سائل معين

٥) التجفيف و الحرق

الغرض منها التخلص من جميع الشوائب او جزيئات المذيب الموجودة في الراسب

عملية الحرق تحول الصورة المترسبة الى الصورة الموزونة

٦) الوزن

و يتم فيها تقدير كمية الراسب أو وزنه باستخدام ميزان حساس

الترسيب و التحليل الوزني

٧) الحسابات

تمثل الحسابات العملية النهائية لحساب التركيز للمادة المراد تقديرها وذلك بعد معرفة وزن الراسب مع استخدام معامل التحليل الوزني

$$\text{معامل التحليل الوزني} = \frac{\text{الوزن الجزيئي للمكون}}{\text{الوزن الجزيئي للراسب}}$$

يجب الحصول على رواسب نقية وخالية من التلوث المرافق والتلوث اللاحق

التلوث المرافق

انتقال الشوائب من المحلول الى الراسب أثناء عملية الترسيب

التلوث اللاحق

انتقال الشوائب من المحلول الى الراسب بعد عملية الترسيب

تطبيقات الترسيب

١) تقدير الكلوريد

يتم تقديره بترسيبه على هيئة كلوريد الفضة باستخدام محلول نترات الفضة

٢) تقدير النيكل

يتم تقديره بترسيبه على هيئة ثنائي ميثيل جلايوكسيم النيكل باستخدام محلول ثنائي ميثيل جلايوكسيم

٣) تقدير الرصاص

يتم تقديره بترسيبه على هيئة كرومات الرصاص باستخدام محلول كرومات البوتاسيوم

٤) تقدير الكبريتات

يتم تقديرالكبريتات بترسيبها على هيئة كبريتات الباريوم وذلك بإضافة محلول كلوريد الباريوم

تطبيقات الترسيب

٥) تقدير النحاس

يتم تقديره بترسيبه على هيئة ثيوسيانات النحاسوز وذلك بإضافة محلول الأمونيا المخففة

٦) تقدير الكالسيوم

يتم تقديره بترسيبه على هيئة أكزالات الكالسيوم المائية ثم يتم حرق الراسب ووزنه على هيئة أكسيد الكالسيوم

$$CaC_2O_4.H_2O \text{ ----- } CaCO_3 \text{ ---- } CaO$$