ذوبانية الرواسب:

تعرف **الاذابة** بانها عملية اختفاء ذرات او جزيئات او ايونات المادة المذابة بين ذرات او جزيئات او ايونات المادة المذيبة.

اما **قابلية الذوبان** فتعرف على انها كمية المادة المذابة التي تذوب في حجم معين من المذيب بدرجة حرارة معينة.

ان ذوبانية الرواسب المستخدمة في التحليل الكمي والوزني يجب ان تكون على اقل مايمكن، حتى لا تؤدي الى حصول خسارة ملموسة في كمية الراسب.

وبما ان الترسيب يجري عادة في حدود (500 ml) بضمنها محاليل الغسيل، فالخطأ الناجم عن الذوبانية يجب ان لا يتجاوز (0.05 ملغم) لكل (500 ml).

ثابت حاصل الذوبان K_{sp} :

ان جاصل ظرب التراكيز المولارية لايونات الجزء الذائب من ملح شحيح الذوبان(ذو ذوبانية اقل من 0.01 مول/ لتر) هي كمية ثابتة في درجة حرارة معينة، هذه الكمية تسمح حاصل الذوبان ويمكن ايجاد قيمته كما يلي:

$$MmXx \rightleftharpoons m\,M^{+a} + x\,X^{-b} \qquad Ksp_{MmXx} = [M^{+a}]^{m}\,[X^{-b}]^{x}$$

$$Ag(OH)_3 \rightleftharpoons Ag^{+} + 3\,(OH)^{-} \qquad Ksp_{Ag(OH)3} = [Ag^{+}]\,[OH^{-}]^{3} = X(3X)^{3}$$

$$MgF_2 \rightleftharpoons Mg^{2+} + 2\,F^{-} \qquad Ksp_{MgF2} = [Mg^{2+}]\,[F^{-}]^{2} = X(2X)^{2}$$

متى يحصل ترسيب

تم تعريف Ksp سابقا

I.P ion product الحاصل الايوني كمية غير ثابتة تساوي حاصل ضرب التراكيز مرفوع الى أُس يمثل عدد المولات تلك المادة

$I.P > ksp$ يحصل ترسيب $[M^{+a}]^{m}\,[X^{-b}]^{x} < I.P$

$I.P < ksp$ يحصل ذوبان $[M^{+a}]^{m}\,[X^{-b}]^{x} > I.P$

$I.P = ksp$ مشبع ، توازن ، سرعة الترسيب = سرعة الذوبان

❖ لاتطبق فكرة حاصل الذوبان على الالكتروليتات المعتدلة او شديدة الذوبان مثل KCl والسبب يعود الى تفكك هذه الالكتروليتات يكون تاما فلا تصل الى حالة الاتزان الذي يمكن تطبيق قانون فعل الكتلة ومن الأمثلة على الاملاح شيحيحة الذوبان والتي تطبق عليها المعادلة: $AgCl, AgBr, AgSCN, Ba(CO_3)_2, PbSO_4, CdS, As_2S_3, Hg_2Cl_2,$ $Al(OH)_3, Mg(OH)_2, Zn(OH)_2$

مثال / احسب حاصل ذوبان كلوريد الفضة اذا علمت ان قابلية ذوبانه تساوي 1.05×10^{-5} مول/لتر؟

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

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

$[Ag^+] = [Cl^-] = 1.05\times10^{-5}$

$K_{sp}\ AgCl = [1.05\times10^{-5}]\,[1.05\times10^{-5}] = 1.1 \times 10^{-10}$

مثال / احسب حاصل ذوبان كلوريد الفضة اذا علمت ان قابلية ذوبانه تساوي 0.0015×10^{-5} غرام/لتر؟

هنا يجب تحويل وحدة (غرام/لتر)الى (مول/لتر)، وذلك بالقسمة على الوزن الجزيئي وكمايلي:

$$\frac{0.0015\times10^{-5}\ gm/l}{143.5\ gm/mol} = 1.05 \times10^{-5}\ mol/l$$

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

$[Ag^+] = [Cl^-] = 1.05\times10^{-5}$

$K_{sp}\ AgCl = [1.05\times10^{-5}]\,[1.05\times10^{-5}] = 1.1 \times 10^{-10}$

مثال/ احسب حاصل ذوبان كرومات الفضة اذا علمت ان قابلية ذوبانه تساوي 2.5×10^{-2} غرام/لتر؟

$$Ag_2CrO_4 \rightleftharpoons 2Ag^+ + CrO_4^=$$

$$\frac{2.5\times10^{-2}\ gm/l}{332\ gm/mol} = 7.5\times10^{-5}\ mol/l$$

$K_{sp}\ Ag_2CrO_4 = [Ag^+]^2\ [CrO^=]$

$K_{sp}\ Ag_2CrO_4 = (2\times 7.5\times10^{-5})^2\ (7.5\times10^{-5}) = 1.7\times10^{-12}$

مثال /كم ملغرام من كلوريد الفضة تذوب في (500 ml) ماء مقطر، علما ان ثابت حاصل الذوبان لكلوريد الفضة (1.1×10^{-10})؟

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

X X

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

$1.1\times 10^{-10} = (X)\ (X) \Longrightarrow 1.1\times 10^{-10} = X^2$

$X = \sqrt[2]{1.1\times10^{-10}} \Longrightarrow X = 10^{-5}\ mol/l \times 143.5\ gm/mol = 143.5\times10^{-5} gm/l$

الوزن	الحجم
143.5×10^{-5}	1000
X	500

$X = 500\times 143.5\times10^{-5} / 1000 = 71.75\times10^{-5}$ gm in 500 ml

$71.75\times10^{-5}\times1000 = 71.75\times10^{-2}$ mg in 500 ml

س واجب/ اذا كانت ذوبانية بروميد الفضة تساوي (0.000002 غم في 100 مل)، فما مقدار ثابت حاصل الذوبان؟

س واجب/ اذا كانت ذوبانية $BaSO_4$ تساوي (1.161 غم / 100مل)، فما مقدار ثابت حاصل الذوبان؟

العوامل المؤثرة على الذوبانية:

١- تأثير حجم دقائق الراسب:

بصورة عامة تكون بلورات الراسب الصغيرة اكثر ذوبانية من البلورات الكبيره. فبلورات كبريتات الباريوم الصغيره لها ذوبانية اكبر بالف مرة من ذوبانية بلوراتها كبيرة الحجم.

غير ان هذا لايمكن ان يعمم على جميع الرواسب. فلا يوجد فرق ملموس بين ذوبانية الدقائق الصغيره والدقائق الكبيرة لراسب كلوريد الفضة.

ولذا يلجأ الى الحصول على بلورات كبيرة ومنتظمة بعملية تسمى هضم الراسب (Digestion of Precipitate) والذي يعرف بتسخين الراسب مع المحلول المترسب فيه لفترة زمنية معينة دون ان يغلي. وتظهر اهمية عملية الهضم هذه بانها تتيح الفرصة لذوبان الدقائق الصغيرة او اندماجها مع بعضها ونمو الدقائق الكبيرة وسقوطها في قعر الأناء. وهي وسيلة مناسبة لتجميع الراسب والأحتفاظ به والحيلولة دون تبعثره مما يزيد في دقة النتائج التي سنحصل عليها.

٢- تأثير درجة الحرارة:

عند محاولة ذوبان مادة في مذيب معين تحصل عمليتان : **العملية الأولى** تتضمن تحطيم الهيكل البلوري للمادة المذابة أي التغلب على قوى الجذب الكائنة بين ايونات المادة الصلبة المذابة.

اما العملية الثانية فتتضمن اتحاد او انتشار المادة المذابة مع او بين دقائق المذيب ويطلق على هذه العملية اسم التمذوب (Solvation) وتعني التحلل بالمذيب واذا كانت المادة المذابة هي الماء اطلق عليها اسم التحلل المائي Hydration او Hydrolysis ويرافق عملية التمذوب انبعاث طاقة على شكل حرارة تسمى حرارة التمذوب او انثالبي التمذوب.

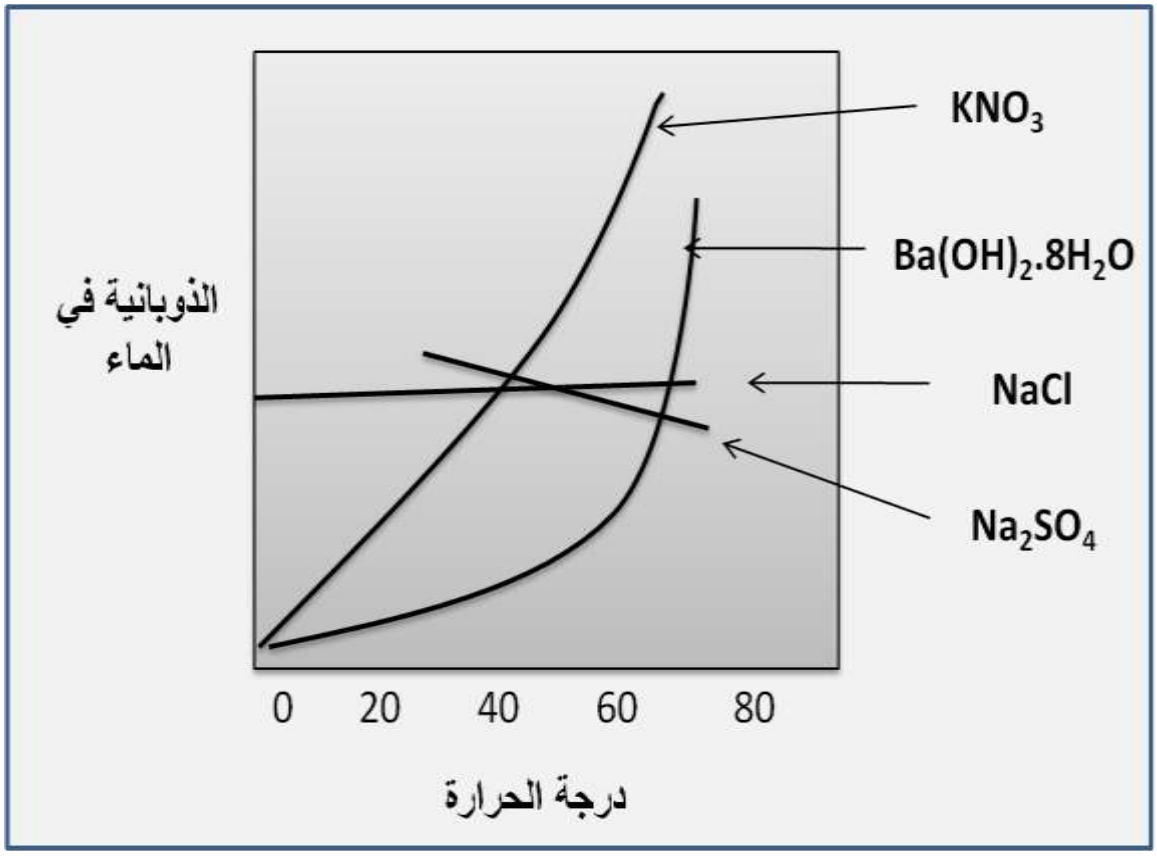
ففي كلوريد الصوديوم توجد قوة تجاذب كبيرة بين ايونات الصوديوم وايونات الكلوريد ويطلق عليها اسم طاقة الشبكة البلورية (U_{MA}). وتتميز هذه الطاقة بأنها كبيرة بحيث لا يذوب كلوريد الصوديوم الا في المذيبات القطبية كالماء الذي يمتلك ثابت عزل كهربائي عالي.

ولا يذوب كلوريد الصوديوم في البنزين او رباعي كلوريد الكاربون وهما مذيبان غير قطبين. وتعمل جزيئات الماء على عزل ايونات الصوديوم الموجبة عن ايونات الكلوريد السالبة وهذه عملية تسمى بعملية التحلل بالماء او التحلل المائي. فاذا كانت طاقة التميؤ او التحلل المائي مساوية او كافية للتغلب على طاقة الشبكة البلورية فسيقع الذوبان دون الحاجة لتزويد النظام بطاقة خارجية.

وقد اثبت علميا ان الطاقة الناتجة من عملية تميؤ ملح الطعام مساوية تقريبا لطاقة الشبكة البلورية فالمحلول الناتج لا يظهر زيادة او نقصان في درجة الحرارة وكما في الشكل ادناه.

ولكن في حالة كثير من البلورات فان الطاقة الناتجة من عملية التميؤ اقل من الطاقة اللازمة للتغلب على طاقة الشبكة البلورية. لذا فان قابلية ذوبان مثل هذه البلورات تزداد بزيادة درجة الحرارة. ويشذ عن ذلك بعض الأملاح مثل كبريتات الصوديوم تكون طاقة تميؤها اعلى من الطاقة اللازمة لتحطيم الشبكة البلورية. فينجم عن ذوبان كبريتات الصوديوم في الماء الى ارتفاع في درجة حرارة المحلول. وعندئذ فان زيادة درجة الحرارة تؤدي الى خفض ذوبانية الملح بينما يزداد الذوبان بخفض درجة الحرارة أي تبريد المحلول وكما في الشكل ادناه.

ولكن وجد عمليا ان ذوبانية معظم الرواسب شيحيحة الذوبان المستعملة في التحليل الكمي الوزني تزداد بزيادة درجة الحرارة. وهذه الزيادة تختلف من ملح الى آخر.



٣- طبيعة المادة المذابة:

حيث يعتمد ذلك على طاقة الشبكة البلورية للمادة المذابة، فكلما كانت طاقة الشبكة البلورية للمادة عالية كانت المادة شحيحة الذوبان. ولاذابة الملح يجب التغلب على طاقة الشبكة البلورية بواسطة طاقة التمذوب او التميؤ الناتجة من ارتباط الوحدات البنائية للشبكة البلورية بجزيئات المذيب. فحسب قانون كولومب الذي ينص على ان القوة اللازمة لفصل دقيقتين او ايونين مختلفين بالشحنة عن بعضهما تتناسب طرديا مع حاصل ظرب الشحنة وعكسيا مع مربع المسافة بينهما:

$$K = \frac{1}{D} \times \frac{e_1 \times e_2}{r^2}$$

حيث (e_1 ، e_2) هما شحنتا الايونين السالب والموجب وعلى هذا فان الذوبانية تقل بزيادة الشحنة فاملاح القلويات الترابية اقل ذوبانية من مثيلتها للفلزات القلوية. كما ان ذوبانية الاكاسيد المائية (الهيدروكسيدات) للفلزات الرباعية اقل ذوبانية من هيدروكسيدات الفلزات الثلاثية وهذه اقل من من هيدروكسيدات الفلزات الثنائية. اما **(D)** فهو ثابت يطلق عليه ثابت العزل الكهربائي وهو ثابت خاص بالوسط او المذيب ومنه يتضح ان ابعاد ايونين متجاذبين في الشبكة البلورية يكون اسهل (ذوبانية عالية) اذا كان للمذيب ثابت عزل كهربائي عالي كالماء. اما **(r)** فتمثل المسافة بين الايونين او الدقيقتين المشحونتين، فتزداد قابلية ذوبان املاح المجموعة الواحدة في الجدول الدوري بزيادة نصف قطر الأيون (زيادة العدد الذري). وفيما يلي امثلة على ذوبانية الأملاح القلوية والأملاح القلوية الترابية بالمول في اللتر.

Li_2CO_3 < $Na_2CO_3.10H_2O$ < $K_2CO_3.15H_2O$

0.18 mol/l 2 mol/l 6 mol/l

KCl < RbCl < $CaCl_2$

4 mol/l 5.7 mol/l 7.5 mol/l

CaF_2 < NaF < KF

1.9×10^{-4} mol/l 9.3×10^{-4} mol/l 9×10^{-3} mol/l

ولكن في حالات كثيرة يحصل سلوك معاكس أي تزداد الذوبانية بنقصان نصف القطر r ويعزى ذلك الى طاقة التميؤ وحجب الشحنة الايونية بجزيئات المذيب وقابلية الأيونات على الأستقطاب.

٤- طبيعة المادة المذيبة:

يعرف المذيب القطبي بانه المذيب الذي يمتلك اقطاب ثنائية وله ثابت عزل كهربائي عالي كالماء. على عكس المذيبات الغير قطبية مثل البنزين ورباعي كلوريد الكاربون.

توجد قاعدة تنص المذيب يذيب مثيله (Like Dissolves Like) وهي قاعدة صحيحة تطبق على قابلية ذوبان اللاملاح شحيحة الذوبان فالمذيبات القطبية تكون مذيبات جيدة لكثير من الاملاح الآيونية حيث تزداد قابلية الجذب بين اقطاب المذيب وايونات الملح. كما ان قوى جذب ايونات الملح مع بعضها في الشبكة البلورية تتناسب عكسيا مع ثابت العزل الكهربائي للمذيب كما في المعادلة السابقة. اما الجزيئات البسيطة غير القطبية مثل جزيئة اليود او جزيئة رباعي كلوريد الجرمانيوم $GeCL_4$ فهي رديئة الذوبان في المذيبات القطبية كالماء لعدم وجود قوى جذب بينها وبين جزيئات الماء.

تعتمد ذوبانية هذه الجزيئات على تشتت جزيئاتها بين جزيئات الماء (قوى التشتت Dispersion Forces) ، فالماء مذيب رديء لهذه الجزيئات ولغيرها المماثلة لها لان لجزيئات الماء قطبية لاتتيح لمثل هذه الجزيئات التشتت بينها.

وعلى عكس ذلك فالمذيبات غير القطبية كالبنزين ورباعي كلوريد الكاربون تعتبر مذيبات جيدة لمثل هذه الجزيئات، لان الطاقة الكائنه بين جزيئات المذيب غير القطبي ضعيفة مما يسهل تشتت جزيئات المذاب غير القطبي بين جزيئات هذه المذيبات. ولابد من الاشاره الى ان ذوبانية الاملاح تنخفض في الماء عند اضافة مذيب آخر عضوي يمتزج مع الماء كالايثانول او الميثانول او الاسيتون وذلك بسبب تحطم الغلاف المائي الذي يغلف الملح من قبل الايثاننول او الاسيتون. وافضل مثال على ذلك كبريتات الرصاص، فذوبانية هذا الملح تساوي $1.5*10^{-4}$ مول/لتر . اما اذا استخدم مذيب مكون من 30% ماء و 70% ايثانول فستنخفض ذوبانية هذا الملح الى $3*10^{-7}$ مول/لتر. وكذلك كبريتات الكالسيوم حيث تنخفض ذوبانيته من 0.208 الى 0.0029 غرام في 100 مل عند استخدام مذيب مكون من 59%ماء و 41 من الايثانول. لذا يفضل ترسيب كبريتات الرصاص في وسط (ماء- ايثانول) بدلا من الوسط المائي الخالص.

٥- تأثير الأيون المشترك Commn ion effect:

تنخفض قابلية ذوبان الرواسب شحيحة الذوبان بوجود الأيون المشترك تبعا لقاعدة ليشاتليه.

فعند ترسيب الفضه بايون الكلوريد تضاف زيادة من ايون الكلوريد وعند ترسيب الكلوريد باضافة الفضة تضاف زيادة من من محلول نترات الفضة.

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

فوجود زيادة من ايون الكلوريد يدفع التوازن للانحراف نحو اليسار حتى تحصل حالة توازن جديدة ويبقى ثابت حاصل الذوبان ثابتا. ويجب ان تكون هذه الزيادة من الايون طفيفة لان الزيادة الكبيرة منه تعمل على اذابة الراسب بتاثير الملح Salt effect والذي سيتم توضيحه بالفقرة القادمة.

مثال/ احسب قابلية ذوبان كلوريد الفضة في لتر من الماء المقطر وفي لتر من محلول 0.01 مولاري من ايون كلوريد علما ان ثابت حاصل الذوبان لكلوريد الفضة 1.1×10^{-10}؟

الحل/

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

$$X \quad X$$

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

$$1.1\times 10^{-10} = (X)\,(X) \Longrightarrow 1.1\times 10^{-10} = X^2$$

$$X = \sqrt[2]{1.1 \times 10^{-10}} \Longrightarrow X = 10^{-5}\ mol/l$$

اما في محلول 0.01 مولاري من ايون الكلوريد

فان تركيز $X = [Ag^+]$ و تركيز $X+0.01 = [Cl^-]$

$$1.1\times 10^{-10} = (X)\,(X + 0.01)$$

تهمل X في القوس لصغرها مقارنة بالتركيز 0.01 مولاري

$$1.1\times 10^{-10} = (X)\,(0.01) \Longrightarrow X = 1.1\times 10^{-10} / 0.01 = 1.1 \times 10^{-8}\ mol/l$$

حيث قلت الذوبانية من 1.1×10^{-5} الى 1.1×10^{-8} أي بحدود الف مرة.

مثال / احسب عدد ملغرامات يوديد الفضة التي يمكن اذابتها في 100مل من الماء المقطر. ثم احسب عدد ملغرامات يوديد الفضة الممكن اذابتها في 100مل من محلول 0.1 مولاري من NaI. علما ان ثابت حاصل الذوبان ليوديد الفضة هو 10^{-16}؟

الحل /

$$AgI \rightleftharpoons Ag^+ + I^-$$

$$NaI \longrightarrow Na^+ + I^-$$

ايون مشترك

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

$10^{-16} = (X)\,(X) \Longrightarrow 10^{-16} = X^2$

$X = \sqrt[2]{1.1 \times 10^{-16}} \Longrightarrow X = 10^{-8}$ mol/l × 235 gm/mol = 235×10^{-8}gm/l

الوزن	الحجم
235×10^{-8}	1000
X	100

$X = 100 \times 235\times10^{-8} / 1000 = 235 \times 10^{-9}$ gm in 100 ml

$235 \times 10^{-9} \times 1000 = 235 \times 10^{-6}$ mg in 100 ml

اما في محلول 0.1 مولاري من NaI

فان تركيز $[Ag^+]$ = X و تركيز $[I^-]$ = X+0. 1

$10^{-16} = (X)\,(X + 0.1)$

تهمل X في القوس لصغرها مقارنة بالتركيز 0. 1 مولاري

$10^{-16} = (X)\,(0.1)$

$X = 10^{-16} / 0.1 = 10^{-15}$ mol/l × 235 gm/mol = 235×10^{-15}gm/l

الوزن	الحجم
235×10^{-15}	1000
X	100

$X = 100 \times 235\times10^{-15} / 1000 = 235 \times 10^{-16}$ gm in 100 ml

$235 \times 10^{-16} \times 1000 = 235 \times 10^{-13}$ mg in 100 ml

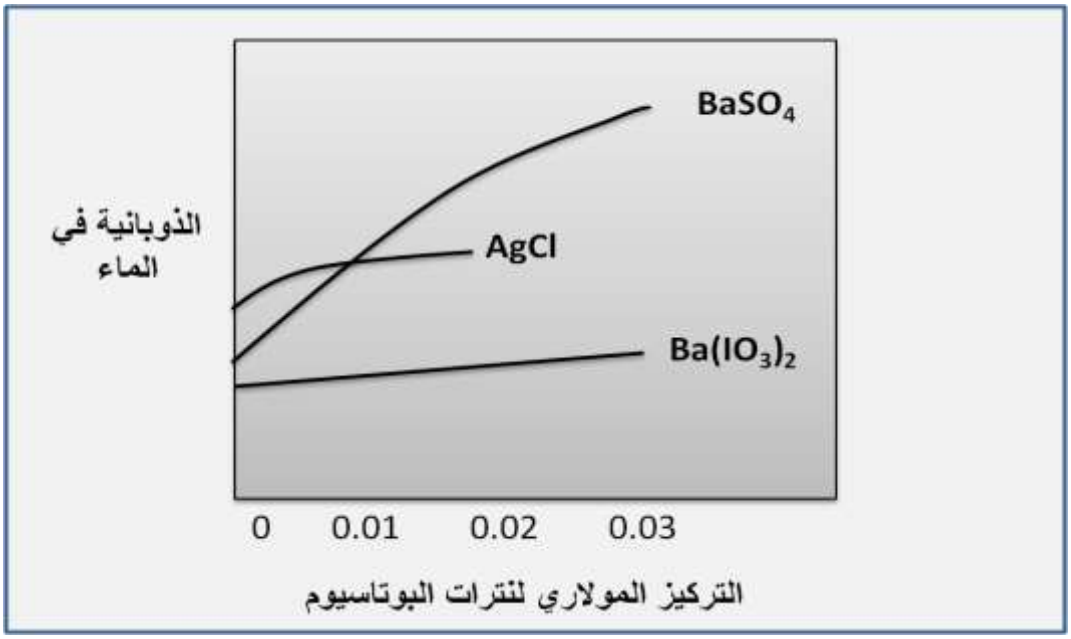
وعندئذ تكون الذوبانية قد انخفضت باكثر من مليون مرة بوجود 0.1 مولاري من يوديد الصوديوم.

س واجب/ احسب ذوبانية $Ba(IO_3)_2$ في محلول 0.02مولاري من KIO_3 علما ان ثابت حاصل الذوبان ل$Ba(IO_3)_2$ = 1.57×10^{-9}؟

٦- تأثير الملح الغريب Salt Effect:

ويقصد به تأثير الالكتروليت الذي لا علاقة لأيوناته بايونات الراسب او الملح شحيح الذوبان. حيث وجد ان ذوبانية الرواسب تزداد بصورة عامة في المحاليل الالكتروليتية (تحوي ايونات غريبة عما في الماء النقي).

والشكل التالي يوضح تاثير ملح نترات البوتاسيوم على ذوبانية كبريتات الباريوم وكلوريد الفضة وايودات الباريوم. حيث نلاحظ ان ذوبانية كبريتات الباريوم تزداد الى الضعف عند زيادة تركيز نترات البوتاسيوم من الصفر الى 0.02 مولاري. بينما يكون التاثير اقل فيما يخص راسب يودات الباريوم وراسب كلوريد الفضة حيث الزيادة في ذوبانية الراسب حوالي 1.25 مرة بالنسبة ليودات الباريوم، و 1.2 مرة بالنسبة لذوبانية كلوريد الفضة.



يظهر تاثير الملح الغريب او الاليكتروليت الغريب على الذوبانية بزيادة جذب ايونات المذاب من قبل ايونات الاليكتروليت المذاب في المحلول. وهذا الجذب يؤدي الى ازاحة او انحراف التوازن الكيميائي نحو تكوين الايونات أي زيادة التاين أي زيادة الذوبانية، والحقيقة ان هذا التاثير لايقتصر على ذوبانية الرواسب فقط وانما يمتد على انواع اخرى من التوازنات فقد وجد ان ثابت تفكك حامض الخليك يختلف في محلول كلوريد الصوديوم عنه في الماء النقي. حيث يزداد ثابت تفكك حامض الخليك الى الضعف بزيادة تركيز كلوريد الصوديوم من الصفر الى 0.01 مولاري. ومن هنا يجب التنبيه ثانية الى ان قانون التوازن الكيميائي صالح للتطبيق

ويعطي نتائج دقيقة في المحاليل المخففة وعند عدم وجود الكتروليت متاين بتركيز ذي اهمية تذكر.

تعتمد قوة تاثير ايونات الاليكتروليت على شحنات الايونات المساهمة في المحلول. حيث يزداد هذا التاثير بزيادة الشحنات التي تحملها الايونات. كما ان تاثير هذه الايونات يعتمد على تركيزها في المحلول. وتتمثل شحنات الايونات وتراكيزها بالقوة الايونية التي يعبرعنها بالقانون التالي:

$$I = 0.5 \sum C_i Z_i^2$$

حيث Ci = تركيز كل ايون في المحلول. Zi= شحنة كل ايون. I = القوة الايونية .

كما يحسب معامل الفعالية من علاقة ديباي – هيكل التالية

$$Log\ f = \frac{-0.5\ Zi^2\ \sqrt[2]{I}}{1 + \sqrt[2]{I}}$$

مثال / احسب ذوبانية يودات الباريوم $Ba(IO_3)_2$ في محلول يحوي (0.033 مولاري) من $MgCl_2$ آخذا بنظر الاعتبار حسابات الفعاليات وقارن النتيجة اذا استعمل التركيز بدل الفعاليات. علما ان ثابت حاصل الذوبان ليودات الباريوم يساوي 1.57×10^{-9}؟

الحل/

١- عند اخذ الفعاليات بنظر الاعتبار

$a = f \times c$

a = الفعالية ، c = التركيز ، f = معامل الفعالية

$Ksp_{Ba(IO3)2} = [Ba^{2+}].\ f_{Ba2+} \times [IO_3^-]^2 .\ (f_{IO3-})^2$

لذا يجب حساب معمل الفعالية لكل من Ba^{2+} و IO_3^- ويتم كما يلي:

$MgCl_2 \longrightarrow Mg^{2+} + 2Cl^-$

0.033 M 0.033 M 2×0.033 M

$I = 0.5 \sum C_i Z_i^2 \Rightarrow I = 0.5[(0.003\times 2^2) + (2\times 0.033\times(-1)^2)] = 0.099 = 0.1$

ان معاملات الفعالية لكل من Ba^{2+} و IO_3^- المقابلة لهذه القوة الايونية والتي تحسب من الجداول فهي:

$f_{Ba2+} = 0.33$, $f_{IO3-} = 0.78$

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

X X 2X

$Ksp_{Ba(IO3)2} = [Ba^{2+}].\, f_{Ba2+} \times [IO_3^-]^2 .\, (f_{IO3-})^2$

$1.57\times10^{-9} = (X) .\, 0.33 \times (2X)^2 .\, (0.78)^2$

$1.57\times10^{-9} = 4X^3 \times 0.2 \Rightarrow 4X^3 = 7.85 \times 10^{-9} \Rightarrow X^3 = 1.955 \times 10^{-9}$

$X = 1.2\times 10^{-3}$ mol/l

٢- عند عدم اخذ الفعالية بنظر الاعتبار

$Ksp_{Ba(IO3)2} = [Ba^{2+}]\ [IO_3^-]^2$

$1.57\times10^{-9} = (X) .\, (2X)^2 \Rightarrow 4X^3 = 1.57\times10^{-9} \Rightarrow X^3 = 0.3925\times10^{-9}$

$X = 7.322 \times 10^{-4}$ mol/l

فذوبانية الملح ازدادت عند اخذ الفعالية بنظر الاعتبار بمقدار:

$\frac{1.2\times 10^{-3}}{7.322 \times 10^{-}} = 1.7$ مرة

س واجب / رسبت كبريتات الباريوم من محلول يحتوي على 0.012 M NaCl و $BaCl_2$ 0.002 M فما هو تركيز ايون الكبريتات اللازم لتشبع المحلول بمادة كبريتات الباريوم، علما ان ثابت حاصل الذوبان لكبريتات الباريوم = 10^{-10} ؟

س واجب / احسب ذوبانية ايودات الباريوم في محلول يحوي 0.02 M من يودات االبوتاسيوم. وقارنها بالذوبانية بدون يودات البوتاسيوم؟

القوة الأيونية (I)	معاملات الفعالية			
	ايونات احادية التكافؤ	ايونات ثنائية التكافؤ	ايونات ثلاثية التكافؤ	ايونات رباعية التكافؤ
0.001	0.96	0.86	0.73	0.56
0.005	0.92	0.72	0.51	0.30
0.010	0.90	0.36	0.39	0.19
0.050	0.81	0.44	0.15	0.04
0.100	0.78	0.33	0.08	0.01