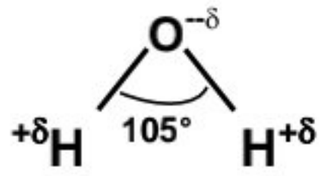
أولاً : الخاصيات القطبية للماء :

الماء مركب قطبي: فهو يبدي عدم تناظر في توضع الشحنات السالبة والموجبة فيه والسبب في ذلك فرق الكهرسلبية الكبير بين الهيدروجين والأكسجين فيه.

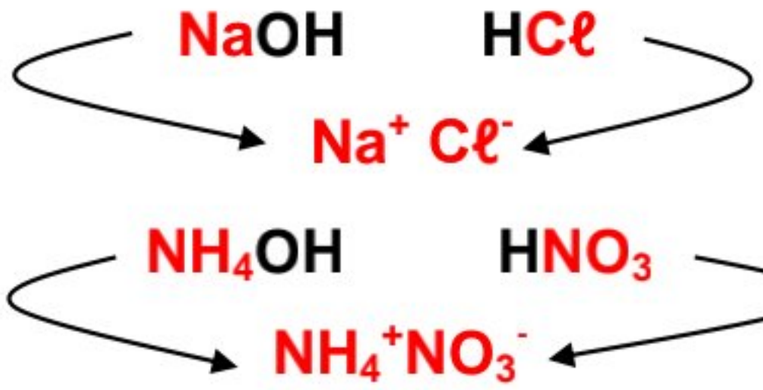


ثانياً : الخاصيات القطبية للأملاح :

الأملاح مركبات قطبية كونها مركبات أيونية تتألف من شقين :

أ) شق أساسي موجب : ايون معدني أو أكثر أو جذر أمونيوم أو أكثر.

ب) شق حمضي سالب : ايون لا معدني أو أكثر أو جذر حمضي أو أكثر.



مثالها ($NaC\ell$, KNO_3 , NH_4NO_3 , Na_2SO_4)

النتيجة : الماء مركب قطبي والأملاح قطبية لذلك تنحل الأملاح بالماء لأن الشبيه يحل الشبيه.

ثالثاً : الذوبانية و أنواعها :

الذوبانية : هي تركيز الملح في محلوله المشبع عند الدرجة **25°C** ، و الذوبانية هي ثابت فيزيائي خاص بكل ملح نرمز له بـ **(S)**

ولها نوعان هما :

أ) الذوبانية المولية : هي التركيز المولي للملح في محلوله المشبع عند الدرجة **25°C** و تقدر بـ $mo\ell l^{-1}$.

ب) الذوبانية الكتلية : هي التركيز الغرامي للملح في محلوله المشبع عند الدرجة **25°C** و تقدر بـ gl^{-1} .

رابعاً : تصنيف الأملاح حسب ذوبانها بالماء :

أ) أملاح شديدة الذوبان بالماء :

- **تعريفها**: هي الأملاح التي ذوبانيتها المولية أكبر من $(0.1\ mo\ell l^{-1})$ عند الدرجة **25°C** .
- **مثالها**: **جميع** أملاح الصوديوم والبوتاسيوم والنترات

  ومعظم أملاح الأمونيوم و الخلات والنملات

  ومعها ملح كلوريد الباريوم $BaC\ell_2$ و كلوريد الكالسيوم $CaC\ell_2$.

ب) أملاح قليلة الذوبان بالماء :

- **تعريفها**: هي الأملاح التي ذوبانيتها المولية أقل من $(0.001\ mo\ell l^{-1})$ عند الدرجة **25°C** .
- **مثالها :** $AgC\ell$ ، Ag_2SO_4 ، Ag_2CO_3 ، $PbC\ell_2$ ، $BaSO_4$

  كلوريد الفضة — كبريتات الفضة — كربونات القضة — كلوريد الرصاص — كبريتات الباريوم

  و $CaCO_3$: كربونات الكالسيوم و $Ca_3(PO_4)_2$: فوسفات ثلاثية الكالسيوم .

إعداد: ياسين محمد حسين بردويل

خامساً : التوازن غير المتجانس للأملاح ضعيفة الذوبان بالماء (جداء الذوبان بالماء Ksp) :

- ندرس جداء الذوبان بالماء على الأملاح قليلة الذوبان بالماء مثل :

  [$AgC\ell$, Ag_2SO_4 , Ag_2CO_3 , $PbC\ell_2$, $BaSO_4$, $CaCO_3$, $Ca_3(PO_4)_2$]

- عند الاشباع هناك توازن بين ايونات الملح وجزيئاته المنحلة بالماء.
- **جداء الذوبان K_{sp} :** هو جداء التراكيز المولية لأيونات الملح في محلوله المشبع عند الدرجة **(25°C)** كل مرفوع الى اس أمثالها في المعادلة الموزونة.

أمثلة: ١)

$$AgC\ell_{(S)} \rightleftharpoons Ag^{+}_{(aq)} + C\ell^{-}_{(aq)}$$

	S	S	S
(ت عند الإشباع) $mo\ell l^{-1}$			

$$K_{SP} = [Ag^{+}][C\ell^{-}]$$

$$K_{SP} = S \times S$$

$$K_{SP} = S^2$$

٢)

$$PbC\ell_{2(S)} \rightleftharpoons pb^{2+}_{(aq)} + 2C\ell^{-}_{(aq)}$$

	S	S	2S
(ت عند الإشباع) $mo\ell l^{-1}$			

$$K_{SP} = [pb^{2+}][C\ell^{-}]^2$$

$$K_{SP} = S \times (2S)^2$$

$$K_{SP} = S \times 4S^2$$

$$K_{SP} = 4S^3$$

٣)

$$Ca_3(PO_4)_{2\,(S)} \rightleftharpoons 3Ca^{2+}_{(aq)} + 2PO_4^{3-}_{(aq)}$$

	S	3S	2S
(ت عند الإشباع) $mo\ell l^{-1}$			

$$K_{SP} = [Ca^{2+}]^3[PO_4^{3-}]^2$$

$$K_{SP} = (3S)^3 \times (2S)^2$$

$$K_{SP} = 27S^3 \times 4S^2$$

$$K_{SP} = 108\ S^5$$

النتيجة : ندعو جداء التراكيز المولية لأيونات الملح في محلوله المشبع عند الدرجة (25°C) كلٌ مرفوع إلى أس أمثالها في المعادلة الموزونة بجداء النوبان (K_{SP})

وندعوها فيما عدا ذلك بالجداء الأيوني Q ونميز ثلاث حالات هي :

$K_{SP} = Q$

المحلول مشبع ولا يتشكل راسب من ذلك الملح الضعيف.

$K_{SP} > Q$

المحلول غير مشبع (تحت مشبع) ولا يتشكل راسب من الملح الضعيف بل قابل لحل كمية جديدة منه ليصبح المحلول مشبع.

$K_{SP} < Q$

المحلول فوق مشبع وقابل لترسيب كمية من الملح الضعيف ليصبح مشبع.

أعداد: م محمد حسين بردويل

سادساً :تطبيقات جداء الذوبان بالماء:

آ – ترسيب ملح ضعيف الذوبان بالماء في محلوله المشبع :

لترسيب ملح ضعيف الذوبان بالماء في محلوله المشبع نضيف إلى المحلول مركب تام الذوبان بالماء ويحوي على أيون يماثل احد أيونات الملح الضعيف فيزداد تركيز ذلك الأيون ويختل التوازن ويصبح الجداء الأيوني $K_{SP} < Q$ ويصبح المحلول فوق مُشبع ويترسب كمية من الملح الضعيف في المحلول ليعود إلى حالة الإشباع.

مسألة (١) : محلول مشبع لكلور الفضة تركيز $mo\ell l^{-1}$ **(2.5×10^{-5})** المطلوب:

١) احسب قيمة ثابت جداء الذوبان لملح كلور يد الفضة.

٢) احسب التركيز الغرامي لذلك الملح في محلوله المشبع (الذوبانية الغرامية).

٣) احسب كتلة كلوريد الفضة المنحلة في **$(100)\ m\ell$** من ذلك المحلول .

٤) نضيف إلى ذلك المحلول دون تغير في الحجم كلوريد الصوديوم ليصبح تركيز ه في المحلول **$(1\times10^{-5})\ mo\ell l^{-1}$**

هل يترسب ملح كلوريد الفضة في المحلول أم لا وضح ذلك حسابياً ؟ وهل يتفق ذلك مع قاعدة لوشاتولية.

(Ag = 108 , Cℓ = 35.5)

الحـــــــــــــــل

❖ ط١)

$$AgC\ell_{(S)} \rightleftharpoons Ag^{+}_{(aq)} + C\ell^{-}_{(aq)}$$

2.5×10^{-5} $\quad$ 2.5×10^{-5} $\quad$ 2.5×10^{-5} $\quad$ (ت عند الاشباع) $mo\ell l^{-1}$

$$K_{SP} = [Ag^{+}] \times [C\ell^{-}]$$

$$K_{SP} = 2.5\times10^{-5} \times 2.5\times10^{-5}$$

$$K_{SP} = 6.25 \times 10^{-10}$$

❖ ط٢)

$$C_{g\ell^{-1}} = C_{mo\ell^{-1}} \times M_{(AgCl)}$$

$$C_{g\ell^{-1}} = 2.5\times10^{-5} \times 143.5$$

$$C_{g\ell^{-1}} = 358.75\times10^{-5} \quad g\ell^{-1}$$

❖ ط٣)

$$m = C_{g\ell^{-1}} \times V$$

$$m = 358.75\times10^{-5} \times 100\times10^{-3}$$

$$m = 358.75\times10^{-6}\ g$$

❖ ط٤)

$$NaC\ell_{(S)} \longrightarrow Na^{+}_{(aq)} + C\ell^{-}_{(aq)}$$

1×10^{-5} $\quad$ 1×10^{-5} $\quad$ 1×10^{-5} $\quad$ $mo\ell l^{-1}$

$$AgC\ell_{(S)} \rightleftharpoons Ag^{+}_{(aq)} + C\ell^{-}_{(aq)}$$

2.5×10^{-5} $\quad$ $2.5\times10^{-5} + 1\times10^{-5}$ $\quad$ $mo\ell l^{-1}$

3.5×10^{-5}

$$Q = [Ag^{+}] \times [C\ell^{-}]'$$

$$Q = 2.5\times10^{-5} \times 3.5\times10^{-5}$$

$$Q = 8.75 \times 10^{-10}$$

$$K_{SP} = 6.25 \times 10^{-10}$$

$\Rightarrow Q > K_{SP}$

فالمحلول فوق مشبع يختل التوازن ويرجح التفاعل العكسي فيتشكل راسب من **AgCℓ**

عند إضافة ملح كلوريد الصوديوم التام الذوبان بالماء الى محلول كلور الفضة المشبع يزداد تركيز ايونات الكلور ويصبح **$Q > K_{SP}$** ويصبح المحلول فوق مشبع فيختل التوازن ويرجح التفاعل العكسي فيتشكل راسب من **AgCℓ** ليعود إلى حالة الإشباع وهذا يتفق مع قاعدة لوشاتليه ، حيث إن إضافة ملح **NaCℓ** يؤدي إلى زيادة تركيز ايونات الكلور **$C\ell^{-}$** في المحلول فيختل التوازن ويرجح التفاعل بالاتجاه العكسي لينقص من تلك الزيادة فيؤدى إلى ترسيب ملح **AgCℓ** .

إعداد: المدرس محمد حسين بردويل

مسألة (٢): إذا علمت بأن قيمة ثابت جداء الذوبان لملح كلوريد الرصاص هو $K_{SP} = 4 \times 10^{-6}$ المطلوب :

١) احسب الذوبانية المولية $(Cmol\ell^{-1})$ لملح كلوريد الرصاص ولأيوناته في محلوله المشبع .

٢) احسب الذوبانية الكتلية $(Cg\ell^{-1})$ لكلوريد الرصاص في ذلك المحلول المشبع .

٣) احسب كتلة كلوريد الرصاص المنحلة في **(100 ml)** من ذلك المحلول.

٤) نضيف إلى ذلك المحلول دون تغير في الحجم نترات الرصاص ليصبح تركيزه في المحلول $(2\times10^{-2}\ mol\ell^{-1})$ هل يترسب ملح كلوريد الرصاص في المحلول أم لا ؟ وضح ذلك حسابياً وهل يتفق ذلك مع قاعدة لوشاتوليه ؟ علل ذلك؟

(pb = 207 , Cℓ = 35.5) **الحـــ

**الحـــ

١) طـ١) $pbC\ell_{2(S)} \rightleftharpoons pb^{2+}_{(aq)} + 2C\ell^{-1}_{(aq)}$

	$pbC\ell_{2(S)}$	$\rightleftharpoons$	$pb^{2+}_{(aq)}$	+	$2C\ell^{-1}_{(aq)}$
$mol\ell^{-1}$ (ت عند الإشباع)	S		S		2S

$$K_{SP} = [pb^{2+}] \times [C\ell^{-1}]^2$$
$$4 \times 10^{-6} = S \times (2S)^2$$
$$4 \times 10^{-6} = 4S^3$$
$$10^{-6} = S^3$$

التراكيز موجبة نجذر الطرفين: $S = 10^{-2}\ mol\ell^{-1}$

$$[pbC\ell_{2(S)}] = S = 10^{-2}\ mol\ell^{-1}$$
$$[pb^{+2}] = S = 10^{-2}\ mol\ell^{-1}$$
$$[C\ell^{-1}] = 2S = 2 \times 10^{-2}\ mol\ell^{-1}$$

٢) طـ٢) $C_{g\ell^{-1}} = C_{mol\ell^{-1}} \times M_{(pbC\ell 2)}$

$$C_{g\ell^{-1}} = 10^{-2} \times 278$$
$$C_{g\ell^{-1}} = 278 \times 10^{-2}\ g\ell^{-1}$$

٣) طـ٣) $m = C_{g\ell^{-1}} \times V$

$$m = 278 \times 10^{-2} \times 100 \times 10^{-3}$$
$$m = 278 \times 10^{-3}\ g$$
$$m = 0.278\ g$$

٤) طـ٤) $Pb(NO_3)_{2(S)} \longrightarrow Pb^{2+}_{(aq)} + 2NO_3^-{}_{(aq)}$

$mol\ell^{-1}$	2×10^{-2}		2×10^{-2}		4×10^{-2}
$Pb\ C\ell_{2(S)}$		$\rightleftharpoons$	$pb^{2+}_{(aq)}$	+	$2C\ell^{-1}_{(aq)}$
$mol\ell^{-1}$			$2\times10^{-2} + 1\times10^{-2}$		2×10^{-2}
			3×10^{-2}		

$$Q = [pb^{2+}]^1 \times [C\ell^{-1}]^2$$
$$Q = 3\times10^{-2} \times (2\times10^{-2})^2$$
$$Q = 12 \times 10^{-6}$$
$$K_{SP} = 4 \times 10^{-6} \Rightarrow Q > K_{SP}$$

فالمحلول فوق مشبع ويتشكل راسب من كلوريد الرصاص $Pb\ C\ell_2$

عند إضافة نترات الرصاص التام التأين يزداد تركيز ايونات الرصاص فيختل التوازن ويصبح $Q > K_{SP}$ ويصبح المحلول فوق مشبع ويتشكل راسب من **Pb** $C\ell_2$ ليعود إلى حالة الإشباع وهذا يتفق مع قاعدة لوشاتليه، حيث إن إضافة ملح $Pb(NO_3)_{2(S)}$ التام التأين يؤدي إلى زيادة تركيز ايونات الرصاص pb^{2+} في المحلول فيختل التوازن ويرجح التفاعل بالاتجاه العكسي لينقص من تلك الزيادة فيؤدى إلى ترسيب ملح **Pb** $C\ell_2$.

إعداد: أ. محمد حسين بردويل

مسألة (٣): أضيف حجم معين من محلول نترات الرصاص تركيزه المولي (2×10^{-2} **moℓl⁻¹**) **إلى حجم مماثل من حمض كلور الماء** تركيزه المولي (6×10^{-2} **moℓl⁻¹**) **المطلوب:**

١) **هل يتشكل راسب من كلوريد الرصاص بعد المزج ام لا علماً بان ثابت جداء ذوبان كلور الرصاص** $K_{SP}=16\times10^{-6}$ وضح ذلك حسابياً.

٢) نضاعف التراكيز السابقة هل يتشكل راسب بعد المزج أم لا وضح ذلك حسابياً.

الحـــــــــــــــــــــــل

ط١) حساب التراكيز بعد المزج:

n (قبل المزج) = n (بعد المزج)

$$V \times C = V^{\backslash} \times C^{\backslash}$$

$$V \times C = 2V \times C^{\backslash}$$

$$C^{\backslash} = \frac{C}{2}$$

$$[pb(NO_3)_2] = \frac{0.02}{2} = 0.01 \ mo\ell l^{-1}$$

$$[HC\ell] = \frac{0.06}{2} = 0.03 \ mo\ell l^{-1}$$

$$pb(NO_3)_2 \longrightarrow pb^{+2} + 2NO_3^-$$

moℓl⁻¹   0.01   0.01   0.02

$$HC\ell + H_2O \longrightarrow H_3O^+ + C\ell^-$$

moℓl⁻¹   0.03   0.03   0.03

$$pbC\ell_2 \rightleftharpoons pb^{+2} + 2C\ell^-$$

moℓl⁻¹   0.01   0.03

$$Q = [pb^{2+}] \times [C\ell^-]^2$$

$$Q = 10^{-2} \times (3\times 10^{-2})^2$$

$$Q = 9 \times 10^{-6}$$

$$K_{SP} = 16 \times 10^{-6}$$

$$\Longrightarrow Q^{\backslash} < K_{SP}$$

فالمحلول غير مشبع (تحت مشبع) ولا يتشكل راسب من الملح الضعيف كلوريد الرصاص $pbC\ell_2$

ط٢) نضاعف التراكيز السابقة هل يتشكل راسب بعد المزج ام لا وضح ذلك حسابياً:

$$pbC\ell_2 \rightleftharpoons pb^{+2} + 2C\ell^-$$

moℓl⁻¹   0.02   0.06

$$Q^{\backslash} = [pb^{2+}] \times [C\ell^-]^2$$

$$Q^{\backslash} = 2 \times 10^{-2} \times (6 \times 10^{-2})^2$$

$$Q^{\backslash} = 72 \times 10^{-6}$$

$$K_{SP} = 16 \times 10^{-6}$$

$$\Longrightarrow Q^{\backslash} > K_{SP}$$

$$Q^{\backslash} > K_{SP}$$

فالمحلول فوق مشبع و يتشكل راسب من الملح الضعيف كلوريد الرصاص $pbC\ell_2$

إعداد: المدرس محمد حسين بردويل

مسألة (٤): نضيف **(100 ml)** من محلول نترات الرصاص الذي تركيزه **(5×10^{-2} molℓ^{-1}) إلى (400 ml)** من محلول كلورالصوديوم تركيزه **(1×10^{-1} molℓ^{-1})** فإذا كان ثابت جداء الذوبان لملح كلور الرصاص يساوي **($k_{sp}=1.6\times10^{-5}$)**
هل يتشكل راسب من ملح كلور الرصاص ام لا وضح ذلك بالحساب ؟

الحـــ

$$BaC\ell_2 \longrightarrow Ba^{2+} + 2C\ell^-$$

$mol\ell^{-1}$	10^{-5}	10^{-5}	2×10^{-5}

$$K_2SO_4 \longrightarrow 2K^+ + SO_4^{2-}$$

$mol\ell^{-1}$	10^{-5}	2×10^{-5}	10^{-5}

$$BaSO_4 \rightleftharpoons Ba^{2+} + SO_4^{2-}$$

(ت عند الإشباع) $mol\ell^{-1}$		10^{-5}	10^{-5}

$$K_{sp} = [Ba^{2+}] \times [SO_4^{2-}]^2$$
$$K_{sp} = 10^{-5} \times 10^{-5}$$
$$K_{sp} = 1 \times 10^{-10}$$

ط٢) عند إضافة كمية من حمض الكبريت القوي والتام التأين يزداد تركيز ايونات الكبريتات فيختل التوازن ويصبح $Q > K_{SP}$

و يصبح المحلول فوق مشبع و يتشكل راسب من الملح الضعيف $BaSO_4$.

ب – زيادة انحلال ملح ضعيف الذوبان بالماء في محلوله المشبع :

١) لزيادة انحلال ملح ضعيف التأين بالماء في محلوله المشبع نضيف إلى المحلول مركب تام التأين ويحوي على ايون يتفاعل مع إحدى أيونات الملح الضعيف ويشكل معها مركب ضعيف التأين بالماء فيؤدي ذلك إلى نقصان تركيز ذلك الأيون فيختل التوازن ويصبح الجداء الأيوني $K_{SP} > Q$ و يصبح المحلول تحت مشبع وقابل لحل كمية جديدة من الملح الضعيف ليعود إلى حالة الإشباع .

مثالها دورة (2007 + 2013) : اشرح آلية زيادة انحلال ملح فوسفات ثلاثية الكالسيوم في محلوله المشبع:

لزيادة انحلال ملح فوسفات ثلاثية الكالسيوم في محلوله المشبع نضيف إلى المحلول حمض كلور الماء القوي والتام التأين معطياً أيون الهيدرونيوم (H_3O^+) الذي يتحد مع أيون الفوسفات ويشكل معها حمض الفوسفور الضعيف التأين بالماء فيؤدي ذلك إلى **نقصان** تركيز أيون الفوسفات في المحلول فيختل التوازن ويصبح الجداء الأيوني $K_{SP} > Q$ و يصبح المحلول تحت مشبع وقابل لحل كمية جديدة من ملح فوسفات ثلاثية الكالسيوم ليعود إلى حالة الإشباع أي ينزاح التوازن بالاتجاه المباشر :

$$Ca_3(PO_4)_{2(S)} \rightleftharpoons 3Ca^{2+}_{(aq)} + 2PO_4^{3-}{}_{(aq)}$$

سابعاً: الإماهة:

هي ذوبان الأملاح الصلبة بالماء وتوزعها فيه على شكل أيونات موجبة وأيونات سالبة ونميز نوعين من الأيونات هما :

١) **ايونات حيادية :** لا تتفاعل مع الماء مثالها (Na^+ ، K^+ ، $C\ell^-$ ، NO_3^- ، SO_4^{2-}) و تتميز هذه الأيونات بأن مصدرها إما حموض قوية (H_2SO_4 ، HNO_3 ، $HC\ell$) أو أساس قوية (KOH ، $NaOH$) .

٢) **ايونات غير حيادية :** تتفاعل مع الماء بتفاعل حلمهة ($HCOO^-$ ، CH_3COO^- ، CN^- ، NH_4^+) و تتميز هذه الأيونات بأن مصدرها إما حموض ضعيفة (CH_3COOH ، $HCOOH$ ، HCN) أو أسس ضعيفة (NH_4OH) .

مثالها :

$$NaC\ell_{(S)} \xrightarrow{H_2O} Na^+_{(aq)} + C\ell^-_{(aq)}$$

$$K_2SO_{4(S)} \xrightarrow{H_2O} 2K^+_{(aq)} + SO_4^{2-}{}_{(aq)}$$

$$CH_3\text{-}COOK_{(S)} \xrightarrow{H_2O} CH_3\text{-}COO^-_{(aq)} + K^+_{(aq)}$$

إعداد: م. محمد حسين بردويل

ثامناً: الحلمهة: هي تفاعل ايونات الملح مع الماء وينتج عنها حمض وأساس احدهما أو كلاهما ضعيف الذوبان بالماء ويكون ناتج الحلمهة إما حمضي أو قلوي أو معتدل وهو تفاعل عكوس وكل تفاعل حلمهة يسبقه إماهة.

مثال (١) حلمهة ملح كلوريد الأمونيوم $NH_4C\ell$:

$$NH_4C\ell \xrightarrow{H_2O} NH_4^+ + C\ell^- \quad \text{(اماهة)} \quad \text{(ايون حيادي)}$$

$$NH_4^+ + H_2O \rightleftharpoons NH_3 + H_3O^+ \quad \text{(حلمهة)}$$

في هذه الحالة ناتج الحلمهة يحوي حمض قوي H_3O^+ وأساس ضعيف NH_3 فهو حمضي والـ $PH < 7$

مثال (٢) حلمهة ملح خلات الصوديوم $CH_3\text{-}COONa$:

$$CH_3\text{-}COONa \xrightarrow{H_2O} CH_3\text{-}COO^- + Na^+ \quad \text{(اماهة)} \quad \text{(ايون حيادي)}$$

$$CH_3\text{-}COO^- + H_2O \rightleftharpoons CH_3\text{-}COOH + OH^- \quad \text{(حلمهة)}$$

في هذه الحالة ناتج الحلمهة يحوي حمض ضعيف $CH_3\text{-}COOH$ وأساس قوي OH^-فهو أساسي والـ $PH > 7$

مثال (٣)حلمهة ملح خلات الأمونيوم $CH_3\text{-}COONH_4$:

$$CH_3\text{-}COONH_4 \xrightarrow{H_2O} CH_3\text{-}COO^- + NH_4^+ \quad \text{(اماهة)}$$

$$CH_3\text{-}COO^- + H_2O \rightleftharpoons CH_3\text{-}COOH + OH^- \quad \text{(حلمهة)}$$

$$NH_4^+ + H_2O \rightleftharpoons NH_3 + H_3O^+ \quad \text{(حلمهة)} \quad +$$

$$CH_3\text{-}COO^- + NH_4^+ \rightleftharpoons CH_3\text{-}COOH + NH_3 \quad \text{(حلمهة)}$$

في هذه الحالة ناتج الحلمهة يحوي حمض ضعيف وأساس ضعيف فهو إما حمضي أو أساسي أو معتدل : وذلك حسب قيمة K_a و K_b وهنا نميز ثلاث حالات هي مايلي :

إذا كانت قيمة $K_a = K_b$: يكون ناتج الحلمهة معتدل وتكون قيمة الـ $PH = 7$ (وهي حالة نادرة جداً) .

إذا كانت قيمة $K_a > K_b$: يكون ناتج الحلمهة حمضي وتكون قيمة الـ $PH < 7$ (بقليل) .

إذا كانت قيمة $K_a < K_b$: يكون ناتج الحلمهة قلوي و تكون قيمة الـ $PH > 7$ (بقليل) .

علل مايلي: ملح كلوريد الصوديوم يقوم بعملية إماهة ولا يقوم بتفاعل حلمهة: لأن كل من ايوناتها حيادية لا تتفاعل مع الماء.

تاسعاً: PH المحاليل الناتجة عن الحلمهة:

١) PH محلول ناتج حلمهة ملح يتكون من تفاعل حمض قوي وأساس ضعيف:

مثالها: كلوريد الأمونيوم $NH_4C\ell$ أو نترات الأمونيوم NH_4NO_3.

سؤال ١: اكتب معادلة حلمهة كلوريد الأمونيوم ثم استنتج العلاقة التي تربط بين قيمة ثابت الحلمهة K_h وثابت تأين محلول غاز النشادر بالماء K_b :

$$NH_4C\ell \xrightarrow{H_2O} NH_4^+ + C\ell^- \quad \text{(إماهة)} \quad \text{(ايون حيادي)}$$

$$NH_4^+ + H_2O \rightleftharpoons NH_3 + H_3O^+ \quad \text{(حلمهة)}$$

$$K_h = \frac{[NH_3][H_3O^+]}{[NH_4^+]} \quad .....(1)$$

حيث K_h ثابت الحلمهة

محمد حسين بردويل

ويما أن ناتج الحلمهة يحوي أساس ضعيف (NH_3) فانه يتأين وفق المعادلة :

$$(تأين)\quad NH_3 + H_2O \rightleftharpoons NH_4^+ + OH^-$$

$$K_b = \frac{[NH_4^+][OH^-]}{[NH_3]} \quad ....(2)$$

من(1) و(2) نجد:

$$K_h \times k_b = \frac{[NH_3][H_3O^+]}{[NH_4^+]} \times \frac{[NH_4^+][OH^-]}{[NH_3]} = [H_3O^+] \times [OH^-] = K_W = 10^{-14}$$

$$\boxed{K_h = \frac{K_W}{K_b} = \frac{10^{-14}}{K_b}}$$

وهي علاقة عامة تقبل في المسائل دون برهان

مسألة٦ : محلول لنترات الأمونيوم تركيزه المولي $0.2\ mo\ell l^{-1}$ فإذا علمت بأن قيمة ثابت تأين غاز النشادر $K_b = 2\times10^{-5}$ المطلوب:

١) احسب قيمية ثابت الحلمهة K_h

٢) اكتب معادلة حلمهة هذا الملح.

٣) احسب تركيز ايونات الهدرونيوم $[H_3O^+]$ ثم تركيز ايونات الهيدروكسيد $[OH^-]$

٤) احسب **PH** المحلول وما طبيعة المحلول الناتج عن الحلمهة .

٥) احسب النسبة المئوية المتحلمهة.

٦) نضيف إلى ذلك المحلول بضع قطرات من حمض الأزوت ليصبح تركيزه في المحلول $0.1\ mo\ell l^{-1}$ احسب النسبة المئوية المتحلمهة بعد تلك الإضافة ثم احسب **PH** المحلول بعد تلك الإضافة.

الحـــــــــــــــــل

١)
$$K_h = \frac{K_W}{K_b} = \frac{10^{-14}}{2\times10^{-5}} = 0.5\times10^{-9}$$

$$k_h = 5\times 10^{-10}$$

٢)
$$(إماهة)\quad NH_4NO_3 \xrightarrow{H_2O} NH_4^+ + NO_3^- \quad (ايون حيادي)$$

$mo\ell l^{-1}$	0.2	0.2	0.2

$$(حلمهة)\quad NH_4^+ + H_2O \rightleftharpoons NH_3 + H_3O^+$$

		NH_4^+	NH_3	H_3O^+
$mo\ell l^{-1}$	(ت بدء)	0.2	0	0
$mo\ell l^{-1}$	(ت حلمهه)	-X	+X	+X
$mo\ell l^{-1}$	(ت توازن)	0.2 - X	X	X

$$K_h = \frac{[H_3O^+][NH_3]}{[NH_4^+]}$$

$$5\times10^{-10} = \frac{X^2}{0.2 - X}$$ تهمل X لصغرها امام 0.2 ولصغر K_h

$$5\times10^{-10} = \frac{X^2}{0.2}$$

$$X^2 = 5\times0.2\times10^{-10}$$

$$X^2 = 10^{-10}$$

$$X = [H_3O^+] = 10^{-5}\ mo\ell l^{-1}$$

إعداد: المدرس محمد حسين بردويل

٣) من علاقة التأين الذاتي للماء نجد :

$$[OH^-] = \frac{10^{-14}}{[H_3O^+]} = \frac{10^{-14}}{10^{-5}}$$

$$[OH^-] = 10^{-9} \quad mol\ell l^{-1}$$

٤) حساب قيمة الـ PH :

$$PH = -\log[H_3O]$$

$$PH = -\log(10^{-5})$$

$PH = 5 < 7$ ناتج الحلمهة حمضي

٥) النسبة المئوية المتحلمهة :

كل $0.2\ mol\ell l^{-1}$ يتحلمه منها $X = 10^{-5}\ mol\ell l^{-1}$

كل $100\ mol\ell l^{-1}$ يتحلمه منها $z\ mol\ell l^{-1}$

$$z = \frac{10^{-5} \times 100}{0.2} = 5 \times 1o^{-3} \quad mol\ell l^{-1}$$

فالنسبة المئوية المتحلمهه هي $5\times10^{-3}\ \%$

٦)

	(تأين)	HNO_3 + H_2O $\xrightarrow{H_2O}$	NO_3^-	+	H_3O^+
$mol\ell l^{-1}$		10^{-1}	10^{-1}		10^{-1}
	(حلمهة)	NH_4^+ + H_2O $\rightleftharpoons$	NH_3	+	H_3O^+
$mol\ell l^{-1}$	(ت بدء)	0.2	0		10^{-1}
$mol\ell l^{-1}$	(ت حلمهه)	-X	+X		+X
$mol\ell l^{-1}$	(ت توازن)	0.2 - X	X		$X + 10^{-1}$

$$K_h = \frac{[NH_3][H_3O^+]}{[NH_4^+]}$$

$$5 \times 10^{-10} = \frac{X(0.1 + X)}{(0.2 - X)}$$

تهمل X في البسط والمقام لصغرها امام 0.2 و 0.1 لصغر Kh

$$X = 5{\times}2 \times 10^{-10}$$

$$X = 10^{-9}\ mol\ell l^{-1}$$

النسبة المئوية المتحلمهة :

كل $0.2\ mol\ell l^{-1}$ يتحلمه منها $X = 10^{-9}\ mol\ell l^{-1}$

كل $100\ mol\ell l^{-1}$ يتحلمه منها $Z_1\ mol\ell l^{-1}$

$$Z_1 = \frac{10^{-9} \times 100}{0.2} = 5 \times 1o^{-7} \quad mol\ell l^{-1}$$

فالنسبة المئوية المتحلمهه هي $5\times10^{-7}\ \%$

$$[H_3O^+]' = X + 10^{-1}$$

$$[H_3O^+]' = 10^{-9} + 10^{-1} \approx 10^{-1}\ mol\ell l^{-1}$$

حساب قيمة الـ PH' :

$$PH' = -\log[H_3O^+]'$$

$$PH' = -\log(10^{-1})$$

إعداد: أ. رس محمد حسين بردويل

٢ – PH محلول ينتج عن حلمهة ملح يتكون من تفاعل حمض ضعيف و أساس قوي :

مثالها: خلات الصوديوم CH_3COONa ، نملات الصوديوم $HCOONa$ ، سيانيد الصوديوم $Na\ CN$.

خلات البوتاسيوم CH_3COOK ، نملات البوتاسيوم $HCOOK$ ، سيانيد البوتاسيوم $K\ CN$.

سؤال ٢ : أكتب معادلة حلمهة ملح خلات الصوديوم وما العلاقة التي تربط بين قيمة ثابت الحلمهه (K_h) و ثابت تأين حمض الخل (K_a) وكيف نتوصل إليها ؟

$$CH_3COONa \xrightarrow{H_2O} CH_3COO^- + N_a^+$$ (إماهة) (ايون حيادي)

$$CH_3COO^- + H_2O \rightleftharpoons CH_3COOH + OH^-$$ (حلمهة)

$$K_h = \frac{[CH_3COOH][OH^-]}{[CH_3COO^-]} \quad .....(1)$$

حيث K_h ثابت الحلمهة

وبما أن ناتج الحلمهة يحوي حمض الخل الضعيف (CH_3COOH) فانه يتأين وفق المعادلة :

$$CH_3COOH + H_2O \rightleftharpoons CH_3COO^- + H_3O^+$$ (تأين)

$$K_a = \frac{[CH_3COO^-][H_3O^+]}{[CH_3COOH]} \quad .....(2)$$

من(1) و(2) نجد:

$$K_h \times K_a = \frac{[CH_3COO^-][H_3O^+]}{[CH_3COOH]} \times \frac{[CH_3COOH][OH^-]}{[CH_3COO^-]} = [H_3O^+] \times [OH^-] = K_W = 10^{-14}$$

$$K_h = \frac{K_W}{K_a} = \frac{10^{-14}}{K_a}$$

وهي علاقة عامة تقبل في المسائل دون برهان

مسألة٧ : محلول لنملات البوتاسيوم تركيزه المولي $0.02\ mol\ell^{-1}$ فإذا علمت بأن قيمة ثابت تأين حمض النمل $K_a = 2\times10^{-4}$ المطلوب :

١) احسب قيمة ثابت الحلمهة K_h

٢) اكتب معادلة حلمهة ذلك الملح.

٣) احسب تركيز ايونات الهيدروكسيد $[OH^-]$ ثم تركيز ايونات الهدرونيوم $[H_3O^+]$

٤) احسب PH المحلول وما طبيعة المحلول الناتج عن الحلمهة .

٥) احسب النسبة المئوية المتحلمهة.

٦) نضيف إلى ذلك المحلول بضع قطرات من هيدروكسيد البوتاسيوم ليصبح تركيزه في المحلول $0.01\ mol\ell^{-1}$ احسب النسبة المئوية المتحلمهة بعد تلك الإضافة .

إعداد: رمز محمد حسين بردويل

الحـــــــــــــــــــــــــــل

١) $$K_h = \frac{K_W}{K_a} = \frac{10^{-14}}{K_a} = \frac{10^{-14}}{2\times10^{-4}} = 0.5\times10^{-10}$$

٢) (ايون حيادي) K^+ + $HCOO^-$ ⟵ $HCOOK$ (اماهة)

$mol\ell^{-1}$		0.02	0.02	0.02

(حلمهة) $HCOO^-$ + H_2O ⟷ $HCOOH$ + OH^-

$mol\ell^{-1}$	(ت بدء)	0.02	0	0
$mol\ell^{-1}$	(ت حلمهه)	-X	+X	+X
$mol\ell^{-1}$	(ت توازن)	0.02 - X	X	X

$$K_h = \frac{[HCOOH][OH^-]}{[HCOO^-]}$$

$$5\times10^{-11} = \frac{X^2}{0.02 - X}$$ ← تهمل X لصغرها امام 0.02 ولصغر K_h

$$X^2 = 5\times0.02\times10^{-11}$$

$$X^2 = 10^{-12}$$

٣) $X = [OH^-] = 10^{-6}\ mol\ell^{-1}$

$$[H_3O^+] = \frac{10^{-14}}{[OH^-]} = \frac{10^{-14}}{10^{-6}} = 10^{-8}\ mol\ell^{-1}$$

٤) حساب قيمة الـ PH :

$$PH = -\log[H_3O^+]$$

$$PH = -\log(10^{-8})$$

$$PH = 8 > 7$$

ناتج الحلمهة أساسي

٥) النسبة المئوية المتحلمهة :

كل $0.02\ mol\ell^{-1}$ يتحلمهه منها $X = 10^{-6}\ mol\ell^{-1}$

كل $100\ mol\ell^{-1}$ يتحلمهه منها $z\ mol\ell^{-1}$

$$z = \frac{10^{-6}\times100}{0.02} = 5\times10^{-3}\ mol\ell^{-1}$$

فالنسبة المئوية المتحلمهه هي $5\times10^{-3}\ \%$

٦) KOH (تأين) $\xrightarrow{H_2O}$ K^+ + OH^-

$mol\ell^{-1}$	10^{-2}	10^{-2}	10^{-2}

(حلمهة) $HCOO^-$ + H_2O ⟷ $HCOOH$ + OH^-

$mol\ell^{-1}$	(ت بدء)	0.02	0	10^{-2}
$mol\ell^{-1}$	(ت حلمهه)	-X	+X	+X
$mol\ell^{-1}$	(ت توازن)	0.02 - X	X	$X + 10^{-2}$

إعداد
مدرس محمد حسين بردويل

$$K_h = \frac{[HCOOH][OH^-]}{[HCOO^-]}$$

تهمل X في البسط والمقام لصغرها امام 0.01 و 0.02 ولصغر Kh

$$5\times10^{-11} = \frac{X(0.01+X)}{(0.02-X)}$$

$$X = 5\times2\times10^{-11} = 10^{-10}\ mol\ell^{-1}$$

النسبة المئوية المتحلمهة :

كل $0.02\ mol\ell^{-1}$ يتحلمه منها $X = 10^{-10}\ mol\ell^{-1}$

كل $100\ mol\ell^{-1}$ يتحلمه منها $Z_1\ mol\ell^{-1}$

$$Z_1 = \frac{10^{-10}\times100}{0.02} = 5\times10^{-7}\ mol\ell^{-1}$$

فالنسبة المئوية المتحلمهه هي $5\times10^{-7}\ \%$

٣ – إذا كان ناتج الحلمهه يحوي حمض ضعيف و أساس ضعيف:

مثالها: خلات الأمونيوم CH_3COONH_4 ، نملات الأمونيوم $HCOONH_4$ ، سيانيد الأمونيوم NH_4CN

سؤال ٣ : أكتب معادلة حلمهة ملح خلات الأمونيوم وما العلاقة التي تربط بين قيمة ثابت الحلمهه (K_h) و ثابت تأين حمض الخل (K_a) و ثابت تأين غاز النشادر (K_b) وكيف نتوصل إليها ؟

حلمهة ملح خلات الأمونيوم $CH_3\text{-}COONH_4$:

$$CH_3\text{-}COONH_4 \xrightarrow{H_2O} CH_3\text{-}COO^- + NH_4^+ \quad (\text{اماهة})$$

$$CH_3\text{-}COO^- + H_2O \rightleftharpoons CH_3\text{-}COOH + OH^- \quad (\text{حلمهة})$$

$$NH_4^+ + H_2O \rightleftharpoons NH_3 + H_3O^+ \quad (\text{حلمهة}) \quad +$$

$$CH_3\text{-}COO^- + NH_4^+ \rightleftharpoons CH_3\text{-}COOH + NH_3 \quad (\text{حلمهة})$$

$$K_h = \frac{[CH_3COOH][NH_3]}{[CH_3COO^-][NH_4^+]}$$

حيث K_h ثابت الحلمهة

نضرب البسط والمقام بـ $[H_3O^+]\times[OH^-]$ فنجد :

$$K_h = \frac{[CH_3COOH]}{[CH_3COO^-][H_3O^+]}\times\frac{[NH_3]}{[NH_4^+]\times[OH^-]}\times[H_3O^+]\times[OH^-]$$

$$K_h = \frac{1}{K_a}\times\frac{1}{K_b}\times K_w \Rightarrow K_h = \frac{K_w}{K_a\times K_b}$$

وهي علاقة عامة تقبل في المسائل دون برهان

في هذه الحالة ناتج الحلمهة يحوي حمض ضعيف وأساس ضعيف فهو إما حمضي أو أساسي أو معتدل: وذلك حسب قيمة K_a و K_b **وهنا نميز ثلاث حالات هي مايلي :**

إذا كانت قيمة $K_a = K_b$: يكون ناتج الحلمهة معتدل وتكون قيمة الـ PH=7 (وهي حالة نادرة جداً) .

إذا كانت قيمة $K_a > K_b$: يكون ناتج الحلمهة حمضي وتكون قيمة الـ PH < 7 (بقليل) .

إذا كانت قيمة $K_a < K_b$: يكون ناتج الحلمهة قلوي و تكون قيمة الـ PH >7 (بقليل) .

مسالة٨ : محلول لنملات الأمونيوم ($HCOONH_4$) فإذا علمت بأن قيمة ثابت تأين حمض النمل $K_a= 2\times10^{-4}$ وأن قيمة ثابت تأين غاز النشادر في محلوله $K_b= 2\times10^{-5}$ **و المطلوب :**

١) احسب قيمة ثابت الحلمهة K_h.

٢) اكتب معادلة حلمهة ذلك الملح.

٣) ما طبيعة المحلول الناتج عن الحلمهة علل اجابتك.

الحـــــــــــــــــــــــــــــــل

١)
$$K_h = \frac{K_w}{K_a \times K_b} = \frac{10^{-14}}{2\times10^{-4}\times2\times10^{-5}} = 0.25\times10^{-5}$$

$$k_h = 25\times 10^{-7}$$

٢)

(اماهة) $HCOONH_4 \xrightarrow{H_2O} HCOO^- + NH_4^+$

(حلمهة) $HCOO^- + H_2O \rightleftharpoons HCOOH + OH^-$

(حلمهة) $NH_4^+ + H_2O \rightleftharpoons NH_3 + H_3O^+$ +

(حلمهة) $H\text{-}COO^- + NH_4^+ \rightleftharpoons H\text{-}COOH + NH_3$

٣)
$$K_a = 2\times10^{-4}$$
$$K_b = 2\times10^{-5}$$
$\Rightarrow$ **$K_a > K_b$**

(ناتج الحلمهة محلول حمضي والـ PH < 7)

مسالة٩: محلول لخلات الأمونيوم (CH_3COONH_4) فإذا علمت بأن قيمة ثابت تأيّن حمض الخل $K_a= 2\times10^{-5}$ وأن قيمة ثابت تأيّن غاز النشادر في محلوله المائي $K_b= 2\times10^{-5}$ **،المطلوب:**

١) احسب قيمة ثابت الحلمهة K_h.

٢) اكتب معادلة حلمهة ذلك الملح.

٣) ما طبيعة المحلول الناتج عن الحلمهة وما قيمة **PH** **ذلك** المحلول علل اجابتك.

الحـــــــــــــــــــــــــــــــل

إعداد: أ. حمد حسين بردويل

١)
$$K_h = \frac{K_w}{K_a \times K_b} = \frac{10^{-14}}{2\times10^{-5}\times2\times10^{-5}} = 0.25\times10^{-4}$$

$$k_h = 25\times 10^{-6}$$

٢)

(اماهة) $CH_3COONH_4 \xrightarrow{H_2O} CH_3COO^- + NH_4^+$

(حلمهة) $CH_3COO^- + H_2O \rightleftharpoons CH_3COOH + OH^-$

(حلمهة) $NH_4^+ + H_2O \rightleftharpoons NH_3 + H_3O^+$ +

(حلمهة) $CH_3\text{-}COO^- + NH_4^+ \rightleftharpoons CH_3COOH + NH_3$

٣)
$$K_a = 2\times10^{-5}$$
$$K_b = 2\times10^{-5}$$
$\Rightarrow$ **$K_a = K_b$**

ناتج الحلمهة معتدل والـ PH =7

مسالة١٠ : محلول لخلات الصوديوم تركيزه $0.2\ mo\ell l^{-1}$ و قيمة الـ $PH = 9$ المطلوب :

١) اكتب معادلة حلمهة هذا الملح .

٢) احسب قيمة ثابت حلمهة هذا الملح K_h .

٣) احسب قيمة ثابت تأين حمض الخل K_a .

الحـــــــــــــل

ط١) (ايون حيادي) $CH_3COONa \xrightarrow{H_2O} CH_3COO^-_{(aq)} + Na^+_{(aq)}$ (إماهة)

$mo\ell l^{-1}$		0.2	0.2	0.2

(حلمهة) $CH_3COO^- + H_2O \rightleftharpoons CH_3COOH + OH^-$

		CH_3COO^-	CH_3COOH	OH^-
$mo\ell l^{-1}$	(ت بدء)	0. 2	0	0
$mo\ell l^{-1}$	(ت حلمهه)	-X	+X	+X
$mo\ell l^{-1}$	(ت توازن)	0. 2 - X	X	X

$$K_h = \frac{[CH_3COOH][OH^-]}{[CH_3COO^-]}$$

$$K_h = \frac{X^2}{0.2 - X}$$

تهمل X لصغرها أمام 0.2 ولصغر K_h

$$K_h = \frac{X^2}{0.2} \text{.......... ....(1)}$$

ط٢) لكن من المسألة نجد :

$$PH = 9$$

$$[H_3O^+] = 10^{-PH} = 10^{-9}\ mo\ell l^{-1}$$

$$[H_3O^+] \times [OH^-] = 10^{-14}$$

$$X = [OH^-] = \frac{10^{-14}}{[H_3O^+]} = \frac{10^{-14}}{10^{-9}} = 10^{-5}\ mo\ell l^{-1}$$

$$X = [OH^-] = 10^{-5}\ mo\ell l^{-1} \text{.......... ...(2)}$$

نعوض (2) في (1) فنجد :

$$K_h = \frac{10^{-10}}{2 \times 10^{-1}} = 0.5 \times 10^{-9}$$

$$K_h = 5 \times 10^{-10}$$

ط٣)

$$K_h = \frac{K_W}{K_a}$$

$$K_a = \frac{K_W}{K_h} = \frac{10^{-14}}{5 \times 10^{-10}} = 0.2 \times 10^{-4}$$

$$K_a = 2 \times 10^{-5}$$

إعداد: المدرس محمد حسين بردويل

مسالة١١: محلول لكلوريد الأمونيوم تركيزه المولي $0.2\ mol\ell^{-1}$ وقيمة الـ **PH=5 المطلوب:**

١) اكتب معادلة حلمهة هذا الملح.

٢) احسب تركيز ايونات الهدرونيوم $[H_3O^+]$

٣) احسب قيمة ثابت الحلمهه K_h.

٤) احسب قيمة ثابت تأين غاز النشادر K_b.

الحـــ

١)

(اماهة)	$NH_4C\ell$	$\xrightarrow{H_2O}$	NH_4^+	+	$C\ell^-$ (ايون حيادي)
($mol\ell^{-1}$ت)	0.2		0.2		0.2

(حلمهة)	NH_4^+	+	H_2O	$\rightleftharpoons$	NH_3	+ H_3O^+
$mol\ell^{-1}$ (ت بدء)	0.2				0	0
$mol\ell^{-1}$ (ت حلمهه)	-X				+X	+X
$mol\ell^{-1}$ (ت توازن)	0.2 - X				X	X

$$K_h = \frac{[H_3O^+][NH_3]}{[NH_4^+]}$$

$$K_h = \frac{X^2}{0.2 - X}$$ تهمل X لصغرها أمام 0.2 ولصغر K_h

$$K_h = \frac{X^2}{0.2} \text{ ....(1)}$$

٢) لكن من المسألة نجد : $PH = 9$

$$[H_3O^+] = 10^{-PH} = 10^{-9}\ mol\ell^{-1}$$

٣) من المسألة يكون: $X = [H_3O^+] = 10^{-5}\ mol\ell^{-1}$ .....(2)

٤) نعوض (2) في (1) فنجد: $K_h = \frac{10^{-10}}{0.2} = \frac{10^{-10}}{2\times10^{-1}} = 0.5\times10^{-9}$

$K_h = 5\times10^{-10}$

٥)

$$K_h = \frac{K_w}{K_b}$$

$$K_b = \frac{10^{-14}}{K_h} = \frac{10^{-14}}{5\times10^{-10}} = 0.2\times10^{-4}$$

$K_b = 2\times10^{-5}$

إعداد: أ. محمد حسين بردويل

مسالة١٢: محلول مائي لملح سيانيد الصوديوم تركيزه المولي $[NaCN] = 0.05\ mol\ell^{-1}$ فاذا علمت بأن قيمة ثابت الحلمهة لذلك الملح $K_h=2\times10^{-5}$ **المطلوب:** احسب قيمة الـ PH لذلك المحلول وما طبيعة المحلول الناتج عن الحلمهة علل اجابتك.

الحـــــــــــــــــــــــــل

ط١) (ايون حيادي) Na^+ + CN^- $\xrightarrow{H_2O}$ NaCN (اماهة)

0.05 0.05 0.05 (ت$mo\ell l^{-1}$)

(حلمهة) $CN^- + H_2O \rightleftharpoons HCN + OH^-$

		CN^-	HCN	OH^-
$mo\ell l^{-1}$	(ت بدء)	0.05	0	0
$mo\ell l^{-1}$	(ت حلمهه)	-X	+X	+X
$mo\ell l^{-1}$	(ت توازن)	0.05 - X	X	X

$$K_h = \frac{[HCN][OH^-]}{[CN^-]}$$

$$K_h = \frac{X^2}{0.05 - X}$$ تهمل **X** لصغرها أمام **0.05** ولصغر K_h

$$2 \times 10^{-5} = \frac{X^2}{0.05}$$

$$X^2 = 2\times 10^{-5} \times 5 \times 10^{-2} = 10^{-6}$$

$$X = [OH^-] = 10^{-3} \ mo\ell l^{-1}$$

$$[H_3O^+] = \frac{10^{-14}}{[OH^-]} = \frac{10^{-14}}{10^{-3}} = 10^{-11} \ mo\ell l^{-1}$$

$$PH = -\log[H_3O^+]$$

$$PH = -\log(10^{-11})$$

$$PH = 11$$

ط٢) ناتج الحلمهة اساسي والـ $PH > 7$

عاشرا: المحلول المنظم (الموقي):

هو المحلول الذي يُحد من التغيرات الكبيرة في قيمة الـ **(pH)** عندما تضاف إليه كمية قليلة من حمض قوي أو أساس قوي وهو محلول مائي لمزيج حمض ضعيف مع أحد أملاحه الذوابة، أو محلول مائي لمزيج أساس ضعيف مع أحد أملاحه الذوابة . والمحاليل المنظمة في جسم الإنسان ضرورية لحياته، فهي تحافظ على **pH** الدم وتساوي **pH = 7.4** **أمثلة:**

إعداد: م/ محمد حسين بردويل

أ) محلول يتألف أساس ضعيف وأحد املاحه الذوابة :

محلول مائي لهدروكسيد الأمونيوم و ملح لكلوريد الأمونيوم **(NH_4OH, $NH_4C\ell$)** **فهو يُحد من التغيرات الكبيرة في** قيمة **pH** عندما يضاف اليه كمية قليلة من حمض قوي او اساس قوي.

ب) محلول يتألف حمض ضعيف وأحد املاحه الذوابة :

محلول مائي لحمض الخل و ملح خلات الصوديوم **(CH_3COOH , CH_3COONa)** **فهو يُحد من التغيرات الكبيرة في** قيمة **pH** عندما يضاف اليه كمية قليلة من حمض قوي او اساس قوي.

ت) مثال أخر لمحلول يتألف حمض ضعيف وأحد املاحه الذوابة:

محلول مائي لحمض الكربون وملح بيكربونات الصوديوم **($NaHCO_3$, H_2CO_3)** **فهو يُحد من التغيرات الكبيرة في** قيمة **pH** عندما يضاف اليه كمية قليلة من حمض قوي او اساس قوي.

أنشطة وتدريبات

أولاً: اختر الإجابة الصحيحة لكل مما يأتي :

١) الملح الذواب الذي يتحلمه في الماء من بين الأملاح الآتية هو:

أ) $KC\ell$ ب) $NaNO_3$ ج) √NH_4NO_3 د) $Ca_3(PO_4)_2$

٢) المحلول المائي الذي له أكبر قيمة **PH** من بين المحاليل الآتية هو محلول:

أ) $NaC\ell$ ب) HCN ج) NH_4NO_3 د) √ CH_3COONa

٣) يحصل توازن غير متجانس بين الطور الصلب و الطور المذاب في محلول مائي لملح قليل الذوبان هو:

أ) √$PbCrO_4$ ب) $Pb(NO_3)_2$ ج) Na_2SO_4 د) $(NH_4)_3PO_4$

٤) محلول مائي لملح $\underline{Na_2}CO_3$ تركيزه $1.6\ mo\ell l^{-1}$ يمدد بإضافة من كمية من الماء المقطر اليه بحيث يصبح حجمه اربعة اضعاف ما كان عليه فيكون التركيز الجديد لأيونات الصوديوم في المحلول مقدرة بـ $mo\ell l^{-1}$ يساويا:

م : محمد بردويل

أ) 0.6 ب) 0.4 ج) √ 0.8 د) 0.2

٥) اذا علمت بان $K_{SP(AgC\ell)} = 6.25 \times 10^{-10}$ عند درجة حرارة معينه فان تركيز ايون الفضة مقدراً بـ $mo\ell l^{-1}$ يكون:

أ) 1.25×10^{-10} ب) 2.5×10^{-10} ج) √ 2.5×10^{-5} د) 6.25×10^{-5}

٦) عند تمديد محلول مائي لملح KNO_3 تركيزه $2.4\ mo\ell l^{-1}$ بإضافة كمية من الماء المقطر إليه تساوي ثلاثة امثال حجمه فيكون التركيز الجديد للمحلول مقدرا بـ $mo\ell l^{-1}$ مساويا:

أ) √0.6 ب) 0.4 ج) 0.3 د) 0.2

ثانياً: اعط تفسيراً علمياً لكل مما يأتي:

١) **ذوبان ملح نترات البوتاسيوم ($NaNO_3$) بالماء لا يعد حلمهة :** لأن كل من أيوناتها حيادية لا تتفاعل مع الماء.

٢) **جميع الاملاح تتمتع بخاصية قطبية:** كونها مركبات ايونية تتألف من شقين (شق أساسي موجب و شق حمضي سالب)

٣) **املاح الصوديوم جيدة الذوبان بالماء:** لأن قوى التجاذب بين ايونات الملح في بلوراتها أصغر من قوى التجاذب بين أيونات الملح وجزيئات الماء اثناء الذوبان فيه.

٤) **ملح كرومات الفضة قليل الذوبان بالماء :** لأن قوى التجاذب بين ايونات الملح في بلوراتها أكبر من قوى التجاذب بين أيونات الملح وجزيئات الماء اثناء الذوبان فيه.

٥) **الماء مركب قطبي :** بسبب فرق الكهرسلبية بين الهدروجين والأوكسجين فيه.

٦) **الأملاح مركبات قطبية :** كونها مركبات ايونية تتألف من شقين (شق أساسي موجب و شق حمضي سالب)

٧) **الأملاح مركبات ذوابة بالماء:** لأن الماء قطبي والأملاح قطبية والشبيه يُحلُ الشبيه.

ثالثا اجب عن السؤالين الآتيين :

السؤال الأول: يحوي بيشر محلول مشبع لملح ($PbCrO_4$)قليل الذوبان بالماء يضاف اليه قطرات من محلول نترات الرصاص $Pb(NO_3)_2$ عديم اللون . فيتشكل راسب من كرومات الرصاص **المطلوب:**

إعداد: أ. محمد حسين بردويل

١) اكتب معادلة التوازن غير المتجانس لملح كرومات الرصاص. ٢) اشرح الية الترسيب التي حدثت لقسم من هذا الملح.

٣) اشرح الية الترسيب التي حدثت لقسم من هذا الملح. ٤) اقترح طريقة لفصل المحلول عن الراسب.

الحـــــــــــــــــــــــــــل

١) $PbCrO_{4(s)} \rightleftharpoons Pb^{2+}_{(aq)} + CrO_4^{2-}_{(aq)}$

٢) $Pb(NO_3)_{2(s)} \xrightarrow{H_2O} Pb^{2+}_{(aq)} + NO_3^{-}_{(aq)}$

ان اضافة ملح نترات الرصاص يؤدي الى ازدياد تركيز أيونات الرصاص فيختل التوازن ويصبح ($Q > K_{SP}$) ويصبح المحلول فوق مشبع فيتشكل راسب من كرومات الرصاص.

٣) اضافة بضع قطرات من محلول كرومات البوتاسيوم K_2CrO_4 التي تودي إلى زيادة تركيز أيون الكرومات ويصبح ($Q > K_{SP}$) فيختل التوازن ويرجح التفاعل العكسي لينقص من تلك الزيادة في تركيز أيونات الكرومات فيتشكل راسب من كرومات الرصاص $PbCrO_{4(s)}$.

٤) تتم عملية الفصل بالترشيح .

السؤال الثاني: اكتب معادلة التوازن غير المتجانس و علاقة جداء الذوبان لكل من محاليل الاملاح المشبعة التالية :

أ) PbS ب) $BaCO_3$ ج) $MgCO_3$ د) Ag_2CrO_4

الحـــــــــــــــــــــــــــل

(a $PbS_{(S)} \rightleftharpoons pb^{2+}_{(aq)} + S^{2-}_{(aq)}$

$K_{SP} = [pb^{2+}][S^{2-}]$

(b $BaCO_{3(S)} \rightleftharpoons Ba^{2+}_{(aq)} + CO_3^{2-}_{(aq)}$

$K_{SP} = [Ba^{2+}][CO_3^{2-}]$

(C $MgCO_{3(S)} \rightleftharpoons Mg^{2+}_{(aq)} + CO_3^{2-}_{(aq)}$

$K_{SP} = [Mg^{2+}][CO_3^{2-}]$

(d $Ag_2CrO_{4(S)} \rightleftharpoons 2Ag^{+}_{(aq)} + CrO_4^{2-}_{(aq)}$

$K_{SP} = [Ag^{+}]^2[CrO_4^{2-}]$

إعداد: م. محمد حسين بردويل

خامساً : حل المسائل التالية :

المسألة (١): محلول لخلات البوتاسيوم تركيزه المولي $0.2\ mo\ell^{-1}$ فإذا علمت بأن قيمةالـ $PH=9$ عند الدرجة $25^{\circ}C$ المطلوب :

١) اكتب معادلة حلمهة ذلك الملح.

٢) احسب تركيز ايونات الهدرونيوم $[H_3O^+]$

٣) احسب قيمة ثابت الحلمهة K_h.

٤) احسب قيمة ثابت تأين حمض الخل K_a.

٥) احسب النسبة المئوية المتحلمهة.

٦) ما طبيعة الوسط الناتج عن تلك الحلمهة ، علل اجابتك.

الحـــــــــــــــــل

١)

$$CH_3COOK_{(S)} \xrightarrow{H_2O} CH_3COO^-_{(S)} + K^+_{(S)}$$

(اماهة)　(ايون حيادي)

	$CH_3COOK_{(S)}$	$CH_3COO^-_{(S)}$	$K^+_{(S)}$
$mo\ell l^{-1}$	0. 2	0. 2	0. 2

(حلمهة)

$$CH_3COO^- + H_2O \rightleftharpoons CH_3COOH + OH^-$$

		CH_3COO^-	CH_3COOH	OH^-
$mo\ell l^{-1}$	(ت بدء)	0. 2	0	0
$mo\ell l^{-1}$	(ت حلمهه)	-X	+X	+X
$mo\ell l^{-1}$	(ت توازن)	0. 2 - X	X	X

٢) $PH = 9 \Longrightarrow [H_3O^+]=10^{-PH} = 10^{-9}\ mo\ell l^{-1}$

٣) $[H_3O^+]\times[OH^-] = K_W = 10^{-14}$

$$X = [OH^-] = \frac{10^{-14}}{[H_3O^+]} = \frac{10^{-14}}{10^{-9}} = 10^{-5}\ mo\ell l^{-1}$$

$$K_h = \frac{[CH_3COOH]\times[OH^-]}{[CH_3COO^-]}$$

$$K_h = \frac{X^2}{0.2 - X}$$

تهمل X لصغرها أمام 0.2 ولصغر قيمة K_h

$$K_h = \frac{(10^{-5})^2}{0.2} = 0.5\times10^{-9} = 5\times10^{-10}$$

$$K_h = 5\times10^{-10}$$

٤) $K_h \times K_a = 10^{-14}$

$$K_a = \frac{10^{-14}}{K_h} = \frac{10^{-14}}{5\times10^{-10}} = 0.2\times10^{-4}$$

$$Ka = 2\times10^{-5}$$

٥) كل $0.2\ mo\ell l^{-1}$ من خلات البوتاسيوم يتحلمه منها $10^{-5}\ mo\ell l^{-1}$

كل $100\ mo\ell l^{-1}$ من خلات البوتاسيوم يتحلمه منها $z\ mo\ell l^{-1}$

$$Z = 5\times10^{-3}\ mo\ell l^{-1}$$

فالنسبة المئوية المتحلمهة: 5×10-3 %

٦) $PH = 9 > 7$　ناتج الحلمهه اساسي قلوي

المسألة (٢): محلول مشبع لكبريتات الفضة تركيز ه $(0.015)mo\ell l^{-1}$ **المطلوب:**

١) احسب قيمة ثابت جداء ذوبان ملح كبريتات الفضة **Ksp** .

٢) نضيف إلى ذلك المحلول دون تغير بالحجم كبريتات الصوديوم ليصبح تركيز ه في المحلول **(0.01)** $mo\ell l^{-1}$ هل يترسب ملح كبريتات الفضة في المحلول أم لا وضح ذلك حسابياً ؟ وهل يتفق ذلك مع قاعدة لوشاتولية.

(Ag = 108 , S = 32 , O = 16)

إعداد: م محمد حسين بردويل

الحــــــــــــــــــــل

١) $Ag_2SO_{4\,(S)} \rightleftharpoons 2Ag^{+}_{(aq)} + SO_4^{2-}{}_{(aq)}$

$mol\ell^{-1}$ (ت اشباع) 0.015   2×0.015   0.015

$K_{SP} = [Ag^+]^2 \times [SO_4^{2-}]$

$K_{SP} = (0.03)^2 \times (0.015)$

$K_{SP} = 9 \times 10^{-4} \times 15\times10^{-3}$

$K_{SP} = 135 \times 10^{-7}$

$K_{SP} = 1.35 \times 10^{-5}$

❖ ٢) $Na_2SO_{4(S)} \xrightarrow{H_2O} 2Na^{+}_{(aq)} + SO_4^{2-}{}_{(aq)}$

$mol\ell^{-1}$ 1×10^{-2} 2×10^{-2} 1×10^{-2}

$Ag_2SO_{4\,(S)} \rightleftharpoons 2Ag^{+}_{(aq)} + SO_4^{2-}{}_{(aq)}$

$mol\ell^{-1}$ 0.03   0.015 + 0.01

$Q = [Ag^+]^2 \times [SO_4^{2-}]^{\backslash}$ 0.025

$Q = (0.03)^2 \times 0.025$

$Q = 9 \times 10^{-4} \times 25\times10^{-3}$

$Q = 225\times 10^{-7}$

$Q = 2.25\times 10^{-5}$

$K_{SP} = 1.35 \times 10^{-5}$ ⇨ $Q > K_{SP}$

عند إضافة كبريتات الصوديوم التام التأين بالماء يزداد تركيز ايونات الكبريتات فيختل التوازن ويصبح $Q > K_{SP}$ ويصبح المحلول فوق مشبع ويرجح التفاعل العكسي و يتشكل راسب من كبريتات الفضة ليعود إلى حالة الإشباع وهذا يتفق مع قاعدة لوشاتليه، حيث إن إضافة ملح كبريتات الصوديوم $Na_2SO_{4(S)}$ يؤدي إلى زيادة تركيز ايونات الكبريتات SO_4^{2-} في المحلول فيرجح التوازن بالاتجاه غير مباشر لينقص من تلك الزيادة فيؤدي ذلك إلى ترسيب ملح $Ag_2SO_{4\,(S)}$.

إعداد: المدرس محمد حسين بردويل

المسألة (٣): محلول لنترات الأمونيوم تركيزه المولي $2\times10^{-3}\ mol\ell^{-1}$ فإذا علمت بأن قيمة ثابت تأين غاز النشادر $K_b = 2\times10^{-5}$ **المطلوب :**

١) اكتب معادلة حلمهة هذا الملح.

٢) احسب قيمة ثابت الحلمهة K_h

٣) احسب تركيز ايونات الهدرونيوم $[H_3O^+]$ ثم تركيز ايونات الهيدروكسيد $[OH^-]$

٤) احسب PH المحلول وما طبيعة المحلول الناتج عن الحلمهة .

٥) نضيف إلى ذلك المحلول بضع قطرات من حمض كلور الماء ليصبح تركيزه في المحلول $0.01\ mol\ell^{-1}$

احسب النسبة المئوية المتحلمهة بعد تلك الإضافة ثم احسب PH المحلول الجديد.

الحـــــــــــــــل

(إماهة) $NH_4NO_3 \xrightarrow{H_2O} NH_4^+ + NO_3^-$ (ايون حيادي)

moℓl^{-1} 2×10^{-3} 2×10^{-3} 2×10^{-3}

(حلمهة) $NH_4^+ + H_2O \rightleftharpoons NH_3 + H_3O^+$

		NH_4^+	NH_3	H_3O^+
moℓl^{-1}	(ت بدء)	2×10^{-3}	0	0
moℓl^{-1}	(ت حلمهه)	-X	+X	+X
moℓl^{-1}	(ت توازن)	2×10^{-3} - X	X	X

١)
$$K_h = \frac{K_W}{K_b} = \frac{10^{-14}}{2\times10^{-5}} = 0.5\times10^{-9}$$

$k_h = 5\times 10^{-10}$

٢)
$$K_h = \frac{[H_3O^+][NH_3]}{[NH_4^+]}$$

$$5\times10^{-10} = \frac{X^2}{2\times10^{-3} - X}$$ تهمل X لصغرها امام 2×10^{-3} ولصغر Kh

$X^2 = 5\times2\times10^{-3}\times10^{-10}$

$X^2 = 10^{-12}$

$X = [H_3O^+] = 10^{-6}$ moℓl^{-1}

من علاقة التأين الذاتي للماء نجد:

$$[OH^-] = \frac{10^{-14}}{[H_3O^+]} = \frac{10^{-14}}{10^{-6}}$$

$[OH^-] = 10^{-8}$ moℓl^{-1}

٣) حساب قيمة الـ PH:

$PH = -\log[H_3O]$

$PH = -\log(10^{-6})$

$PH = 6 < 7$

ناتج الحلمهة حمضي

٤)

(تأين) $HC\ell + H_2O \longrightarrow C\ell^- + H_3O^+$

moℓl^{-1} 10^{-2} 10^{-2} 10^{-2}

(حلمهة) $NH_4^+ + H_2O \rightleftharpoons NH_3 + H_3O^+$

		NH_4^+	NH_3	H_3O^+
moℓl^{-1}	(ت بدء)	2×10^{-3}	0	10^{-2}
moℓl^{-1}	(ت حلمهه)	-X	+X	+X
moℓl^{-1}	(ت توازن)	2×10^{-3} - X	X	X + 10^{-2}

$$K_h = \frac{[NH_3][H_3O^+]}{[NH_4^+]}$$

$$5\times10^{-10} = \frac{X(0.01+X)}{(2\times10^{-3}-X)}$$ تهمل X في البسط والمقام لصغرها امام 2×10^{-3} و 0.01 لصغر Kh

$X = 10^{-10}$ moℓl^{-1}

إعداد: م محمد حسين بردويل

النسبة المئوية المتحلمهة : كل 2×10^{-3} $mo\ell l^{-1}$ يتحلمه منها $X = 10^{-10}$ $mo\ell l^{-1}$

كل $mo\ell l^{-1}$ 100 يتحلمه منها Z_1 $mo\ell l^{-1}$

$$Z_1 = \frac{10^{-10}\times100}{2\times10^{-3}} = 5\times1o^{-6}\quad mo\ell l^{-1}$$

فالنسبة المئوية المتحلمهه هي 5×10^{-6} **%**

$$[H_3O^+]^\backslash = X + 10^{-2}$$

$$[H_3O^+]^\backslash = 10^{-10} + 10^{-2}$$

$$[H_3O^+]^\backslash \approx 10^{-2}\ mo\ell l^{-1}$$

حساب قيمة الـ$PH^\backslash$:

$$PH^\backslash = -\log[H_3O^+]^\backslash$$

$$PH^\backslash = -\log(10^{-2})\quad PH^\backslash = 2$$

مسألة (٤): نضيف **(200 ml)** من محلول كلوريد الباريوم يحوي على (1×10-5 moℓ) إلى **(800 ml)** من محلول كبريتات البوتاسيوم يحوي على **(1×10^{-5} moℓ)** فنحصل على محلول مشبع من كبريتات الباريوم **المطلوب:**

١) احسب قيمة ثابت جداء الذوبان K_{SP} لملح كبريتات الباريوم .

٢) نضيف الى ذلك المحلول المشبع بضع قطرات من حمض الكبريت ، ماذا تتوقع ان يحدث ، علل اجابتك و هل يتفق ذلك مع قاعدة لوشانولية ، علل ذلك؟

الحـــــــــــــــــــــــــــــل

١) حساب التراكيز بعد المزج :

$$c^` = \frac{n}{v^`}$$

$$[BaC\ell_2] = \frac{10^{-5}}{1000\times10^{-3}} = 1\times10^{-5}\quad mo\ell l^{-1}$$

$$[NaC\ell] = \frac{10^{-5}}{1000\times10^{-3}} = 1\times10^{-5}\quad mo\ell l^{-1}$$

$$BaC\ell_2 \longrightarrow Ba^{+2} + 2C\ell^-$$

$mo\ell l^{-1}$ 10^{-5} 10^{-5} 2×10^{-5}

$$K_2SO_4 \longrightarrow 2K^+ + SO_4^{2-}$$

$mo\ell l^{-1}$ 10^{-5} 2×10^{-5} 10^{-5}

$$Ba\,SO_4 \rightleftharpoons Ba^{+2} + SO_4^{-2}$$

$mo\ell l^{-1}$ 10^{-5} 10^{-5}

إعداد: م محمد حسين بردويل

$$K_{SP} = [Ba^{+2}] \times [SO_4^{-2}]$$

$$K_{SP} = 10^{-5} \times 10^{-5}$$

$$K_{SP} = 10^{-10}$$

عند اضافة بضع قطرات من حمض الكبريت القوي والتام التأين يزداد تركيز ايون الكبريتات ويصبح **Q>KSP** فيختل التوازن و يرجح التفاعل العكسي فيتشكل راسب من كبريتات الباريوم **BaSO4**

مسألة (٥) من مسائل الوحدة ص١٣١:

يحوي محلول على أيونات الكلور وايونات اليود بتركيز $[I^-] = [C\ell^-] = 10^{-2}\ mo\ell l^{-1}$ نضيف الى ذلك المحلول بالتدريج نترات الفضة فاذا علمت بان : $K_{SP(AgI)} = 10^{-16}$, $K_{SP(AgC\ell)} = 10^{-10}$ **المطلوب :**

١) احسب تركيز محلول نترات الفضة التي يبدأ عندها ترسيب كلٍ من الملحين.

٢) أي الملحين يترسب أولاً علل اجابتك.

الحـــــــــــــــــــــــــــــــل

١)

$$AgC\ell_{(S)} \rightleftharpoons Ag^+_{(aq)} + C\ell^-_{(aq)}$$

(ت عند الإشباع) $mo\ell l^{-1}$: S ، $[Ag^+]$ ، 10^{-2}

$$K_{SP} = [Ag^+] \times [C\ell^-]$$

$$10^{-10} = [Ag^+] \times 10^{-2}$$

$$[Ag^+] = 10^{-8}\ mo\ell l^{-1}$$

هو تركيز ايونات الفضة و نترات الفضة اللازمة لبدء ترسيب ملح كلوريد الفضة.

$$AgI_{(S)} \rightleftharpoons Ag^+_{(aq)} + I^-_{(aq)}$$

(ت عند الإشباع) $mo\ell l^{-1}$: S' ، $[Ag^+]'$ ، 10^{-2}

$$K_{SP} = [Ag^+]' \times [I^-]$$

$$10^{-16} = [Ag^+]' \times 10^{-2}$$

$$[Ag^+]' = 10^{-14}\ mo\ell l^{-1}$$

هو تركيز ايونات الفضة و نترات الفضة اللازمة لبدء ترسيب يوديد الفضة.

٢) الذي يترسب أولاً هو يوديد الفضة لأنه يحتاج الى تركيز أقل من الفضة ليصل الى حالة الاشباع ولأن $K_{SP(AgI)} = 10^{-16}$ أصغر بكثير من $K_{SP(Agc\ell)} = 10^{-10}$

تدريب ١) : محلول مشبع لملح فوسفات ثلاثية الكالسيوم المطلوب:

١) **بين بالمعادلات والشرح طريقة مناسبة لترسيب** ملح فوسفات ثلاثية الكالسيوم من ذلك المحلول.

٢) **بين بالمعادلات والشرح طريقة مناسبة لزيادة انحلال** ذلك الملح في محلوله المشبع.

الجواب : 1- لترسيب ملح فوسفات ثلاثية الكالسيوم الضعيف الذوبان بالماء في محلوله المشبع نضيف إلى المحلول ملح نترات الكالسيوم التام الذوبان بالماء والحاوي على أيون الكالسيوم $Ca^{2+}_{(aq)}$ فيزداد تركيز ذلك الأيون ويختل التوازن ويصبح الجداء الأيوني $Q > K_{SP}$ ويصبح المحلول فوق مُشبع ويرجح التفاعل العكسي فيترسب كمية من ملح فوسفات ثلاثية الكالسيوم الضعيف الذوبان بالماء في المحلول ليعود إلى حالة الإشباع.

$$Ca(NO_3)_{2(S)} \longrightarrow Ca^{2+}_{(aq)} + 2NO_3^-{}_{(aq)}$$

$$Ca_3(PO_4)_2 \longrightarrow 3Ca^{2+} + 2PO_4^{3-}$$

إعداد: م/ محمد حسين بردويل

٢- لزيادة انحلال ملح فوسفات ثلاثية الكالسيوم في ذلك المحلول المشبع : نضيف الى المحلول حمض كلور الماء القوي والذي يتأين بسرعة معطياً أيون الهيدرونيوم (H_3O^+) الذي يتحد مع ايون الفوسفات ويشكل معها حمض الفوسفور الضعيف التأين بالماء مما يؤدي ذلك إلى نقصان تركيز أيون الفوسفات في المحلول فيختل التوازن ويصبح الجداء الأيوني $K_{SP} > Q$ و يصبح المحلول تحت مشبع وقابل لحل كمية جديدة من ملح فوسفات ثلاثية الكالسيوم ليعود إلى حالة الإشباع أي ينزاح التوازن بالاتجاه المباشر: $Ca_3(PO_4)_{2(S)} \rightleftharpoons 3Ca^{2+}_{(aq)} + 2PO_4^{3-}{}_{(aq)}$

تدريب ٢) : محلول مشبع لملح كبريتات الباريوم المطلوب :

١) بين بالمعادلات المناسبة والشرح المناسب طريقة لترسيب ملح كبريتات الباريوم من ذلك المحلول.

٢) بين بالمعادلات المناسبة والشرح المناسب طريقة لزيادة انحلال ملح كبريتات الباريوم في ذلك المحلول المشبع.

الجواب : 1- لترسيب ملح كبريتات الباريوم الضعيف التأين بالماء من محلوله المشبع : نضيف الى المحلول ملح نترات الباريوم التام التأين بالماء والحاوي على أيون الباريوم $Ba^{2+}_{(aq)}$ فيزداد تركيز ذلك الأيون ويختل التوازن ويصبح $Q > K_{SP}$ ويصبح المحلول فوق مُشبع فيرجح التفاعل العكسي فيترسب كمية من ملح كبريتات الباريوم الضعيف الذوبان بالماء في المحلول ليعود إلى حالة الإشباع.

$$Ba(NO_3)_{2\,(S)} \longrightarrow Ba^{2+}_{(aq)} + 2NO_3^{-}{}_{(aq)}$$
$$BaSO_{4\,(S)} \rightleftharpoons Ba^{2+}_{(aq)} + SO_4^{2-}{}_{(aq)}$$

2 - لزيادة انحلال ملح كبريتات الباريوم في محلوله المشبع: نضيف الى المحلول ملح نترات الفضة التامة التأين بالماء والحاوي على أيون الفضة $Ag^+_{(aq)}$ الذي يتفاعل مع ايون الكبريتات ويشكل معها ملح كبريتات الفضة الضعيفة التأين بالماء مما يؤدي الى تناقص تركيز أيون الكبريتات في المحلول ويصبح $Q < K_{SP}$ ويصبح المحلول تحت مُشبع فيختل التوازن ويرجح التفاعل المباشر الذي يؤدي الى تأين كمية جديدة من ملح كبريتات الباريوم الضعيف التأين بالماء ليعود إلى حالة الإشباع.

$$BaSO_{4\,(S)} \rightleftharpoons Ba^{2+}_{(aq)} + SO_4^{2-}{}_{(aq)}$$
$$AgNO_{3\,(S)} \longrightarrow Ag^+_{(aq)} + NO_3^{-}{}_{(aq)}$$

إعداد:

والله الموفق :المدرس محمد بردويل

أ. محمد حسين بردويل