مسألة 42: (معلة مائل الكيمياء)؛

محلول مائي لملح خلات الصوديوم تركيزه $C = 10^{-1}\ mol.l^{-1}$ وقيمة ثابت تأين حمض الخل $K_a = 10^{-7}$ والمطلوب؛

① كتابة معادلة إماهة وحمضية ملح؟

② حساب قيمة pOH و pH محلول؟

③ استنتج طبيعة محلول ناتج؟

④ يضاف إلى محلول السابق قطرات من NaOH فيصبح تركيزه $10^{-3}\ mol.l^{-1}$ احسب النسبة المئوية متأهة من ملح؟

الحل:

CH_3COONa

$C = 10^{-1}\ mol.l^{-1}$

$K_a = 10^{-7}$

① معادلة إماهة

$CH_3COONa \xrightarrow{H_2O} CH_3COO^- + Na^+$

لـ أيون خلات يتفاعل مع الماء

معادلة الحمضية:

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

② $CH_3COO^- + H_2O \rightleftarrows CH_3COOH + OH^-$

تراكيز البدء: 10^{-1} | 0 | 0

تراكيز التوازن: $10^{-1} - x$ | x | x

ثابت الحمضية $K_h = \dfrac{[CH_3COOH][OH^-]}{[CH_3COO^-]}$

$K_h = \dfrac{x \cdot x}{10^{-1} - x}$

لتفاعل ضعيف

$K_h = \dfrac{x^2}{10^{-1}}$ ——— (1)

حساب K_h:

$K_h \cdot K_a = K_w = 10^{-14}$

$K_h = \dfrac{10^{-14}}{K_a} = \dfrac{10^{-14}}{10^{-7}} = 10^{-7}$

نعوض في (1):

$10^{-7} = \dfrac{x^2}{10^{-1}}$

$x = 10^{-4}\ mol.l^{-1}$

بالمقارنة مع معادلة:

$x = [OH^-] = 10^{-4}\ mol.l^{-1}$

$pH = -\log[OH^-] = -\log 10^{-4}$

$\boxed{pOH = 4}$

$pH = 14 - pOH = 14 - 4 = 10$

③ $pH = 10 > 7$

طبيعة الوسط أساسي (قلوي)

④ $NaOH \rightarrow Na^+ + OH^-$

تراكيز 10^{-3} | 10^{-3} | 10^{-3}

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

10^{-1} | 0 | 0

تراكيز البدء

تراكيز التوازن: $10^{-1} - x$ | x | $x + 10^{-3}$

تهمل لصغرها

$K_h = \dfrac{x \cdot (x + 10^{-3})}{10^{-1} - x}$

$K_h = \dfrac{x \times 10^{-3}}{10^{-1}}$

$x = \dfrac{10^{-1} \times K_h}{10^{-3}} = \dfrac{10^{-1} \times 10^{-7}}{10^{-3}}$

$x = 1 \times 10^{-5}\ mol.l^{-1}$

$x = 10^{-5}\ mol.l^{-1}$ يتفاعل منه كل $10^{-1}\ mol.l^{-1}$

y = = كل $100\ mol.l^{-1}$

$y = \dfrac{10^{-5} \times 10^{+2}}{10^{-1}} = 10^{-2}\ \%$

S

مسألة 43:

محلول مائي لملح نترات الأمونيوم NH_4NO_3 تركيزه $25\times10^{-5}\ mol/l$ ... إذا علمت أن ثابت تأين الشاردة عند درجة $25^\circ C$ هي 5×10^{-7} مطلوب:

① كتابة معادلة الإماهة وطبيعة الملح؟

② قيمة ثابت الحموضة؟

③ قيمة كل من $[OH^-]$ و $[H_3O^+]$؟

④ قيمة pH المحلول ونوع الوسط؟

⑤ حسابة النسبة المئوية المتحللة؟

⑥ إذا أضيفت إلى المحلول السابق مقدار من حمض HCl حيث تركيزه $10^{-1}\ mol/l$ احسب النسبة المئوية المتحللة من الملح في هذه الحالة؟

الحل:

NH_4NO_3

$C = 25\times10^{-5}\ mol/l$

$K_b = 5\times10^{-7}$

① معادلة الإماهة:

$$NH_4NO_3 \xrightarrow{H_2O} NH_4^+ + NO_3^-$$

أيون حمضي

معادلة الحموضة:

$$NH_4^+ + H_2O \rightleftarrows NH_3 + H_3O^+$$

② $NH_4^+ + H_2O \rightleftarrows NH_3 + H_3O^+$

تراكيز البدء:	25×10^{-5}	0	0
تراكيز التوازن:	$25\times10^{-5}-x$	x	x

$$K_h = \frac{[NH_3][H_3O^+]}{[NH_4^+]} = \frac{x\cdot x}{(25\times10^{-5}-x)}$$

x صغيرة جدا تهمل لصغرها أمام المقام:

$$K_h = \frac{x^2}{25\times10^{-5}}$$

حساب K_h:

$$K_h \cdot K_b = K_w = 10^{-14}$$

$$K_h = \frac{10^{-14}}{K_b} = \frac{10^{-14}}{5\times10^{-7}}$$

$$K_h = 2\times10^{-8}$$

$$x^2 = 2\times10^{-8}\times25\times10^{-5}$$

$$x \simeq 7\times10^{-7}\ mol.l^{-1}$$

③ بالمقارنة بالمعادلة

$$x = [H_3O^+] = 7\times10^{-7}\ mol.l^{-1}$$

$$[OH^-] = \frac{10^{-14}}{[H_3O^+]} = \frac{10^{-14}}{7\times10^{-7}}$$

$$[OH^-] = 0{,}14\times10^{-7}\ mol.l^{-1}$$

④ $pH = -\log[H_3O^+]$

$pH = -\log(7\times10^{-7})$

$pH = -0{,}845 + 7$

$pH = 6{,}155 < 7$

الوسط حمضي.

⑤ كل $1\ l$ يتحلل منه $x = 7\times10^{-7}\ mol$

كل $25\times10^{-5}\ l$ يتحلل منه y

كل $1\ l$ يتحلل منه $100\ mol$

$$y = \frac{7\times10^{-7}\times10^{+2}}{25\times10^{-5}} = 0{,}28\%$$

⑥ $HCl + H_2O \rightarrow Cl^- + H_3O^+$

تراكيز:	10^{-1}	10^{-1}	10^{-1}

معادلة المعلومة:

$NH_4^+ + H_2O \rightleftarrows NH_3 + H_3O^+$

تراكيز بدء:	25×10^{-3}	0	0
تراكيز توازن:	$25\times10^{-3}-x$	x	x (+ معدوم)

$$K_h = \frac{[NH_3][H_3O^+]}{[NH_4^+]} = \frac{x \cdot x}{25\times10^{-3}-x}$$

لـ تهمل لصالح (معدوم) x:

$$K_h = \frac{x^2}{25\times10^{-3}} = 2\times10^{-8}$$

$$x^2 = 5\times10^{-12}\times10^{+2}$$

$$x = 5\times10^{-10}\ mol\,l^{-1}$$

$x = 5\times10^{-10}\ mol\,l^{-1}$ يتفكك من $25\times10^{-3}\ mol\,l^{-1}$

y = = $100\ mol\,l^{-1}$

$$y = \frac{5\times10^{-10}\times10^{2}}{25\times10^{-3}}$$

$$y = 2\times10^{-4}\ \%$$

مسألة 44 (مملة فائق الكيمياء):

يضاف $100\,ml$ من محلول $Pb(NO_3)_2$ ذي التركيز $0,2\ mol\,l^{-1}$ إلى $400\,ml$ من محلول $NaCl$ ذي التركيز $0,4\ mol\,l^{-1}$ فإذا كان $K_{sp}(PbCl_2)=32\times10^{-5}$ في شروط التجربة ومطلوب:

① كتابة معادلة التوازن عند مخبار سنت لملح $PbCl_2$

② بين مبيانيا إذا كان المزج مع $PbCl_2$ يترسب أم لا؟

الحل:

① معادلة توازن عند مخباس:

$PbCl_2 \rightleftarrows Pb^{+2} + 2Cl^-$

قبل الإضافة

$Pb(NO_3)_2$: ② $C_1 = 0,2\ mol\,l^{-1}$, $V_1 = 100\,ml$

$C_2 = 0,4\ mol\,l^{-1}$, $V_2 = 400\,ml$:

بعد الإضافة n = n قبل الإضافة

بالنسبة لـ $Pb(NO_3)_2$:

$$C_1V_1 = C_1'V'$$

$$V' = V_1 + V_2 = 500\,ml$$

$$C_1' = \frac{0,2\times100}{500} = 0,04\ mol\,l^{-1}$$

بالنسبة لـ $NaCl$:

$$C_2V_2 = C_2'V'$$

$$C_2' = \frac{0,4\times400}{500}$$

$$C_2' = 0,32\ mol\,l^{-1}$$

$Pb(NO_3)_2 \rightarrow Pb^{+2} + 2NO_3^{-1}$

تراكيز : 0,04 0,04 0,08

$NaCl \rightarrow Na^+ + Cl^-$

تراكيز : 0,32 0,32 0,32

$K_{sp} = 32\times10^{-5} = 0,32\times10^{-3}$

$PbCl_2 \rightleftarrows Pb^{+2} + 2Cl^-$

$$Q = [Pb^{+2}][Cl^-]^2$$

$$Q = (4\times10^{-2})(32\times10^{-2})^2$$

$$Q = 4,096\times10^{-3}$$

$Q > K_{sp}$ يترسب ملح $PbCl_2$ محلول فوق مشبع

مسألة 45 (حملة مسائل الكيمياء):

محلول مائي لملح $PbCl_2$ فإذا علمت أن ثابت جداء الذوبان $K_{sp} = 4 \times 10^{-6}$

المطلوب:

① كتابة معادلة التوازن على متجانس للملح؟

② حساب تركيز أيونات الرصاص وأيونات الكلوريد في محلول؟

③ يضاف في محلول الملح السابق ملح $NaCl$ بحيث تركيزه في المحلول $10^{-2} mol/l$ يبين بالحساب إذا كان ملح كلوريد الرصاص يترسب أم لا؟

الحل:

① معادلة التوازن غير متجانس:

$$PbCl_2 \rightleftarrows Pb^{+2} + 2Cl^-$$

② $PbCl_2 \rightleftarrows Pb^{+2} + 2Cl^-$

تراكيز بدئية: $S \quad 0 \quad 0$

تراكيز التوازن: $0 \quad S \quad 2S$

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

$$4 \times 10^{-6} = (S)(2S)^2$$

$$4S^3 = 4 \times 10^{-6} \Rightarrow S^3 = 10^{-6}$$

$$S = 10^{-2} mol/l$$

$$[Pb^{+2}] = S = 10^{-2} mol/l$$

$$[Cl^-] = 2S = 2 \times 10^{-2} mol/l$$

③ $NaCl \rightarrow Na^+ + Cl^-$

تراكيز: $10^{-2} \quad 10^{-2} \quad 10^{-2}$

$$[Cl^-] = 0,02 + 0,01$$

كلية $= 0,03 \ mol/l$

$$Q = [Pb^{+2}][Cl^-]^2$$

$$Q = 10^{-2} \times (0,03)^2$$

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

$$K_{sp} = 4 \times 10^{-6}$$

محلول فوق مشبع يترسب الملح $PbCl_2$.

مسألة 46: حملة مسائل الكيمياء

محلول مائي لكبريتات الفضة تركيزه $0,03 mol/l$ للملح

ومطلوب:

① حساب ثابت جداء الذوبان K_{sp} للملح؟

② إذا أضيف إلى محلول السابق ملح Na_2SO_4 بحيث يصبح تركيزه $0,02 mol/l$ يبين حسابيا هل يترسب ملح أو لا؟

الحل:

Ag_2SO_4

$c = 0,03 \ mol/l$

① معادلة توازن غير متجانس للملح:

$$Ag_2SO_4 \rightleftarrows 2Ag^{+1} + SO_4^{-2}$$

تراكيز بدئية: $0,03 \quad 0 \quad 0$

تراكيز عند التوازن: $0 \quad 0,06 \quad 0,03$

$$K_{sp} = [Ag^{+1}]^2 [SO_4^{-2}]$$

$$K_{sp} = [0,06]^2 [0,03]$$

$$K_{sp} = 1,08 \times 10^{-4}$$

$Na_2SO_4 \rightarrow 2Na^{+1} + SO_4^{-2}$ ②

تراكيز : 0،02 0،04 0،02

$[SO_4^{-2}] = 0،03 + 0،02$

كلية $= 0،05\ mol.l^{-1}$

$Q = [Ag^{+1}]^2 [SO_4^{-2}]$ كلية

$Q = (0،06)^2 (0،05)$

$Q = 18 \times 10^{-5} > K_{sp}$

محلول فوق مشبع فلم يترسب .

المسألة 4 :

محلول مائي لملح نترات الأمونيوم تركيزه 36×10^{-4} mol.l^{-1} فإذا علمت أن جاب تأيين الشاردي محلوله المائي 4×10^{-5} ، ومطلوب :

① كتابة معادلة حلمهة هذا الملح؟

② حساب قيمة ثابت الحلمهة ؟

③ حساب pH و pOH وحدد طبيعة الوسط؟

④ حساب النسبة مئوية المتحلمهة من الملح؟

الحل: NH_4NO_3

$c = 36 \times 10^{-4}$ mol.l^{-1}

$K_b = 4 \times 10^{-5}$

① معادلة إماهة الملح

$NH_4NO_3 \xrightarrow{H_2O} NH_4^+ + NO_3^-$

لـ أيون حيادي

معادلة الحلمهة:

$NH_4^+ + H_2O \rightleftarrows NH_3 + H_3O^+$

② $NH_4^+ + H_2O \rightleftarrows NH_3 + H_3O^+$

تراكيز بدء : 36×10^{-4} 0 0

تراكيز توازن : $36 \times 10^{-4} - x$ x x

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

$K_h = \frac{x \cdot x}{(36 \times 10^{-4} - x)}$ لا يهمل لصغرها

$K_h = \frac{x^2}{36 \times 10^{-4}}$ — ①

حساب K_h ،

$K_h \times K_b = K_w = 10^{-14}$

$K_h = \frac{10^{-14}}{4 \times 10^{-5}} = 25 \times 10^{-11}$

نعوض في ① :

$x^2 = 25 \times 10^{-11} \times 36 \times 10^{-4}$

$x = 9،48 \times 10^{-7}$ mol.l^{-1}

③ بالمقارنة بالمعادلة :

$x = [H_3O^+] = 9،48 \times 10^{-7}$ mol.l^{-1}

$pH = -\log([H_3O^+])$

$pH = -\log(9،48 \times 10^{-7})$

$pH = -0،976 + 7$

$pH = 6،024 < 7$ وسط حمضي

$pOH = 14 - pH$

$pOH = 14 - 6،024$

$\boxed{pOH = 7،976}$

④ كل 36×10^{-4} mol.l^{-1} تتحلمه من $x = 9،48 \times 10^{-7}$ mol.l^{-1}

100 mol.l^{-1} ك y =

$y = \frac{9،48 \times 10^{-7} \times 10^2}{36 \times 10^{-4}}$

$y = 0،02633\%$

المسألة 48:

محلول مائي لملح خلات الصوديوم تركيزه $9\times10^{-2}\ mol.l^{-1}$ فإذا علمت أن ثابت تأين الحمض 8×10^{-4} مطلوب:

① كتابة معادلة حلمهة الملح؟

② حساب ثابت الحلمهة للمحلول الملحي؟

③ حساب تركيز $[H_3O^+]$ و $[OH^-]$؟

④ حساب قيمة pH و pOH؟

الحل:

CH_3COONa

$C = 9\times10^{-2}\ mol.l^{-1}$ تركيز

$K_a = 8\times10^{-4}$

① معادلة إذابة الملح:

$$CH_3COONa \xrightarrow{H_2O} CH_3COO^- + Na^+$$

أيون صيادي لا يتحلمه مع الماء

معادلة حلمهة الملح:

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

② $CH_3COO^- + H_2O \rightleftarrows CH_3COOH + OH^-$

	9×10^{-2}	0	0
تراكيز التوازن	$9\times10^{-2}-x$	x	x

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

$$K_h = \frac{x.x}{(9\times10^{-2}-x)}$$

نهمل

$$K_h = \frac{x^2}{9\times10^{-2}} \quad (1)$$

$$K_h = \frac{K_w}{K_b} = \frac{10^{-14}}{8\times10^{-4}}$$

$$K_h = 1{,}25\times10^{-11}$$

نعوض في ①:

$$x^2 = 1{,}25\times10^{-11}\times9\times10^{-2}$$

$$x \approx 1\times10^{-6}\ mol.l^{-1}$$

③ بالمقارنة مع معادلة:

$$x = [OH^-] = 10^{-6}\ mol.l^{-1}$$

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

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

④ $pH = -\log([H_3O^+])$

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

$\boxed{pH = 8}$ (>7)

وسط أساسي (قلوي)

$pOH = -\log([OH^-])$

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

$\boxed{pOH = 6}$

S

المسألة 49 :

يضاف 400ml من محلول يحوي 10^{-6} mol من كلورير الباريوم الى 600ml من محلول يحوي 10^{-6} mol من كبريتات البوتاسيوم للحصول على محلول مشبع من كبريتات الباريوم ومطلوب :

① حساب ثابت جداء الذوبان لملح كبريتات الباريوم .

② ماذا يحصل عند اضافة قليل من ملح الكبريت الى محلول مشبع السابق ؟ وبين اذا كانت ذلك يتفق مع قاعدة لوشاتوليه أم لا ؟

الحل :

① بعد الاضافة :

$V = V_1 + V_2 = 400 + 600$
$= 1000ml$: لجميع الحجوم
$= 1l$: لجميع K_2SO_4 و $BaCl_2$

بما أن

$[BaCl_2] = [K_2SO_4]$

$= \frac{n}{V} = \frac{10^{-6}}{1} = 10^{-6} mol.l^{-1}$

$BaCl_2 \rightarrow Ba^{+2} + 2Cl^{-1}$

تركيز : 10^{-6} $\quad 10^{-6}$ $\quad 2\times10^{-6}$

$K_2SO_4 \rightarrow 2K^{+1} + SO_4^{-2}$

تركيز : 10^{-6} $\quad 2\times10^{-6}$ $\quad 10^{-6}$

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

تركيز : $\quad 10^{-6}$ $\quad 10^{-6}$

$K_{sp} = [Ba^{+2}][SO_4^{-2}]$

$K_{sp} = 10^{-6} \times 10^{-6} = 10^{-12}$

② سوف يزداد تركيز أيونات الكبريتات فيصبح $Q_{r,i} > K_{sp}$ أي أن محلول فوق مشبع فيترسب ملح كبريتات الباريوم وهذا يتفق مع قاعدة لوشاتوليه حيث أن عند ما يزداد تركيز أيونات الكبريتات يختل التوازن ويرمم توازن باتجاه نقصان تركيزها وهو الاتجاه العكسي لتشكيل راسب من ملح $BaSO_4$.

المسألة 50 :

تضيف 400ml من محلول كلورير الباريوم ذي التركيز $0,4mol.l^{-1}$ الى 100ml من محلول كبريتات البوتاسيوم ذي التركيز $0,1mol.l^{-1}$ فإذا علمت أن ثابت جداء الذوبان لملح كبريتات الباريوم $K_{sp} = 10^{-6}$ بين بالحساب هل يترسب ملح كبريتات الباريوم أم لا ؟

قبل الاضافة

$BaCl_2$: $C_1 = 0,4 mol.l^{-1}$ ، $V_1 = 400ml$

قبل الاضافة

K_2SO_4 : $C_2 = 0,1 mol.l^{-1}$ ، $V_2 = 100ml$

بعد الاضافة :

قبل n = بعد n

بالنسبة لـ $BaCl_2$:

$C_1V_1 = C_1^- V^-$

$V^- = V_1 + V_2 = 500ml$

$C_1^- = \frac{0,4 \times 400}{500} = 0,32 mol.l^{-1}$

بالنسبة لـ K_2SO_4 :

$C_2V_2 = C_2^- V^-$

$C_2^- = \frac{0,1 \times 100}{500} = 0,02 mol.l^{-1}$

$BaCl_2 \rightarrow Ba^{+2} + 2Cl^-$

تركيز: 0.32 0.32 0.64

$K_2SO_4 \rightarrow 2K^{+1} + SO_4^{-2}$

تركيز: 0.02 0.04 0.02

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

$Q = [Ba^{+2}][SO_4^{-2}]$

$Q = (0.32)(0.02)$

$Q = 64 \times 10^{-4}$

$K_{sp} = 10^{-6}$

$Q > K_{sp}$

محلول فوق مشبع يترسب ملح $BaSO_4$

المسألة 51:

محلول مائي لملح $PbCl_2$ قليل الذوبان إذا علمت أن جداء الذوبان 3.2×10^{-7}

وطلب:

① كتابة معادلة توازن غير متجانس لهذا الملح؟

② حساب تركيز أيونات الكلوريد والرصاص في محلوله المشبع؟

③ يضاف إلى محلول ملح السابق ملح كلوريد الصوديوم بحيث يصبح تركيزه $0.02 mol/l$ يبقى بالحساب إن كان ملح كلوريد الرصاص يترسب أم لا؟

---

① معادلة توازن غير متجانس:

$PbCl_2 \rightleftharpoons Pb^{+2} + 2Cl^-$

$PbCl_2 \rightleftharpoons Pb^{+2} + 2Cl^-$ ②

بدء: ~~S~~ 0 0

التفاعل: 0 S 2S

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

$K_{sp} = (S)(2S)^2$

$4S^3 = 32 \times 10^{-8}$

$S^3 = 8 \times 10^{-8}$

$S = 2 \times 10^{-2} mol.l^{-1}$

$[Pb^{+2}] = S = 2 \times 10^{-2} mol.l^{-1}$

$[Cl^-] = 2S = 4 \times 10^{-2} mol.l^{-1}$

$NaCl \rightarrow Na^+ + Cl^-$ ③

تركيز: 0.02 0.02 0.02

$[Cl^-] = 0.04 + 0.02$

كلية $= 0.06 mol.l^{-1}$

$Q = [Pb^{+2}][Cl^-]^2$

$Q = 2 \times 10^{-2} \times (0.06)^2$

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

$Q > K_{sp}$

محلول فوق مشبع ملح يترسب

S