((اختبار معايرة))

أولاً: اختر الإجابة الصّحيحة لكلّ ممّا يأتي:

1-عند معايرة حمض النمل بهِدروكسيد البوتاسيوم يكون عند نقطة نهاية تفاعل المعايرة.

a) $pH>7$ b) $pH<7$ c) $pH=7$ d) $pH\leq 7$

2-عند معايرة هِدروكسيد الأمونيوم بحمض كلور الماء يكون عند نقطة نهاية تفاعل المعايرة.

a) $pH>7$ b) $pH<7$ c) $pH=7$ d) $pH\leq 7$

3- المشعر الذي يحدِّد بدقة نقطة نهاية معايرة هِدروكسيد الأمونيوم بحمض كلور الماء هو

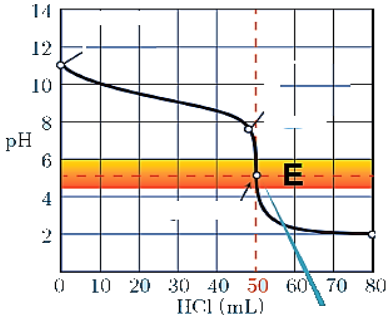
a) أزرق بروم التيمول ، b) الفينول فتالئين ، c) أحمر المتيل ، d) عباد الشمس

4-المشعر الذي يحدِّد بدقة نقطة نهاية معايرة حمض الخل بهدروكسيد البوتاسيوم هو.

a) أزرق بروم التيمول ، b) الفينول فتالئين ، c) أحمر المتيل ، d) الهليانتين

ثانياً: أجب عن الأسئلة الآتية:

2-يمثل المنحني البياني المجاور معايرة هدروكسيد الأمونيوم بمحلول حمض كلور الماء المطلوب:



a) اكتب معادلة التفاعل ثم المعادلة الأيونية.

b) اكتب اسم أفضل مشعر، مفسّراً إجابتك.

c) ماذا تسمى النقطة E وما طبيعة الوسط عندها، مفسراً إجابتك.

a)

$$NH_4OH + HCl \longrightarrow NH_4Cl + H_2O$$

$$NH_4OH + H_3O^+ \longrightarrow NH_4^+ + 2H_2O$$

b) أحمر المتيل لأن مداه من 4.2 – 6.2 يحتوي على قيمة pH نهاية المعايرة

c) تسمى نقطة التكافؤ والوسط عندها حمضي لوجود أيونات الأمونيوم NH_4^+ التي تسلك سلوك حمض أو لأن الملح ناتج من حمض قوي وأساس ضعيف

ثالثاً: حل المسائل الاتية:

المسألة الأولى: لمعايرة $20\,mL$ من حمض كلور الماء يلزم $5\,mL$ من هِدروكسيد الصُّوديوم ذي التَّركيز $0.02\,mol.L^{-1}$ وحجم $2\,mL$ من هِدروكسيد البوتاسيوم ذي التَّركيز $0.05\,mol.L^{-1}$، والمطلوب:

1-اكتب معادلتي تفاعلي التعديل الحاصلين. 2-احسب تركيز حمض كلور الماء المتفاعل.

3-احسب حجم الماء المقطَر اللّازم إضافته إلى $30mL$ من الحمض السَّابق لتصبح قيمة pH=3 .

الحل:

$$HCl + NaOH \rightarrow NaCl + H_2O \quad -1$$
$$HCl + KOH \rightarrow KCl + H_2O$$

$$n_{(HCl)} = n_{1(NaOH)} + n_{2(KOH)} \quad -2$$
$$C.V = C_1.V_1 + C_2.V_2$$
$$\Rightarrow C \times 20 = 0.02 \times 5 + 0.05 \times 2$$
$$\Rightarrow C = 0.01 mol.L^{-1}$$

$$\left[H_3O^+\right]' = 10^{-pH} = 10^{-3}\ mol.L^{-1} \quad -3$$

$$\left[H_3O^+\right]' = C_2$$

n (قبل التمديد) $=$ n (بعد التمديد)

$$C_1V_1 = C_2V_2$$
$$10^{-2} \times 30 = 10^{-3} \times V_2$$
$$V_2 = 300\ mL$$

حجم الماء المضاف: $V = 300 - 30 = 270\ mL$

المسألة الثانية: عينة غير نقية من هدروكسيد الصوديوم كتلتها 5g تُذاب في الماء ويكمل حجم المحلول إلى 500mL فإذا علمت أنه يلزم لتعديل $20\,mL$ من هذا المحلول $40mL$ من حمض الكبريت تركيزه $0.05\,mol.L^{-1}$ والمطلوب:

1-اكتب المعادلة الكيميائيَّة المعبّرة عن التَّفاعل الحاصل.ثم المعادلة الأيونية. 2-احسب تركيز محلول هدروكسيد الصوديوم المستَخدَم . 3-ما هو pH المحلول النَّاتج عن المعايرة، وما هو المشعر المناسب لهذه المعايرة؟ 4 -احسب التَّركيز المولي لمحلول ملح كبريتات الصُّوديوم النَّاتج 5-احسب كتلة هدروكسيد الصوديوم النقي في العينة

6-احسب النسبة المئوية للشوائب في العينة. ($Na:23\ ,\ S:32\ ,\ O:16,\ H:1$)

-1 $H_2SO_4 + 2NaOH \longrightarrow Na_2SO_4 + 2H_2O$

$H_3O^+ + OH^- \longrightarrow 2H_2O$

-2 $2n_{(H_2SO_4)} = n_{(NaOH)}$

$2C_a.V_1 = C_2.V_2$

$2 \times 0.05 \times 40 = C_2 \times 20 \Rightarrow C_2 = 0.2 mol.L^{-1}$

-3 $pH = 7$ أفضل مشعر مناسب هو: أزرق بروم التيمول

-4 $n_{(H_2SO_4)} = n'_{(Na_2SO_4)}$

$C_1.V_1 = C_2.V_2$

$\Rightarrow 0.05 \times 40 = C_2 \times 60 \Rightarrow C_2 = \frac{1}{30} mol.L^{-1}$

-5 $m_{(NaOH)} = C.V.M = 0.2 \times 500 \times 10^{-3} \times 40 = 4g$

-6 شوائب $m = 5 - 4 = 1g$

كل $5\,g$ تحوي $1g$ من الشوائب

كل $100\,g$ تحوي $y\ g$ من الشوائب

$y = \frac{1}{5} \times 100 = 20\%$

المسألة الثالثة: تذاب عينة كتلتها 5.3g تحتوي على كربونات الصوديوم وكلوريد الصوديوم في الماء ويكمل الحجم إلى 100mL ويؤخذ منها 10mL وتعاير بحمض كلور تركيزه $0.1 mol.L^{-1}$ فيلزم منه 40mL منه.المطلوب:

1-اكتب معادلة تفاعل المعايرة الحاصل. 2-احسب تركيز كربونات الصُّوديوم.

3-احسب كتلة كربونات الصوديوم في العينة. 4-احسب النسبة المئوية للملحين في العينة $Na:23\ ,\ C:12\ ,\ O:16,\ H:1$

1-كلوريد الصوديوم لا يتفاعل مع حمض كلور الماء:

$2HCl + Na_2CO_3 \longrightarrow 2NaCl + H_2O + CO_2$

-2 $\Rightarrow n(HCl) = 2n(Na_2CO_3)$

$C_1V_1 = 2C_2V_2$

$0.1 \times 40 = 2C_2 \times 10$

$\Rightarrow C_2 = \frac{0.1 \times 40}{2 \times 10} = 0.2 mol.L^{-1}$

-3 كربونات الصوديوم $m = CVM = 0.2 \times 100 \times 10^{-3} \times 106 = 2.12g$

كل $5.3g$ تحوي $2.12g$

كل $100g$ تحوي y

النسبة المئوية لملح كربونات الصوديوم $y=\frac{2.12}{5.3}\times 100=40\%$

النسبة المئوية لملح كلوريد الصوديوم: $y'=100-40=60\%$

المسألة الرابعة: عند معايرة $10\,ml$ من محلول حمض الخل لزم $5\,ml$ من محلولِ هِدروكسيد البوتاسيوم تركيزه $0.1mol.L^{-1}$،
والمطلوب: 1-اكتب معادلة التفاعل ثم المعادلة الأيّونية لتفاعل المعايرة الحاصل.
2-احسب تركيز محلول حمض الخل المُعايَر ثم كتلة الملح الناتج عن المعايرة.
3-احسب كتلة حمض الخل اللّازم لتحضير $400ml$ من محلوله السَّابق. 4-ماهو المشعر المستعمل؟ فسّر ذلك.
5-يُمدد $20\,ml$ من محلول الحمض السابق إلى أن يصبح $pH=4$ احسب حجم الماء المضاف علماً أنّ ثابت تأين حمض الخل 2×10^{-5} الكتل الذّرّيّة: $C=12\ ,\ H=1\ ,\ O=16\ ,\ K=39$

1- $CH_3COOH_{(aq)}+KOH_{(aq)}\longrightarrow CH_3COOK_{(aq)}+H_2O_{(l)}$

$CH_3COOH+OH^-_{(aq)}\longrightarrow CH_3COO^-+H_2O_{(l)}$

2- $n(CH_3COOH)=n(KOH)$

$C_1.V_1=C_2.V_2$

$C_1\times10=0.1\times5$

$\Rightarrow C_1=\frac{0.1\times5}{10}=0.05mol.L^{-1}$

$n(CH_3COOK)=n(KOH)$

$\frac{m}{M}=C.V$

$\frac{m}{98}=0.1\times5\times10^{-3}$

$\Rightarrow m=49\times10^{-3}\ g$

3- $m=CVM=0.05\times400\times10^{-3}\times60=1.2g$

4-المشعر المستعمل الفينول فتالئين لأنَّ مجاله من (8.2-10) يحوي pH نقطة نهاية تفاعل المعايرة

5-يُمدد $20\,ml$ من محلول الحمض السابق إلى أن يصبح $pH=4$ احسب حجم الماء المضاف علماً أنّ ثابت تأين حمض الخل 2×10^{-5} الكتل الذّرّيّة: $C=12\ ,\ H=1\ ,\ O=16\ ,\ K=39$

4- نحسب تركيز الحمض بعد التمديد من pH

$[H_3O^+]=10^{-pH}=10^{-4}\ mol.L^{-1}$

$[H_3O^+]=\sqrt{C_a.K_a}$

$\Rightarrow10^{-4}=\sqrt{C_2\times2\times10^{-5}}\Rightarrow10^{-8}=C_2\times2\times10^{-5}$

$C_2=5\times10^{-4}\ mol.L^{-1}$

$C_1V_1=C_2V_2$

$\Rightarrow0.05\times20=5\times10^{-4}\times V_2\Rightarrow V_2=2000m\ L$

$V=V_2-V_1=2000-20=1980m\ L$

المسألة الخامسة: نعاير $50mL$ من محلول هِدروكسيد الأمونيوم بمحلول حمض الآزوت تركيزه $0.1mol.L^{-1}$ فيلزم $25mL$ لإتمام المعايرة، والمطلوب: 1-اكتب المعادلة الكيميائيّة المعبّرة عن تفاعل المعايرة ثم المعادلة الأيونية 2-احسب تركيز محلول هِدروكسيد الأمونيوم. 3 - ماطبيعة الوسط مع التفسير وما المشعر المناسب مع التفسير 4- احسب كتلة الملح الناتج

5-يُمدد محلول هدروكسيد الأمونيوم عشر مرات احسب قيمة pOH علما أن ثابت تأين هدروكسيد الأمونيوم 2×10^{-5}

(N:14 , O:16 , H:1)

1- $NH_4OH + HNO_3 \longrightarrow NH_4NO_3 + H_2O$

$NH_4OH + H_3O^+ \longrightarrow NH_4^+ + 2H_2O$

2- $n_{(NH_4OH)} = n_{(HNO_3)}$

$C_1.V_1 = C_2.V_2$

$C_1\times50 = 0.1\times25$

$\Rightarrow C_1 = \frac{0.1\times25}{50} = 0.05 mol.L^{-1}$

3- الوسط حمضي لوجود أيونات الأمونيوم NH_4^+ التي تسلك سلوك حمض أو لأن الملح ناتج من حمض قوي وأساس ضعيف

المشعر المناسب أحمر المتيل لأن مداه من 4.2 – 6.2 يحتوي على قيمة pH نهاية المعايرة

4- $n_{(NH_4OH)} = n_{(HNO_3)}$

$\frac{m}{M} = C.V$

$\frac{m}{80} = 0.1\times25\times10^{-3}$

$\Rightarrow m=0.2\ g$

5- n بعد التمديد $= n$ قبل التمديد

$C_1 . V_1 = C_2 . V_2 \Rightarrow 0.05\times V_1 = C_2\times 10\ V_1 \Rightarrow C_2 = 5\times10^{-3}\ mol.L^{-1}$

$[OH^-]=\sqrt{C_b\times K_b} \Rightarrow [OH^-]= \sqrt{0.005\times2\times10^{-5}} =\sqrt{10^{-7}} =10^{-3.5} mol.L^{-1}$

$pOH=-\log[OH^-]=3.5$

((اختبار أملاح قليلة الذوبان))

أولاً- اختر الإجابة الصحيحة:

1-يحصل توازن غير متجانس بين الطوّر الصّلب والطوّر المذاب في محلولٍ مائيّ لملحٍ قليل الذّوبان هو:

a) $PbCrO_4$ b) $Pb(NO_3)_2$ c) Na_2SO_4 d) $(NH_4)_3PO_4$

2.محلول مائي لملح Na_2CO_3 تركيزه $1.2\ mol\cdot L^{-1}$ يُمدّد بإضافةِ كمّيّةٍ من الماءِ المقطّرِ إليه بحيثُ يصبحُ حجمه ثلاثة أضعافِ ما كان عليه، فيكون التّركيز الجديد لأيوّنات الصُّوديوم في المحلولِ مساويا:

a) $0.6mol\cdot L^{-1}$ b) $0.4mol\cdot L^{-1}$ c) $0.8mol\cdot L^{-1}$ d) $0.2mol\cdot L^{-1}$

3. إذا علمت أن $K_{sp}(PbCl_2)=32\times10^{-6}$ عند درجةِ حرارةٍ معينّةٍ، فيكونُ تركيزُ أيوّناتِ الكلوريد المولي في المحلول المشبع لـ $PbCl_2$ مساوياً:

a) 4×10^{-6} b) 2×10^{-4} c) 2×10^{-2} d) 4×10^{-2}

4.عندَ تمديدِ محلولٍ لملحِ $NaNO_3$ تركيزه $2.4\ mol.L^{-1}$ بإضافةِ كمّيةٍ من الماءِ المقطرّ إليه تساوي ثلاثة أمثالِ حجمِه، يكونُ التّركيزُ الجديدُ للمحلولِ مقدّراً ب mol.L-1 مساوياً:

a) 0.8 b) 0.6 c) 0.4 d) 0.2

ثانياً: أعط تفسيرا علميا:

1 - ذوّبان ملح فوسفات الفضة عند إضافة حمض الآزوت.

تتّحد أيّونات الهدرونيوم النّاتجة عن تأيّن حمض الآزوت مع أيّونات الفوسفات، وينتج حمض الفوسفور H_3PO_4 ضعيف التأيّن، فيتناقص تركيز أيّونات الفوسفات، ويصبح $Q<K_{SP}$ أي المحلول غير مشبع، فتذوب كمّيّة إضافيّة من ملح فوسفات ثلاثيّ الكالسيوم

2-ترسب ملح كرومات الرصاص عند إضافة كرومات البوتاسيوم إلى محلوله المشبع.

يزدادُ تركيز أيّونات كرومات في المحلول، فيصبح $Q>K_{SP}$ أي المحلول فوق مشبع فتترسّب كمّيّة من ملح كرومات الرصاص

3-تتمتّع الأملاح بخاصيّة قطبيّة.

لأنّه مركّبٌ أيّونيٌّ، يتألّف من جزء أساسيّ موجب، وجزء حمضيّ سالب

4-ترسّب ملح كبريتات الباريوم عند اضافة حمض الكبريت الى محلوله المشبع.

يزدادُ تركيز أيّونات الكبريتات في المحلول، فيصبح $Q>K_{SP}$ أي المحلول فوق مشبع فتترسّب كمّيّة من ملح كبريتات الباريوم.

ثالثاً: أجب عن الأسئلة الآتية:

1-اكتب معادلة التوازن غير المتجانس لكل من الأملاح الأتية اقترح طريقة لترسيّب كل من الأملاح السابقة مفسّراً إجابتك. - اكتب علاقة Ksp ثم استنتجها بدلالة الذوبانية المولية s

$$Ag_2SO_{4\,(s)} \rightleftarrows 2\,Ag^+_{(aq)} + SO^{2-}_{4(aq)}$$

$$s \qquad 2s \qquad s$$

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

$$K_{sp\,(Ag_2SO_4)}=(2s)^2\,(s)=4s^3$$

لترسيبه نضيف ملح نترات الفضة فيزداد تركيز أيونات الفضة في المحلول، فيصبح $Q>K_{SP}$ فيترسب ملح كبريتات الفضة

$$Ag_2S_{(s)} \rightleftarrows 2\,Ag^+_{(aq)} + S^{2-}_{(aq)}$$

$$s \qquad 2s \qquad s$$

$$K_{sp}=[Ag^+]^2\,[S^{2-}]$$

$$K_{sp\,(Ag_2S)}=(2s)^2\,(s)=4s^3$$

لترسيبه نضيف ملح نترات الفضة فيزداد تركيز أيونات الفضة في المحلول، فيصبح $Q > K_{SP}$ فيترسب ملح كبريتيد الفضة

$$BaSO_{4\ (s)} \rightleftarrows Ba^{2+}_{(aq)} + SO^{2-}_{4(aq)}$$

$$s \qquad\qquad s \qquad\qquad s$$

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

$$K_{sp(BaSO_4)} = (s)\ (s) = s^2$$

لترسيبه نضيف ملح كبريتات الصوديوم فيزداد تركيز أيونات الكبريتات في المحلول، فيصبح $Q > K_{SP}$ فيترسب ملح كبريتات الباريوم

$$MgCO_{3\ (s)} \rightleftarrows Mg^{2+}_{(aq)} + CO^{2-}_{3(aq)}$$

$$s \qquad\qquad s \qquad\qquad s$$

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

$$K_{sp(MgCO_3)} = (s)\ (s) = s^2$$

لترسيبه نضيف ملح كربونات الصوديوم فيزداد تركيز أيونات الكربونات في المحلول، فيصبح $Q > K_{SP}$ فيترسب ملح كربونات المغنزيوم

$$CaCO_{3\ (s)} \rightleftarrows Ca^{2+}_{(aq)} + CO^{2-}_{3(aq)}$$

$$s \qquad\qquad s \qquad\qquad s$$

$$K_{sp} = [Ca^{2+}]^2\ [CO_3^{2-}]$$

$$K_{sp(CaCO_3)} = (s)\ (s) = s^2$$

لترسيبه نضيف ملح كربونات الصوديوم فيزداد تركيز أيونات الكربونات في المحلول، فيصبح $Q > K_{SP}$ فيترسب ملح كربونات المغنزيوم

2 - اكتب معادلة التوازن غير المتجانس لكل من الأملاح الآتية ثم اكتب علاقة جداء الذوبان ثم اقترح طريقة لإذابته مفسّراً إجابتك. $CaCO_3$، Ag_3PO_4 ، $Ca_3(PO_4)_2$

$$Ca_3(PO_4)_2 \rightleftarrows 3Ca^{2+} + 2PO_4^{3-} \qquad K_{sp} = \left[Ca^{2+}\right]^3 . \left[PO_4^{3-}\right]^2$$

تتحد أيونات الهدرونيوم المضافة مع أيونات الفوسفات ويتشكل حمض الفوسفور الضعيف التأين في الماء فينقص تركيز أيونات الفوسفات ويصبح $Q \langle K_{sp}$ وبالتالي تذوب كمية من هذا الملح.

$$Ag_3PO_4 \rightleftarrows 3Ag^{+} + PO_4^{3-} \qquad K_{sp} = \left[Ag^{+}\right]^3 . \left[PO_4^{3-}\right]$$

تتحد أيونات الهدرونيوم المضافة مع أيونات الفوسفات ويتشكل حمض الفوسفور الضعيف التأين في الماء فينقص تركيز أيونات الفوسفات ويصبح $Q \langle K_{sp}$ وبالتالي تذوب كمية من هذا الملح.

$$CaCO_{3\ (s)} \rightleftarrows Ca^{2+}_{(aq)} + CO^{2-}_{3(aq)} \qquad K_{sp} = [Ca^{2+}]^2\ [CO_3^{2-}]$$

تتحد أيونات الهدرونيوم المضافة مع أيونات الكربونات ويتشكل حمض الكربون الضعيف التأين في الماء فينقص تركيز أيونات الكربونات ويصبح $Q \langle K_{sp}$ وبالتالي تذوب كمية من هذا الملح.

رابعاً: حل المسائل الاتية:

المسألة الأولى:

محلول مائي مشبع لملح Ag_2CO_3 تركيزه $10^{-4}mol.L^{-1}$ المطلوب: 1-اكتب معادلة التوازن غير متجانس لهذا الملح

2- احسب ذوبانية الملح الكتلية 3-احسب ثابت جداء ذوبان هذا الملح 4-نضيف إلى محلول الملح السابق ملح نترات الفضة بحيث يصبح تركيزه في المحلول $10^{-4}mol.L^{-1}$ اكتب معادلة إماهة نترات الفضة ثمّ بين بالحساب إن كان يترسب ملح Ag_2CO_3 ام لا. $(Ag:108\ C:12\ O:16)$

$$Ag_2CO_{3\,(s)} \rightleftarrows 2\,Ag^{+}_{(aq)} + CO^{2-}_{3(aq)} \quad -1$$

$$s \qquad 2s \qquad s$$

$$Sg.L^{-1} = Smol.L^{-1} \times M \quad -2$$

$$Sg.L^{-1} = 10^{-3} \times 276\ g.L^{-1}$$

$$K_{sp} = [Ag^{+}]^2\,[CO_3^{2-}] \quad -3$$

$$K_{sp(Ag_2CO_3)} = (2s)^2\,(s) = 4s^3$$

$$K_{sp(Ag_2CO_3)} = 4 \times (10^{-4})^3 = 4 \times 10^{-12}$$

$$AgNO_{3(s)} \longrightarrow Ag^{+}_{(aq)} + NO^{-}_{3(aq)} \quad -4$$

مضاف $\left[Ag^{+}\right] = \left[AgNO_3\right] = 10^{-4}mol.L^{-1}$

الكلي $\left[Ag^{+}\right] = 2 \times 10^{-4} + 10^{-4} = 3 \times 10^{-4}mol.L^{-1}$

نحسب الجداء الأيوني لملح كربونات الفضة $Q = [Ag^{+}]^2\,[CO_3^{2-}]$

$$Q = \left(3 \times 10^{-4}\right)^2 \left(10^{-4}\right) = 9 \times 10^{-12}$$

$Q > K_{SP}$ فيترسب ملح كربونات الفضة

المسألة الثانية:

محلول مائي مشبع لملح كربونات الكالسيوم $CaCO_3$ جداء ذوبانه 25×10^{-6}، المطلوب:

1- أكتب معادلة التوزان غير المتجانس لهذا الملح المشبع.

2 - أحسب ذوبانية الملح المولية ثم الكتلية 3- نضيف إلى محلول الملح السابق كمية قليلة من كلوريد الكالسيوم بحيث يصبح تركيزه $2x10^{-3}\ mol.L^{-1}$ اكتب معادلة إماهة هذا الملح ثمّ بيّن بالحساب هل يترسب ملح كربونات الكالسيوم ام لا.

$(Ca:40\ \ C:12\ \ O:16)$

$$CaCO_{3\,(s)} \rightleftarrows Ca^{2+}_{(aq)} + CO^{2-}_{3(aq)} \quad -1$$

$$s \qquad s \qquad s$$

$$K_{sp} = [Ca^{2+}]\,[CO_3^{2-}] \quad -2$$

$$K_{sp(CaCO_3)} = s \times s = s^2$$

$$25 \times 10^{-6} = s^2 \Rightarrow s = 5 \times 10^{-3}\ mol.L^{-1}$$

$$Sg.L^{-1} = Smol.L^{-1} \times M$$

$$Sg.L^{-1} = 5 \times 10^{-3} \times 100 = 5 \times 10^{-1}\ g.L^{-1}$$

$$CaCl_{2(s)} \longrightarrow Ca^{2+}_{(aq)} + 2Cl^{-}_{(aq)} \quad -3$$

مضاف $\left[Ca^{2+}\right] = \left[CaCl_2\right] = 2 \times 10^{-3}mol.L^{-1}$

الكلي $\left[Ca^{2+}\right] = 5 \times 10^{-3} + 2 \times 10^{-3} = 7 \times 10^{-3}mol.L^{-1}$

نحسب الجداء الأيوني لملح كربونات الكالسيوم $Q = [Ca^{2+}]\,[CO_3^{2-}]$

$$Q=\left(7\times10^{-3}\right)\left(5\times10^{-3}\right)=35\times10^{-6}$$

$Q > K_{SP}$ فيترسب ملح كربونات الكالسيوم

المسألة الثالثة:

يُضاف 100mL من محلول يحتوي 0.005mol من نترات الرَّصاص $Pb(NO_3)_2$ إلى 400 mL من محلول يحتوي على 0.01 mol من $NaCl$ فإذا علمت أنّ $Ksp(PbCl_2)=3.2\times10^{-5}$ في شروط التَّجربة. المطلوب:

1-اكتب معادلة التوازن غير المتجانس لملح كلوريد الرصاص. 2-بيّن حسابيًّا إن كان جزء من ملح كلوريد الرَّصاص $PbCl_2$ يترسّب أم لا. 3-احسب تركيز أيونات الكلوريد في محلول ملح كلوريد الرصاص المشبع.

$$PbCl_{2\,(s)} \rightleftarrows Pb^{2+}_{(aq)} + 2Cl^{-}_{(aq)} \quad -1$$

2-- حساب التّراكيز بعد المزج: $C=\frac{n}{V}\Rightarrow$

$$[Pb^{2+}]=[Pb(NO_3)_2]=\frac{0.005}{500\times10^{-3}}=0.01\ mol.L^{-1}$$

$$[Cl^{-}]=[NaCl]=\frac{0.01}{500\times10^{-3}}=0.02\ mol.L^{-1}$$

$$Q_{(PbCl_2)}=[Pb^{2+}_{(aq)}][Cl^{-}_{(aq)}]^2\Rightarrow \quad Q_{(PbCl_2)}=(0.01)\times(0.02)^2=4\times10^{-6}$$

- بما أنَّ $Q_{(PbCl_2)}<K_{sp\,(PbCl_2)}$ ، المحلول غير مشبع لا يترسب ملح $PbCl_2$

$$PbCl_{2\,(s)} \rightleftarrows Pb^{2+}_{(aq)} + 2Cl^{-}_{(aq)} \quad -3$$

$$s \qquad s \qquad 2s$$

$$Ksp_{(PbCl_2)}=[Pb^{2+}_{(aq)}][Cl^{-}_{(aq)}]^2\Rightarrow s(2s)^2$$

$$3.2\times10^{-5}=4s^3\Rightarrow s^3=8\times10^{-6}\Rightarrow s=2\times10^{-2}\ mol.L^{-1}$$

$$\left[Cl^{-}\right]=2s=2\times2\times10^{-2}=4\times10^{-2}\ mol.L^{-1}$$

المسألة الرابعة: محلول مائي مشبع من كبريتات الباريوم جداء ذوبانه 10^{-8} المطلوب: 1-اكتب معادلة التوازن الغير متجانس.

2-احسب تركيز أيونات الكبريتات و أيونات الباريوم في المحلول المشبع.

3-يضاف500ml من محلول تركيزه $2x10^{-4}mol.l^{-1}$ من كلوريد الباريوم إلى500ml من محلول كبريتات البوتاسيوم تركيزه $4x10^{-4}mol.l^{-1}$ بين بالحساب هل يترسب ملح كبريتات الباريوم أم لا

$$BaSO_{4\,(s)} \rightleftarrows Ba^{2+}_{(aq)} + SO^{2-}_{4\,(aq)} \quad -1$$

$$s \qquad s \qquad s$$

$$Ksp_{(BaSO_4)}=[Ba^{2+}_{(aq)}][SO^{2-}_{4\,(aq)}]\Rightarrow s\times s=s^2 \quad -2$$

$$10^{-8}=s^2\Rightarrow s=10^{-4}\ mol.L^{-1}$$

$$[Ba^{2+}_{(aq)}]=[SO^{2-}_{4\,(aq)}]=s=10^{-4}\ mol.L^{-1}$$

3- حساب التّراكيز بعد المزج: $n=n\Rightarrow C_1V_1=C_2V_2\Rightarrow C_2=\frac{C_1V_1}{V_2}$

$$[Ba^{2+}]=[BaCl_2]=\frac{2\times10^{-4}\times500}{1000}=10^{-4}\ mol.L^{-1}$$

$$[SO^{2-}_4]=[K_2SO_4]=\frac{4\times10^{-4}\times500}{1000}=2\times10^{-4}\ mol.L^{-1}$$

$$Q_{(BaSO_4)}=[Ba^{2+}_{(aq)}][SO^{2-}_{4\,(aq)}]=\left(10^{-4}\right)\left(2\times10^{-4}\right)=2\times10^{-8}$$

- بما أنَّ $Q_{(BaSO_4)}>Ksp_{(BaSO_4)}$ ، المحلول فوق مشبع يترسب ملح كبريتات الباريوم $BaSO_4$

((الأملاح الذوابة))

أولاً: اختر الإجابة الصّحيحة لكلّ ممّا يأتي:

1- المحلول المائي الذي له أصغر قيمة pH من المحاليل الآتية المتساوية التراكيز هو:

a) NaCl b) K_2SO_4 C) NH_4NO_3 d) CH_3COONa

2- المحلول المائي الذي له أكبر قيمة pH من المحاليل الآتية المتساوية التراكيز هو:

a) NaCl b) K_2SO_4 C) NH_4NO_3 d) CH_3COONa

3- الملحُ الذوّاب الذي قيمة pH لمحلوله المائيّ من بينِ الأملاحِ الآتيةِ المتساويةِ التّراكيزِ هو: (7

a) KCl b) KCN C) NH_4NO_3 d) Na_2SO_4

4- الملحُ الذوّاب الذي لا يتحلمَهُ في الماءِ من بينِ الأملاحِ الآتيةِ:

a) NH_4Cl b) $NaNO_3$ c) $HCOONH_4$ d) $CaSO_4$

5- الملحُ الذوّاب الذي لا يتحلمَهُ في الماءِ من بينِ الأملاحِ الآتيةِ:

a) NH_4Cl b) KNO_3 c) $HCOONH_4$ d) $CaSO_4$

6-الأيّون الحياديّ الذي لا يتفاعلُ مع الماءِ من الأيّونات الآتية a) CN^- b) CH_3COO^- c) NO_3^- d) NH_4^+

7- يتكون محلول منظم للحموضة من محلول لنترات الأمونيوم ومحلول:

a) HCOOH b) HCl c) NH_4OH d) NaOH

8-المحلول المنظّم للحموضة من المحاليل الاتية هو:

a) HCOOH,HCN b) HCl,KCl c) NH_4OH , NH_4Cl d) NaOH , $NaNO_3$

9- يتكون محلول منظم للحموضة من محلول خلات الصوديوم ومحلول:

a) CH_3COOH b) HCl c) HNO_3 d) NaOH

ثانياً-اجب عن مايلي:

1-أكتب معادلة حلمهة كل من الأملاح الأتية:خلات الصوديوم – كلوريد الأمونيوم – نترات الأمونيوم- نملات البوتاسيوم - سيانيد الصوديوم a-حدد طبيعة الوسط لكل منها مفسراً اجابتك b -اكتب العلاقة بين ثابت الحلمهة و ثابت تأين الماء.

$$CH_3COONa \longrightarrow CH_3COO^- + Na^+$$

$CH_3COO^- + H_2O \rightleftharpoons CH_3COOH + OH^-$ الوسط أساسي لأنه ينتج أيون الهدروكسيد عن حلمهة أيون الخلات

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

$$K_h K_a = K_w$$

$$NH_4Cl_{(s)} \xrightarrow{H_2O} NH^+_{4(aq)} + Cl^-_{(aq)}$$

$$NH^+_{4(aq)} + H_2O_{(\ell)} \rightleftharpoons NH_{3(g)} + H_3O^+_{(aq)}$$

- الوسط حمضي لأنه ينتج أيونات الهدرونيوم عن حلمهة أيونات NH_4^+

ثابت الحلمهة، $K_h = \frac{[NH_3]\,[H_3O^+]}{[NH_4^+]}$

$$K_h K_b = K_w$$

$$NH_4NO_{3(s)} \xrightarrow{H_2O} NH^+_{4(aq)} + NO^-_{3(aq)}$$

$$NH^+_{4(aq)} + H_2O_{(\ell)} \rightleftharpoons NH_{3(g)} + H_3O^+_{(aq)}$$

- الوسط حمضي لأنه ينتج أيونات الهدرونيوم عن حلمهة أيونات NH_4^+

ثابت الحلمهة، $K_h = \dfrac{[NH_3]\,[H_3O^+]}{[NH_4^+]}$

- فيكون: $K_h K_b = K_w$

$$HCOOK \longrightarrow HCOO^- + K^+$$

الوسط أساسي لأنه ينتج أيون الهدروكسيد عن حلمهة أيون النملات $HCOO^- + H_2O \rightleftharpoons HCOOH + OH^-$

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

$$K_h K_a = K_w$$

$$NaCN_{(s)} \xrightarrow{H_2O} Na^+_{(aq)} + CN^-_{(aq)}$$

$$CN^-_{(aq)} + H_2O_{(\ell)} \rightleftharpoons HCN_{(aq)} + OH^-_{(aq)}$$

الوسط أساسي لأنه ينتج أيونات الهدروكسيد عن حلمهة أيونات السيانيد

ثابت الحلمهة، $K_h = \dfrac{[HCN]\,[OH^-]}{[CN^-]}$

$$K_h K_a = K_w$$

2-اكتب معادلة إماهة كل من الأملاح الآتية وحدد طبيعة الوسط مع التفسير(كلوريد الصوديوم -كلوريد البوتاسيوم -كبريتات الصوديوم)

الوسط معتدل لأن أيونات الملح حيادية لا تتفاعل مع الماء أي لا تتحلمه $NaCl_{(s)} \xrightarrow{H_2O} Na^+_{(aq)} + Cl^-_{(aq)}$

الوسط معتدل لأن أيونات الملح حيادية لا تتفاعل مع الماء أي لا تتحلمه $KCl_{(s)} \xrightarrow{H_2O} K^+_{(aq)} + Cl^-_{(aq)}$

الوسط معتدل لأن أيونات الملح حيادية لا تتفاعل مع الماء أي لا تتحلمه $Na_2SO_{4(s)} \xrightarrow{H_2O} Na^+_{(aq)} + SO^{2-}_{4(aq)}$

3-رتب المحاليل التالية المتساوية بالتركيز بحسب تزايد الـpH KCl - HCl - HCOOK- NaOH- NH_4NO_3

$HCl \Rightarrow NH_4NO_3 \Rightarrow KCl \Rightarrow HCOOK \Rightarrow NaOH$

4- محلول مائيّ لملح سيانيد الأمونيوم ،المطلوب:اكتبُ معادلة إماهة الملح ثم الحلمهة ثم اكتبُ عبارة K_h بدلالة التراكيز ثم اكتب العلاقة بين ثابت حلمهة هذا الملح K_h وثابت تأيّن الماء ثم حدد طبيعة الوسط مع التفسير علماً أن

$$K_{b(NH_4OH)}=1.8\times10^{-5}, K_{a(HCN)}=6.2\times10^{-10}$$

$$NH_4CN_{(s)} \xrightarrow{H_2O} NH^+_{4(aq)} + CN^-_{(aq)}$$

$$CN^-_{(aq)} + H_2O_{(\ell)} \rightleftharpoons HCN_{(aq)} + OH^-_{(aq)}$$

$$NH^+_{4(aq)} + H_2O_{(\ell)} \rightleftharpoons NH_{3(g)} + H_3O^+_{(aq)}$$

- بجمع المعادلتين السّابقتين تنتج المعادلة الممثّلة لحلمهة ملح سيانيد الأمونيوم $NH_4^+ + CN^- \rightleftharpoons HCN + NH_3$

ثابت حلمهته: $K_h=\dfrac{[NH_3]\,[HCN]}{[NH_4^+]\,[CN^-]}$

$$K_h K_a K_b = K_w$$

الوسط أساسي لأن $K_a \langle K_b$ ، وبالتالي $[H_3O^+] \langle [OH^-]$

ثالثاً: حل المسائل الاتية:

المسألة الأولى: محلول مائيّ لملح لنترات الأمونيوم تركيزه $0.2mol.L^{-1}$ ، فإذا علمتَ أنّ ثابت تأيّن النّشادر عندَ درجةِ الحرارةِ $25\,^oC$ هو $K_b = 2\times10^{-5}$، المطلوب: 1- اكتب معادلتي إماهة وحلمهة هذا الملح. 2- احسب قيمة ثابت الحلمهة للمحلول الملحيّ. 3- احسب قيمة $[OH^-]$. 4 - احسب قيمة pH المحلول، ماذا تستنتج؟

5- إذا أُضيف إلى المحلول السَّابق قطرات من محلول حمض كلور الماء تركيزه $0.01mol.L^{-1}$ ، فاحسب النِّسبة المئويَّة المتحلمهة من ملح نترات الأمونيوم في هذه الحالة.

-1

$$NH_4NO_3 \longrightarrow NH_4^+ + NO_3^-$$

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

-2

$$K_h.K_b = K_w \Rightarrow K_h = \frac{10^{-14}}{K_b} = \frac{10^{-14}}{2\times10^{-5}} = 5\times10^{-10}$$

-3

$NH_4^+ + H_2O \rightleftharpoons$	NH_3	$+ H_3O^+$
0.2	0	0
$0.2-x$	x	x

$$K_h=\frac{[NH_3].[H_3O^+]}{[NH_4^+]}=\frac{x^2}{0.2-x} \Rightarrow 5\times10^{-10}=\frac{x^2}{0.2} \Rightarrow x^2=10^{-10} \Rightarrow x=10^{-5}mol.L^{-1}=[H_3O^+]$$

$$[OH^-]=\frac{10^{-14}}{[H_3O^+]}=\frac{10^{-14}}{10^{-5}}=10^{-9}mol.L^{-1}$$

-4

$$pH=-\log[H_3O^+]=-\log10^{-5}=5$$ (نستنتج : طبيعة الوسط حمضي)

-5

الحمض المضاف $[H_3O^+]=[HCl]=0.01mol.L^{-1}$

$NH_4^+ + H_2O \rightleftharpoons$	NH_3	$+ H_3O^+$
0.2	0	0.01
$0.2-x$	x	$0.01+x$

$$K_h=\frac{x\,(0.01+x)}{0.2-x} \Rightarrow 5\times10^{-10}=\frac{x\,(0.01+x)}{0.2-x}$$

تهمل x المضافة والمطروحة لصغرها

$$5\times10^{-10}=\frac{0.01x}{0.2}\Rightarrow x=\frac{0.2\times5\times10^{-10}}{0.01}=10^{-8}\,mol.L^{-1}$$

كل 0.2 يتحلمه منها 10^{-8}

كل 100يتحلمه منها y

$$y=\frac{10^{-8}\times100}{0.2}=5\times10^{-6}\,\%$$

المسألة الثانية: محلول مائي لنملات الصوديوم تركيزه $0.02\ mol.L^{-1}$ و pH =8.المطلوب: 1- أكتب معادلة الحلمهة للملح الناتج 2- احسب قيمة ثابت حلمهة هذا الملح. 3- احسب قيمة ثابت تأين حمض النمل.
4-نضيف إلى المحلول السابق قطرات من هدروكسيد الصوديوم بحيث يصبح تركيزه في الوسط $0.01\ mol.L^{-1}$ أحسب النسبة المئوية المتحلمهة في هذه الحالة.

الحل: 1-

$$HCOONa_{(s)}\xrightarrow{H_2O}HCOO^-_{(aq)}+Na^+_{(aq)}$$

$$HCOO^-+H_2O\underset{\text{حلمهة}}{\overset{\text{}}{\rightleftharpoons}}HCOOH+OH^-$$

	$HCOO^-$	$HCOOH$	OH^-
	0.02	0	0
	$0.02-x$	$+x$	$+x$

2- $pH+pOH=14\Rightarrow pOH=14-8=6$

$$[OH^-]=10^{-pOH}=10^{-6}mol.L^{-1}$$

$$K_h=\frac{[HCOOH]\,[OH^-]}{[HCOO^-]}=\frac{x^2}{0.02-x}$$

تهمل x أمام 0.02 من المقام لصغرها

$$\Rightarrow K_h=\frac{x^2}{0.02}$$

$$\Rightarrow K_h=\frac{\left(10^{-6}\right)^2}{0.02}=5\times10^{-11}$$

3- $K_h\,K_a=K_w\Rightarrow K_a=\frac{10^{-14}}{5\times10^{-11}}=2\times10^{-4}$

4- المضاف $[NaOH]=[\,OH^-_{(aq)}]=0.01\ mol.L^{-1}$

$$HCOO^-+H_2O\underset{\text{حلمهة}}{\overset{\text{}}{\rightleftharpoons}}HCOOH+OH^-$$

	$HCOO^-$	$HCOOH$	OH^-
	0.02	0	0.01
	$0.02-x$	$+x$	$+x$

$$K_h=\frac{[HCOOH]\,[OH^-]}{[HCOO^-]}\Rightarrow5\times10^{-11}=\frac{x\ \ (0.01+x)}{0.02-x}$$

تهمل x في والبسط والمقام لصغرها

$$\Rightarrow5\times10^{-11}=\frac{x\ \ (0.01)}{0.02}$$

$$x=10^{-10}\,mol.L^{-1}$$

كلّ $0.02\ mol.L^{-1}$ يتحلّه منها $x = 10^{-10}\ mol.L^{-1}$

كل $100\ mol.L^{-1}$ يتحلّه منها $y\ mol.L^{-1}$

$$y = \frac{10^{-10} \times 100}{0.02} = 5 \times 10^{-7}\ mol.L^{-1}$$

وتكتب كنسبةٍ مئويّةٍ: $y = 5 \times 10^{-7}\ \%$

المسألة الثالثة:

محلول مائيّ لملح خلّات البوتاسيوم تركيزه $0.2\ mol.L^{-1}$، فإذا علمتَ أنّ له $pH = 9$ عندَ الدرجةِ $25^{\circ}C$. المطلوب:

1-اكتب معادلة حلمهة هذا الملح. 2- احسب قيمة $[H_3O^+]$. 3- احسب قيمة ثابت الحلمهة لهذا الملح.

4-احسب ثابت تأيّن حمض الخلّ. 5- احسب النّسبة المئويّة المتحلمهة من هذا الملح.

الحل: 1-

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

$$CH_3COO^- + H_2O \underset{\text{حلمهة}}{\rightleftharpoons} CH_3COOH + OH^-$$

	0.2	0	0
	$0.2 - x$	$+x$	$+x$

2- $[H_3O^+] = 10^{-pH} = 10^{-9}\ mol.L^{-1}$

3- $$K_h = \frac{[CH_3COOH]\,[OH^-]}{[CH_3COO^-]} = \frac{x^2}{0.2 - x}$$

$$x = [OH^-] = \frac{Kw}{[H_3O^+]} = \frac{10^{-14}}{10^{-9}} = 10^{-5}\ mol.L^{-1}$$

تهمل x أمام 0.2 من المقام لصغرها

$$\Rightarrow K_h = \frac{x^2}{0.2}$$

$$\Rightarrow K_h = \frac{(10^{-5})^2}{0.2} = 5 \times 10^{-10}$$

4- $$K_h K_a = K_w \Rightarrow K_a = \frac{10^{-14}}{5 \times 10^{-10}} = 2 \times 10^{-5}$$

5- كلّ $0.2\ mol.L^{-1}$ يتحلّه منها $x = 10^{-5}\ mol.L^{-1}$

كل $100\ mol.L^{-1}$ يتحلّه منها $y\ mol.L^{-1}$

$$y = \frac{10^{-5} \times 100}{0.2} = 5 \times 10^{-3}\ mol.L^{-1}$$

وتكتب كنسبةٍ مئويّةٍ: $y = 5 \times 10^{-3}\ \%$