

المحاليل المائية للأملح

قطبية الأملاح

نشاط (1) : ص 99

الجزء الرئيسي	الجزء الأساسي	صيغة الملح	اسم الملح
NO_3^-	Na^+	$NaNO_3$	نترات الصوديوم
SO_4^{2-}	NH_4^+	$(NH_4)_2SO_4$	كبريتات الأمونيوم
Cl^-	Al^{3+}	$AlCl_3$	كلوريد الألومنيوم

ملاحظة: الأملاح التي تتفك بخاصية قطبية.

لأنه مركب أيوني يتألف من هالوجين، جزئاً رئيسياً موجب وجزئاً رئيسياً سالب.

تصنيف الأملاح وفق ذوبانيتها

1. تعريف: ذوبانية الملح: هي تركيز الملح في محلوله الطبيعي عند درجة حرارة محددة وهي ثابتة فيزيائياً خاصاً بكل ملح ويرمز لـ S .

2. عدد: أنواع ذوبانية الملح:

1. ذوبانية كلية للملح ($S > 10$)

2. ذوبانية مولية للملح ($mol \cdot l^{-1}$)

3. تصنيف محاليل الأملاح إلى:

1. غير مشبعة 2. مشبعة 3. فوق مشبعة

4. عدد الأملاح الذوابة وما هي قيمة ذوبانيتها:

أملاح (الصوديوم - البوتاسيوم - النترات - الخلات)

قيمة ذوبانيتها أكبر من $10 \text{ mol} \cdot l^{-1}$

5. عدد الأملاح قليلة الذوبان وما هي قيمة ذوبانيتها:

ملح (كبريتات الباريوم، كربونات الكالسيوم، كبريتات العنق، كلوريد الفضة، كلوريد

الرمصاص ، فوسفات ثلاثي الكالسيوم)

قيمة ذوبانيتها أقل من $1.0 \times 10^{-5} \text{ mol/L}$

التوازن غير المتجانس للأملاح قليلة الذوبان

تجارب التوازن

1. الجداء الأيوني Q : الجداء تراكمي أيونات الملح قليل الذوبان مرفوعة كد مثالي أسد يروي أملاح التفاعلية

2. ثابت جداء الذوبان K_{sp} : ثابت جداء تراكمي أيونات الملح قليل الذوبان مرفوعة كد مثالي أسد يروي أملاح التفاعلية في المحلول المشبع

ملاحظات للماتك

$$K_{sp} < Q$$

المحلول فوق مشبع

(تترسب كمية من الملح)

$$K_{sp} = Q$$

المحلول مشبع

(نقطة بدء الترسيب)

$$K_{sp} > Q$$

المحلول غير مشبع

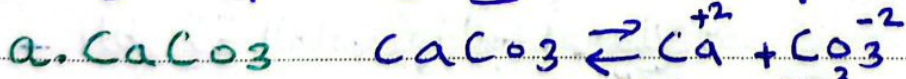
(لا يوجد ترسيب)

- كلما زادت K_{sp} كان المحلول ذواب أكثر

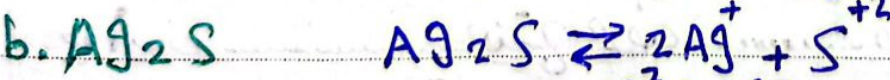
- كلما صغرت K_{sp} كان المحلول قليل الذوبان

نشاط (4) : مثال

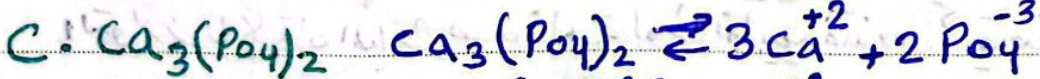
أكتب العبارة المصبرة عن K_{sp} لكل من الأملاح قليلة الذوبان الآتية :



$$K_{sp} = [\text{Ca}^{+2}] [\text{CO}_3^{-2}]$$



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



$$K_{sp} = [\text{Ca}^{+2}]^3 [\text{PO}_4^{-3}]^2$$

تطبيقات جداء الذوبان :

1) ترسيب ملح في محلوله المسبوع :

- الطريقة العامة لترسيب أي ملح :

نضيف كمية من مادة تحوي هذا الأيونات اطلح مما يؤدي إلى ازدياد تركيز أيونات

فيتمثل التوازن وبالتالي يتزاح التوازن حسب قاعدة لوشاتولييه بالإتجاه

العكسي أي بإتجاه ترسيب مزيد من ملح اطلح

سؤال دورة : 1/2023

محلول غالي مبعو لمحلول فوسفات الفضة Ag_3PO_4

1) معادلة التوازن غير المتوازنة.



2) العلاقة بين K_{sp} و Q في محلول مبعو

$$Q = K_{sp}$$

3) طريقة لترسيب الملح.

نضيف كمية من فوسفات الزنك فيزداد تركيز أيونات الفوسفات فيتمثل

التوازن وبالتالي يتزاح التوازن حسب قاعدة لوشاتولييه بالإتجاه العكسي أي

بإتجاه ترسيب مزيد من ملح فوسفات الفضة

2) إذابة ملح قليل الذوبان :

- الطريقة العامة لإذابة أي ملح :

نضيف حمض كلور الماء HCl ، يتحد أيون الكلورين مع الناتج عند تأين الحمض

مع أيون يتحد ينتج حمض ، يتحد أيون الكلورين مع الناتج عند تأين الحمض

أيونات فيتمثل التوازن ، يصبح $Q < K_{sp}$ أي محلول غير مبعو ، يتزاح

التوازن بالإتجاه العكسي حسب قاعدة لوشاتولييه فتزداد كمية من الملح حتى نصل

حالة توازن جديدة

نشاط (4) : 104 ص

لديك محلول فوق مشبع لملاح فوسفات الصفة اقترح طريقة لإزالة كمية إضافية من هذا الملاح

نضيف حمض كلور الماء HCl ، يتحد أيون الهيدرونيوم الناتج عن تأين الحمض مع أيون الفوسفات لينتج حمض الفوسفور H_3PO_4 ضعيف التأين ، تباقت تركيز أيونات الفوسفور وتختلف التوازن ، يصبح $K_{sp} < Q$ أي محلول مشبع ينتزح التوازن إلى اتجاه الملاح قاعدة لورثا توليد متبوع كمية من الملاح حتى تصل حالة توازن جديدة

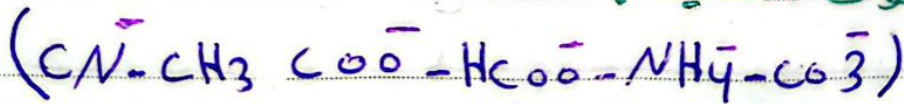
ملحوظة اطلع :

- ملاحظة احتوائية : يجب أن تكتب معادلة الإماهة قبل الحموضة حتى لو لم تطلب
- ملاحظة احتوائية : الإماهة تكون بوزم واحد ، أما الحموضة بـ 3 عكس

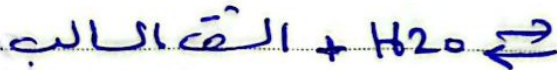
سؤال : كيف أكتب معادلة الإماهة ؟

معادلة الإماهة تكون بفصل الملاح إلى رقيقين : رقيق موجب ، رقيق سالب و الرقيق السالب من الملاح هو الذي تحصل له الحموضة

*** الرقوق الضعيفة :**



سؤال : كيف أكتب معادلة الحموضة :



1] ملح ناتج من حمض قوي وأيون ضعيف :

يتعلقه الأيون الناتج عن أساس ضعيف $PH < 7$

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

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

$K_h \cdot K_b = K_w$

تأينت حموضة الملاح
تأينت تأينت الأساس الضعيف

10^{-14}

2] حموضة ملح ناتج عن حمض ضعيف وأساس قوي :

تجابه الأيون الناتج عن الحمض الضعيف $\text{PH} > 7$

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

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

له ثابت تأين الحمض الضعيف $K_h = K_a = K_w$

3] حموضة ملح ناتج عن حمض ضعيف وأساس ضعيف :

يكون الوسط متعاد $\text{PH} = 7$ (قابلة لاحترق)

ثابت حموضة الملح :

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

ملاحظات كل مسائل الحموضة :

1] حساب النسبة المئوية المتكافئة :

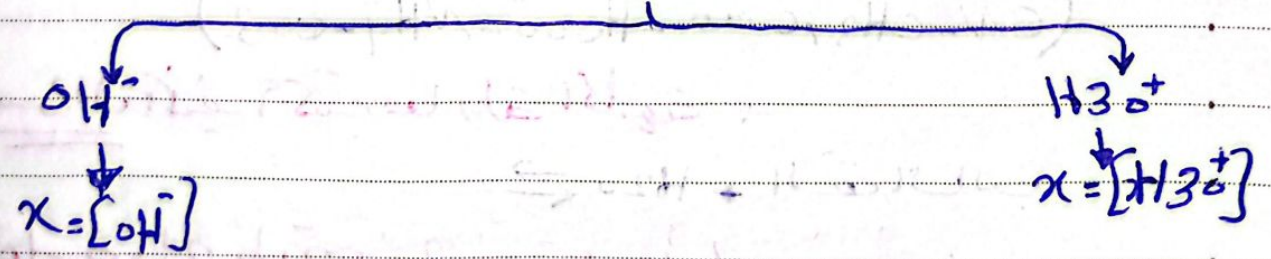
كل (تركيز ابتدائي) يتكافئ منه x

كل (100) يتكافئ منه y

الطرفين بالوسطين $\Leftrightarrow y = \square \%$

2] x في مسائل الحموضة تقبل $[\text{H}_3\text{O}^+]$ أو $[\text{OH}^-]$

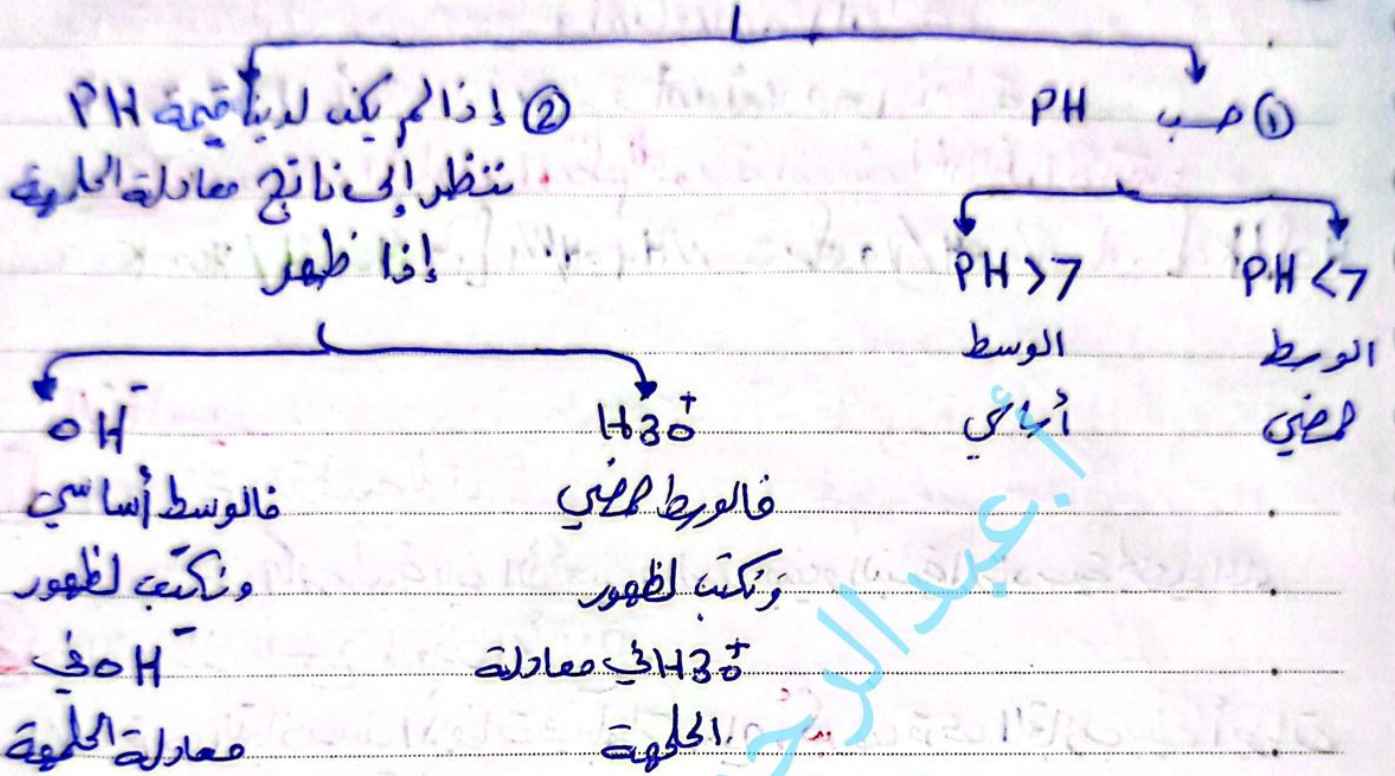
إذا ووجد في ناتج معادلة الحموضة



3] إذا طلب حساب $[\text{H}_3\text{O}^+]$ أو $[\text{OH}^-]$ وليه لدينا PH أو POH :

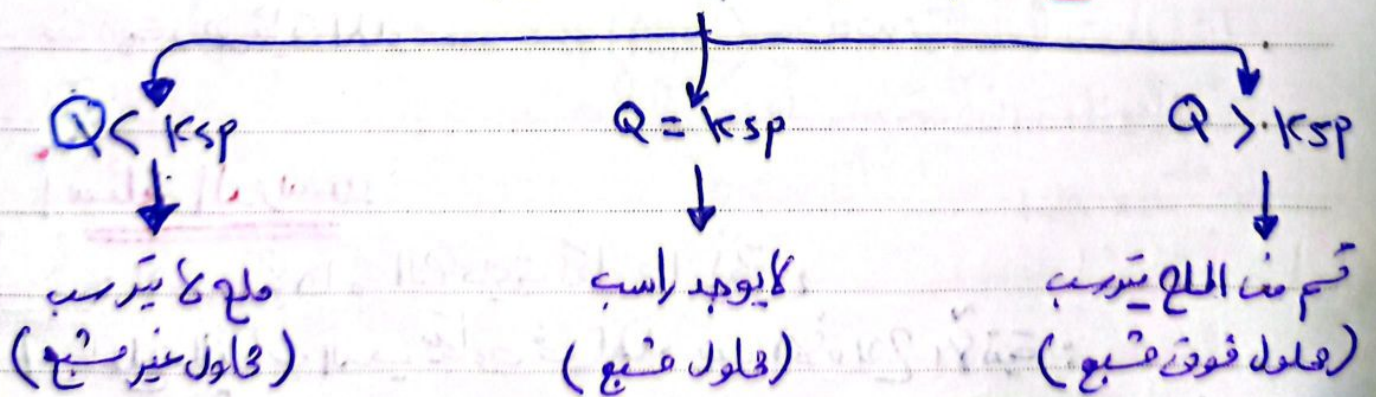
فيصاحف معادلة الحموضة عن طريق حساب x بالمعادلات الستة

٤١. طبيعة الوسط مع التقليل



ملاحظات لحل مسائل الأملاح الراسبة:

- ١] نضيف مادة تحوي أحد أيونات الملح الذي نريد المألة
- ٢] فيصير تركيزه
- ٣] حسب التركيز الجديد لهذا الأيون (تركيز قديم + مضاف)
- ٤] ثم حسب Q ونقارن مع K_{sp}

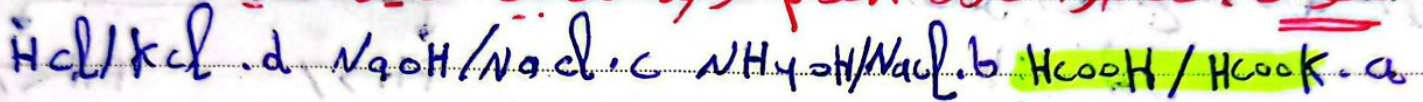


- المحلول المنظم للمخوضنة : (اختياري)

يتألف من محلول **لحم ضعيف** وأمدألامه الذرية

أو من محلول **أساس ضعيف** وأمدألامه الذرية

سؤال : من هو المحلول المنظم للمخوضنة من بين التالي الآتية :



التفسير :

1] الصفة القطبية للماء

بسبب فرق الكهرسلبية بين الأوكسجين والهيدروجين والنسبة الهندسية الجزيئية والماء

2] الذوبان السح ليعوض الأملاح

لأن قوى التجاذب بين الأيونات في بلورات الملح **أكبر** من قوى التجاذب بين أيونات

المحلول وجزئيات الماء أثناء عملية الذوبان

3] ذوبان الملح الناتج عن قوة قوى الترابط

لأن أيوناته تكون هيدراتية لا تتكلم مع الماء

4] أملاح الصوديوم قسبة الذوبان في الماء (أي ملح قسبة الذوبان يكون نقد الجواب)

لأن قوة التجاذب بين أيونات أملاح الصوديوم **أصغر** من قوة التجاذب بين هذه الأيونات

من جهة وجزئيات الماء

أسئلة الدرس :

أولاً : اختر الإجابة الصحيحة لكل مما يأتي :

1. المحلول الذائب الذي يتكلم في الماء من الأملاح الآتية :



2. المحلول الطافي الذي له أكبر قيمة pH من المحاليل الآتية المتساوية التركيز هو:

- a. NaCl b. KNO_3 c. NH_4NO_3 d. CH_3COONa

3. حصل توازن غير متجانس بين الطور الصلب والطور المذاب في محلول مائي طالح قليل الذوبان:

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

4. محلول مائي طالح Na_2CO_3 تركيزه 1.6 mol.l^{-1} أخذ بإضافة كمية من الماء

المقطر، ليخضع لفيج. لجمعة أربعة أضفاف ما كان عليه فيكون التركيز الجديد لأيونات الصوديوم في المحلول ما هو:

- a. 0.6 mol.l^{-1} b. 0.4 mol.l^{-1} c. 0.8 mol.l^{-1} d. 0.2 mol.l^{-1}



$$1.6 \qquad \qquad 2(1.6) \qquad \qquad 1.6$$

بعد التحديد $n = n'$ قبل التحديد

$$C \cdot V = C' \cdot V'$$

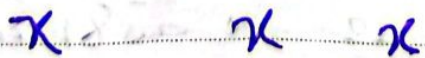
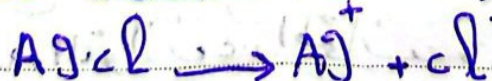
$$C \cdot V = C' \cdot 4V \Rightarrow C' = \frac{C}{4} = \frac{1.6}{4} = 0.4 \text{ mol.l}^{-1}$$

$$[Na^+] = 2(0.4) = 2 \times 0.4 = 0.8 \text{ mol.l}^{-1}$$

5. إذا علمت أن $K_{sp}(AgCl) = 6.25 \times 10^{-10}$ عند درجة حرارة معينة فيكون

تركيز أيونات الفضة مقدرًا بـ mol.l^{-1} في المحلول المشبع $AgCl$ ما هو:

- a. 1.25×10^{-10} b. 2.5×10^{-10} c. 2.5×10^{-5} d. 6.25×10^{-5}



$$K_s = [Ag^+] \cdot [Cl^-] = x^2 = 6.25 \times 10^{-10}$$

$$\Rightarrow x = 2.5 \times 10^{-5}$$

عند تحديد محلول مائي لمحلول KNO_3 تركيزه 2.4 mol/L بإضافة كمية من الماء
 الطقطر إليه تاوي ثلاثة أمثال حجمه يكون التركيز الجديد للمحلول مقدراً بـ
 2.4 mol/L مساوياً: $V' = 4V$

- a. 0.6 b. 0.4 c. 0.3 d. 0.2

$$C' = \frac{C}{4} = \frac{2.4}{4} = 0.6$$

كروي بيروحلون مبع لمحلول $PbCrO_4$ قليل الذوبان بالماء، يضاف
 إليه قطرات من محلول نترات الرصاص II عدلیم اللون فيتكسر إلى راسب من كرومات
 الرصاص، اطلوب:

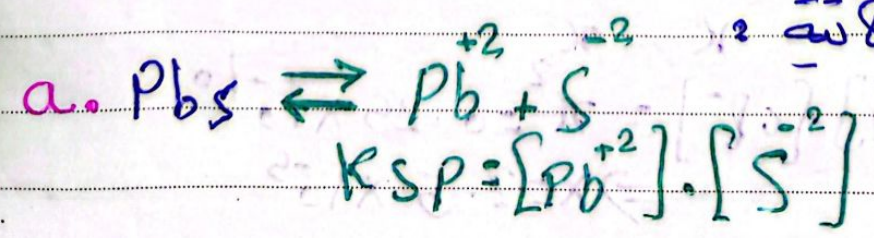


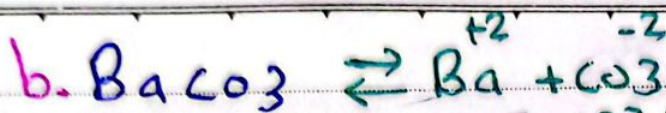
b. اسرّح آلية الترسيب التي حدثت لقرم هذا الطلح.
 عند ما أضفنا نترات الرصاص، ازداد تركيز أيونات الرصاص
 ما أصبحت K_{sp} فتترسب كمية من هذا الطلح عندها يتراخ التوازن
 بالاحتياج الكافي صب قاعدة لوساً تولييه

c. اقتح طريقة ثانية لترسيب قسم من هذا الطلح
 بإضافة قطرات من كرومات البوتاسيوم
 d. اقتح طريقة أفضل للمحلول عن الراسب

الترسيب

2. اكتب معادلة التوازن غير المتجانس وعلاقة بدء الذوبان لكل من الحاليل
 دأ مصلح الطبيعة الآتية:

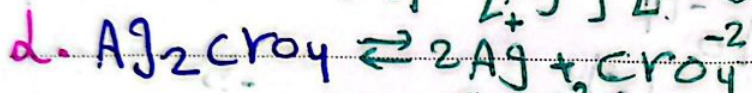




$$K_{sp} = [Ba^{+2}] \cdot [CO_3^{-2}]$$



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



$$K_{sp} = [Ag^+]^2 \cdot [CrO_4^{-2}]$$

إيضاً: حل المسائل الآتية:

المسألة الأولى:

محلول مائي لملاح فترات البوتاسيوم تركيزه 0.2 mol/L وطاؤه $pH = 9$

له عند درجة الحرارة $25^\circ C$. المطلوب:

1. أكتب معادلة انحلال هذا الملاح.



2. أجب قيمة $[CH_3COO^-]$ و $[OH^-]$ و $[H_3O^+]$

$$[H_3O^+] = 10^{-9} = 10^{-9} \text{ mol/L}$$

3. أجب قيمة ثابتة التحمض للمحلول المائي.



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

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

$$x = [OH^-] = \frac{10^{-14}}{10^{-9}} = 10^{-5} \text{ mol/L}$$

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

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

4. ثابت تأين حمض الكل

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

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

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

5. أصب النسبة المئوية المتأينة

كل 10^{-5} مول 10^{-5} مول

كل 10^{-5} مول 10^{-5} مول

$$y = 10^{-5} \times 100$$

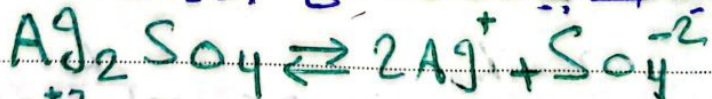
$$= 5 \times 10^{-3} \%$$

6. طبيعة الوسط الناتج عن الكمية معاً

طبيعة الوسط أحماضي لأن $pH < 7$

المألة الثانية:

محلول مائي مُبْعٍ لمُحَلِّج كبريتات الفضة Ag_2SO_4 تركيزه 0.015 mol.l^{-1} إذا أُضِفَ إليه محلول كبريتات الصوديوم بحيث يصبح تركيزه في المحلول 0.01 mol.l^{-1} تبين أن محلول كبريتات الفضة يترسب أم لا؟



$$[Ag^+] = 2x = 2 \times 0.015 = 3 \times 10^{-2} \text{ mol.l}^{-1}$$

$$[SO_4^{2-}] = x = 1.5 \times 10^{-2} \text{ mol.l}^{-1}$$

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

$$= (3 \times 10^{-2})^2 \times (1.5 \times 10^{-2}) = 1.35 \times 10^{-5}$$



$$[SO_4] = 1.5 \times 10^{-2} + 10^{-3} = 2.5 \times 10^{-2} \text{ mol.l}^{-1}$$

$$Q = [Ag^+]^2 \cdot [SO_4^{2-}]$$

$$= (3 \times 10^{-3})^2 \times 2.5 \times 10^{-2}$$

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

$Q > K_{sp}$ \rightarrow المحلول فوق مشبع يتكسر راسب

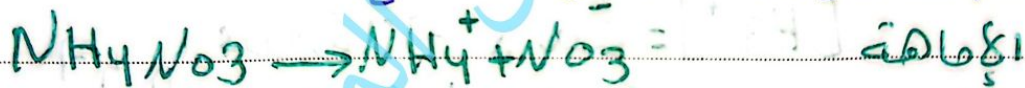
المسألة الثالثة:

محلول مائي لمخاض نترات الأمونيوم NH_4NO_3 تركيزه $2 \times 10^{-3} \text{ mol.l}^{-1}$ فإذا

علمت أن ثابت تأيين الماء عند درجة الحرارة $25^\circ C$ هو $K_b = 2 \times 10^{-5}$

المطلوب:

1. اكتب معادلي إذابة وحموضة هذا الملح.



2. اكتب قيمة ثابت الحموضة للمحلول المائي

$$K_h = \frac{K_w}{K_b} = \frac{10^{-14}}{2 \times 10^{-5}} = 5 \times 10^{-10}$$

3. اكتب قيمة $[OH^-]$



$$2 \times 10^{-3}$$

$$2 \times 10^{-3} - x$$

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

$$K_h = \frac{x^2}{2 \times 10^{-3} - x}$$

توجد لصفرها من

$$x^2 = 2 \times 10^{-3} \times 5 \times 10^{-10} = 10^{-12}$$

$$\Rightarrow x = 10^{-6} \text{ mol.l}^{-1} = [\text{H}_3\text{O}^+]$$

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

4. أجب قيمة pH المحلول الناتج، ماذا تتنبأ؟

$$\text{Ph} = -\lg [\text{H}_3\text{O}^+]$$

$$= -\lg (10^{-6}) = 6$$

نتنبأ أن الوسط حمضي لأن $\text{Ph} < 7$

5. إذا أضفنا إلى المحلول الناتج قطرات من محلول حمض كلور الماء بحيث يصبح 0.01 mol.l^{-1} فاصب النسبة المئوية المتجمعة من ملح نترات الأمونيوم في هذه الحالة.

لحمض كلور الماء قوى وأما في الوسطية

$$[\text{H}_3\text{O}^+] = c_a \times \alpha$$

$$= 0.01 \times 1 = 0.01 \text{ mol.l}^{-1}$$



$$2 \times 10^{-3} \quad \quad \quad 0 \quad \quad 0.01$$

$$2 \times 10^{-3} - x \quad \quad \quad x \quad \quad 0.01 + x$$

$$K_h = \frac{(0.01 + x)(x)}{2 \times 10^{-3} - x}$$

تعد x المضافة والمطروقة لضعفها

$$K_h = \frac{0.01 x}{2 \times 10^{-3}} \Rightarrow 5 \times 10^{-10} = \frac{0.01 x}{2 \times 10^{-3}}$$

$$x = \frac{5 \times 10^{-10} \times 2 \times 10^{-3}}{1 \times 10^{-2}} = \frac{10 \times 10^{-13}}{1 \times 10^{-2}} = 10^{-10} \text{ mol.l}^{-1}$$

$$y = \frac{100 \times 10^{-10}}{2 \times 10^{-3}} = 5 \times 10^{-6} \%$$

السؤال الرابعة:

يُضاف 200 ml من محلول تحتوي على $1 \times 10^{-5} \text{ mol}$ من كلوريد الباريوم إلى 800 ml من محلول تحتوي على $1 \times 10^{-5} \text{ mol}$ من كبريتات البوتاسيوم للمحلول على محلول مُصَبَّح من كبريتات الباريوم، المطلوب:

1. أجب قيمة حاصل الذوبان K_{sp} لمُحَلِّج كبريتات الباريوم

$$C = \frac{n_1}{V_{\text{الكلي}}} = \frac{1 \times 10^{-5}}{1000 \times 10^{-3}} = 10^{-5} \text{ mol.l}^{-1}$$

$$C = \frac{n_2}{V_{\text{الكلي}}} = \frac{1 \times 10^{-5}}{1000 \times 10^{-3}} = 10^{-5} \text{ mol.l}^{-1}$$



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

2. يضاف قطرات من محلول حمض الكبريت المركز إلى المحلول المطبق السابق، ماذا نتوقع أن يحدث؟ عملك لها بتك، وبتبين إذا كان ذلك يتفق مع قاعدة لورنتز توليه أولاً عند إضافة حمض الكبريت يزداد تركيز أيونات الكبريتية $K_{sp} > Q$ فتترسب كمية من الملح وفق قاعدة لورنتز توليه ويرجع التفاعل العكسي

فريق فوجزة - (التعليقي)

د. روان شريف

2026/3/16

1:56 AM