

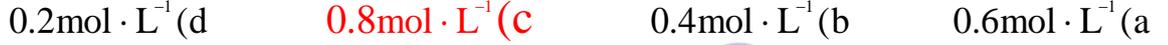
((اختبار أملاح قليلة الذوبان))

أولاً- اختر الإجابة الصحيحة:

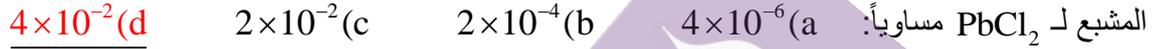
1- يحصل توازن غير متجانس بين الطور الصلب والطور المذاب في محلول مائي لملح قليل الذوبان هو:



2. محلول مائي لملح  $Na_2CO_3$  تركيزه  $1.2 \text{ mol} \cdot L^{-1}$  يُمدد بإضافة كمية من الماء المقطر إليه بحيث يصبح حجمه ثلاثة أضعاف ما كان عليه، فيكون التركيز الجديد لأيونات الصوديوم في المحلول مساوياً:



3. إذا علمت أن  $K_{sp}(PbCl_2) = 32 \times 10^{-6}$  عند درجة حرارة معينة، فيكون تركيز أيونات الكلوريد المولي في المحلول المشبع لـ  $PbCl_2$  مساوياً:



4. عند تمديد محلول لملح  $NaNO_3$  تركيزه  $2.4 \text{ mol} \cdot L^{-1}$  بإضافة كمية من الماء المقطر إليه تساوي ثلاثة أمثاله حجمه، يكون التركيز الجديد للمحلول مقدراً بـ  $1 \text{ mol} \cdot L^{-1}$  مساوياً:



ثانياً: أعط تفسيراً علمياً:

1 - ذوبان ملح فوسفات الفضة عند إضافة حمض الأزوت.

تتحد أيونات الهيدرونيوم الناتجة عن تأين حمض الأزوت مع أيونات الفوسفات، وينتج حمض الفوسفور  $H_3PO_4$  ضعيف التأيين، فيتناقص تركيز أيونات الفوسفات، ويصبح  $Q < K_{sp}$  أي المحلول غير مشبع، فتذوب كمية إضافية من ملح فوسفات ثلاثي الكالسيوم

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

يزداد تركيز أيونات كرومات في المحلول، فيصبح  $Q > K_{sp}$  أي المحلول فوق مشبع فتترسب كمية من ملح كرومات الرصاص

3-تتمتع الأملاح بخاصية قطبية.

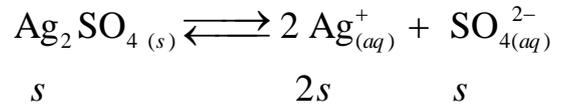
لأنه مركب أيوني، يتألف من جزء أساسي موجب، وجزء حمضي سالب

4-ترسب ملح كبريتات الباريوم عند إضافة حمض الكبريت إلى محلوله المشبع.

يزداد تركيز أيونات الكبريتات في المحلول، فيصبح  $Q > K_{sp}$  أي المحلول فوق مشبع فتترسب كمية من ملح كبريتات الباريوم.

ثالثاً: أجب عن الأسئلة الآتية:

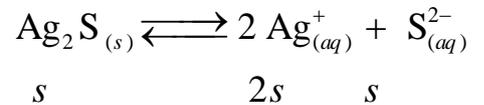
1-اكتب معادلة التوازن غير المتجانس لكل من الأملاح الآتية اقترح طريقة لترسيب كل من الأملاح السابقة مفسراً إجابتك. - اكتب علاقة  $K_{sp}$  ثم استنتجها بدلالة الذوبانية المولية  $s$



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

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

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



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

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



رابعاً: حل المسائل الآتية:

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 إمارة نترات الفضة ثم بين بالحساب إن كان يترسب ملح  
 $Ag_2CO_3$  أم لا. (Ag:108 C:12 O:16)



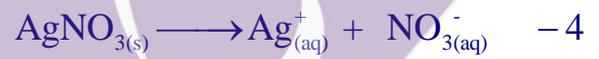
$$s \qquad \qquad \qquad 2s \qquad \qquad \qquad s$$
$$Sg.L^{-1} = Smol.L^{-1} \times M \quad -2$$

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

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

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

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



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

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

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

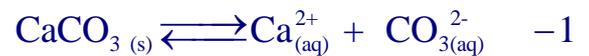
$$Q = (3 \times 10^{-4})^2 (10^{-4}) = 9 \times 10^{-12}$$

$Q > K_{sp}$  فيترسب ملح كربونات الفضة

المسألة الثانية:

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

1- أكتب معادلة التوازن غير المتجانس لهذا الملح المشبع.  
2 - احسب ذوبانية الملح المولية ثم الكتلية 3- نضيف إلى محلول الملح السابق كمية قليلة من كلوريد الكالسيوم بحيث يصبح تركيزه  $2 \times 10^{-3} mol.L^{-1}$  اكتب معادلة إمارة هذا الملح ثم بين بالحساب هل يترسب ملح كربونات الكالسيوم أم لا.  
(Ca:40 C:12 O:16)



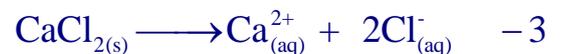
$$s \qquad \qquad \qquad s \qquad \qquad \qquad s$$
$$K_{sp} = [Ca^{2+}] [CO_3^{2-}] \quad -2$$

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

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

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

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



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

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

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

$$Q = (7 \times 10^{-3})(5 \times 10^{-3}) = 35 \times 10^{-6}$$

$Q > K_{SP}$  فيترسب ملح كربونات الكالسيوم  
المسألة الثالثة:

يُضاف 100mL من محلول يحتوي 0.005mol من نترات الرصاص  $Pb(NO_3)_2$  إلى 400 mL من محلول يحتوي على 0.01 mol من NaCl فإذا علمت أن  $K_{sp}(PbCl_2) = 3.2 \times 10^{-5}$  في شروط التجربة. المطلوب:

1- اكتب معادلة التوازن غير المتجانس لمُح كُلو ريد الرصاص. 2- بيّن حسابياً إن كان جزء من ملح كُلو ريد الرصاص  $PbCl_2$  يترسب أم لا. 3- احسب تركيز أيونات الكُلو ريد في محلول ملح كُلو ريد الرصاص المشبع.



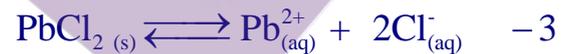
2- حساب التراكيز بعد المزج:  $C = \frac{n}{V} \Rightarrow$

$$[Pb^{2+}] = [Pb(NO_3)_2] = \frac{0.005}{500 \times 10^{-3}} = 0.01 \text{ mol.L}^{-1}$$

$$[Cl^-] = [NaCl] = \frac{0.01}{500 \times 10^{-3}} = 0.02 \text{ mol.L}^{-1}$$

$$Q_{(PbCl_2)} = [Pb_{(aq)}^{2+}][Cl_{(aq)}^{-}]^2 \Rightarrow Q_{(PbCl_2)} = (0.01) \times (0.02)^2 = 4 \times 10^{-6}$$

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



$$K_{sp}(PbCl_2) = [Pb_{(aq)}^{2+}][Cl_{(aq)}^{-}]^2 \Rightarrow s(2s)^2$$

$$3.2 \times 10^{-5} = 4s^3 \Rightarrow s^3 = 8 \times 10^{-6} \Rightarrow s = 2 \times 10^{-2} \text{ mol.L}^{-1}$$

$$[Cl^-] = 2s = 2 \times 2 \times 10^{-2} = 4 \times 10^{-2} \text{ mol.L}^{-1}$$

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- يضاف 500ml من محلول تركيزه  $2 \times 10^{-4} \text{ mol.l}^{-1}$  من كُلو ريد الباريوم إلى 500ml من محلول كبريتات البوتاسيوم تركيزه  $4 \times 10^{-4} \text{ mol.l}^{-1}$  بين بالحساب هل يترسب ملح كبريتات الباريوم أم لا



$$K_{sp}(BaSO_4) = [Ba_{(aq)}^{2+}][SO_{4(aq)}^{2-}] \Rightarrow s \times s = s^2 \quad -2$$

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

$$[Ba_{(aq)}^{2+}] = [SO_{4(aq)}^{2-}] = s = 10^{-4} \text{ mol.L}^{-1}$$

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

$$[Ba^{2+}] = [BaCl_2] = \frac{2 \times 10^{-4} \times 500}{1000} = 10^{-4} \text{ mol.L}^{-1}$$

$$[SO_4^{2-}] = [K_2SO_4] = \frac{4 \times 10^{-4} \times 500}{1000} = 2 \times 10^{-4} \text{ mol.L}^{-1}$$

$$Q_{(BaSO_4)} = [Ba_{(aq)}^{2+}][SO_{4(aq)}^{2-}] = (10^{-4})(2 \times 10^{-4}) = 2 \times 10^{-8}$$

- بما أن  $Q_{(BaSO_4)} > K_{sp}(BaSO_4)$  ، المحلول فوق مشبع يترسب ملح كبريتات الباريوم  $BaSO_4$

((الأملح الذوابة))

أولاً: اختر الإجابة الصحيحة لكل مما يأتي:

1- المحلول المائي الذي له أصغر قيمة pH من المحاليل الآتية المتساوية التركيز هو:  
 NaCl(a) K<sub>2</sub>SO<sub>4</sub>(b) NH<sub>4</sub>NO<sub>3</sub>(C) CH<sub>3</sub>COONa (d)

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

NaCl(a) K<sub>2</sub>SO<sub>4</sub>(b) CH<sub>3</sub>COONa (d) NH<sub>4</sub>NO<sub>3</sub>(C)

3- الملح الذواب الذي قيمة pH < 7 لمحلوله المائي من بين الأملاح الآتية المتساوية التركيز هو:

KCl (a) KCN (b) NH<sub>4</sub>NO<sub>3</sub>(C) Na<sub>2</sub>SO<sub>4</sub> (d)

4- الملح الذواب الذي لا يتحلل في الماء من بين الأملاح الآتية:

(a NH<sub>4</sub>Cl (b NaNO<sub>3</sub> (c HCOONH<sub>4</sub> (d CaSO<sub>4</sub>)

5- الملح الذواب الذي لا يتحلل في الماء من بين الأملاح الآتية:

(a NH<sub>4</sub>Cl (b KNO<sub>3</sub> (c HCOONH<sub>4</sub> (d CaSO<sub>4</sub>)

6- الأيون الحيادي الذي لا يتفاعل مع الماء من الأيونات الآتية (a CN<sup>-</sup> (b CH<sub>3</sub>COO<sup>-</sup> (c NO<sub>3</sub><sup>-</sup> (d NH<sub>4</sub><sup>+</sup>)

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

(a HCOOH (b HCl (c NH<sub>4</sub>OH (d NaOH)

8- المحلول المنظم للحموضة من المحاليل الآتية هو:

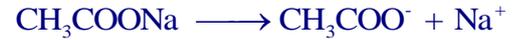
(a HCOOH, HCN (b HCl, KCN (c NH<sub>4</sub>OH, NH<sub>4</sub>Cl (d NaOH, NaNO<sub>3</sub>)

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

(a CH<sub>3</sub>COOH (b HCl (c HNO<sub>3</sub> (d NaOH)

ثانياً- اجب عن مايلي:

1- أكتب معادلة حلمهة كل من الأملاح الآتية: 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.

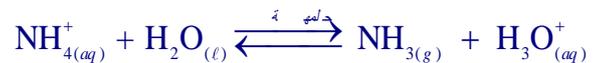


الوسط أساسي لأنه ينتج أيون الهيدروكسيد عن حلمهة أيون الخلات



$$K_h = \frac{[\text{CH}_3\text{COOH}] \cdot [\text{OH}^-]}{[\text{CH}_3\text{COO}^-]}$$

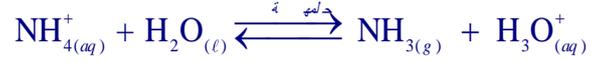
$$K_h K_a = K_w$$



- الوسط حمضي لأنه ينتج أيونات الهيدرونيوم عن حلمهة أيونات NH<sub>4</sub><sup>+</sup>

$$K_h = \frac{[\text{NH}_3] [\text{H}_3\text{O}^+]}{[\text{NH}_4^+]}$$

$$K_h K_b = K_w$$



- الوسط حمضي لأنه ينتج أيونات الهيدرونيوم عن حلمهة أيونات  $\text{NH}_4^+$

$$K_h = \frac{[\text{NH}_3] [\text{H}_3\text{O}^+]}{[\text{NH}_4^+]}$$

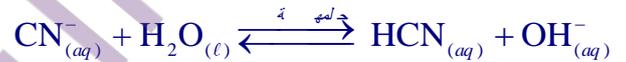
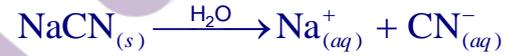
- فيكون:  $K_h K_b = K_w$



الوسط أساسي لأنه ينتج أيون الهيدروكسيد عن حلمهة أيون النملات  $\text{HCOO}^- + \text{H}_2\text{O} \rightleftharpoons \text{HCOOH} + \text{OH}^-$

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

$$K_h K_a = K_w$$



الوسط أساسي لأنه ينتج أيونات الهيدروكسيد عن حلمهة أيونات السيانيد

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

$$K_h K_a = K_w$$

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



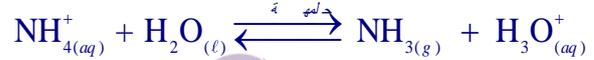
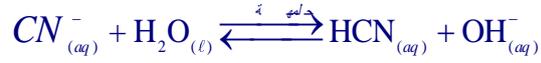
KCl - HCl - HCOOK- NaOH-  $\text{NH}_4\text{NO}_3$

3- رتب المحاليل التالية المتساوية بالتركيز بحسب تزايد الـ pH



4- محلول مائيّ لمّح سيانيد الأمونيوم ،المطلوب:اكتب معادلة إماهة المّح ثم الحمهة ثم اكتب عبارة  $K_h$  بدلالة التراكيز ثم اكتب العلاقة بين ثابت حمهة هذا المّح  $K_h$  وثابت تأين الماء ثم حدد طبيعة الوسط مع التفسير علماً أن

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



- بجمع المعادلتين السابقتين تنتج المعادلة الممثلة لحمهة ملح سيانيد الأمونيوم  $NH_4^+ + CN^- \xrightleftharpoons{K_h} HCN + NH_3$

$$K_h = \frac{[NH_3][HCN]}{[NH_4^+][CN^-]} \quad \text{ثابت حمهته:}$$

$$K_h K_a K_b = K_w$$

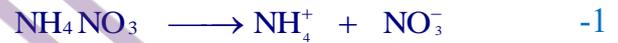
الوسط أساسي لأن  $K_a < K_b$  ، وبالتالي  $[H_3O^+] < [OH^-]$

ثالثاً: حل المسائل الآتية:

المسألة الأولى: محلول مائيّ لمّح لنترات الأمونيوم تركيزه  $0.2 \text{ mol.L}^{-1}$  ، فإذا علمت أنّ ثابت تأين النّشادر عند درجة الحرارة  $25^\circ C$  هو  $K_b = 2 \times 10^{-5}$  ، المطلوب: 1- اكتب معادلتي إماهة هذا المّح. 2- احسب قيمة ثابت الحمهة للمحلول

الملحي. 3- احسب قيمة  $[OH^-]$  . 4 - احسب قيمة pH المحلول، ماذا تستنتج؟

5- إذا أضيف إلى المحلول السابق قطرات من محلول حمض كلور الماء تركيزه  $0.01 \text{ mol.L}^{-1}$  ، فاحسب النسبة المئوية المتحلّمة من ملح نترات الأمونيوم في هذه الحالة.



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



0.2	0	0	
0.2 - x	x	x	

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

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

$$pH = -\log [H_3O^+] = -\log 10^{-5} = 5 \quad -4$$

$$[H_3O^+] = [HCl] = 0.01 \text{ mol.L}^{-1} \quad -5$$



0.2	0	0.01	
0.2 - x	x	0.01 + x	

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

تُهمل  $x$  المضافة والمطروحة لصغرها

$$5 \times 10^{-10} = \frac{0.01x}{0.2} \Rightarrow x = \frac{0.2 \times 5 \times 10^{-10}}{0.01} = 10^{-8} \text{ mol.L}^{-1}$$

كل 0.2 يتحلله منها  $10^{-8}$

كل 100 يتحلله منها  $y$

$$y = \frac{10^{-8} \times 100}{0.2} = 5 \times 10^{-6} \%$$

**المسألة الثانية:** محلول مائي لأملاح الصوديوم تركيزه  $0.02 \text{ mol.L}^{-1}$  و  $\text{pH} = 8$  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 هيدروكسيد الصوديوم بحيث يصبح تركيزه في الوسط  $0.01 \text{ mol.L}^{-1}$  أحسب النسبة المئوية المتحللة في هذه الحالة.



$$\text{pH} + \text{pOH} = 14 \Rightarrow \text{pOH} = 14 - 8 = 6 \quad -2$$

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

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

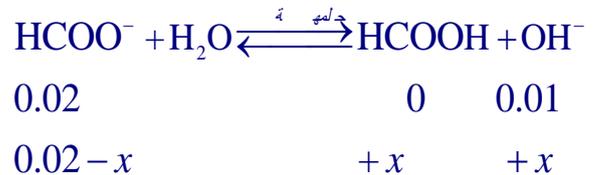
تُهمل  $x$  أمام 0.02 من المقام لصغرها

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

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

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

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



$$K_h = \frac{[\text{HCOOH}][\text{OH}^-]}{[\text{HCOO}^-]} \Rightarrow 5 \times 10^{-11} = \frac{x(0.01 + x)}{0.02 - x}$$

تُهمل  $x$  في والبسط والمقام لصغرها

$$\Rightarrow 5 \times 10^{-11} = \frac{x(0.01)}{0.02}$$

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

كل  $0.02 \text{ mol.L}^{-1}$  يتحلله منها  $x = 10^{-10} \text{ mol.L}^{-1}$

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

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

وتكتب كنسبة مئوية:  $y = 5 \times 10^{-7} \%$

### المسألة الثالثة:

محلول مائي لملح خلاات البوتاسيوم تركيزه  $0.2 \text{ mol.L}^{-1}$ ، فإذا علمت أن له  $\text{pH} = 9$  عند الدرجة  $25^\circ\text{C}$ . المطلوب:

1- اكتب معادلة حلمهة هذا الملح. 2- احسب قيمة  $[\text{H}_3\text{O}^+]$ . 3- احسب قيمة ثابت الحلمهة لهذا الملح.

4- احسب ثابت تأين حمض الخل. 5- احسب النسبة المئوية المتحللة من هذا الملح.



$$\begin{array}{ccc} 0.2 & 0 & 0 \\ 0.2 - x & + x & + x \end{array}$$

2-  $[\text{H}_3\text{O}^+] = 10^{-\text{pH}} = 10^{-9} \text{ mol.L}^{-1}$

3-  $K_h = \frac{[\text{CH}_3\text{COOH}][\text{OH}^-]}{[\text{CH}_3\text{COO}^-]} = \frac{x^2}{0.2 - x}$

$x = [\text{OH}^-] = \frac{K_w}{[\text{H}_3\text{O}^+]} = \frac{10^{-14}}{10^{-9}} = 10^{-5} \text{ mol.L}^{-1}$

تُهمل  $x$  أمام  $0.2$  من المقام لصغرهما

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

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

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

5- كل  $0.2 \text{ mol.L}^{-1}$  يتحلله منها  $x = 10^{-5} \text{ mol.L}^{-1}$

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

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

وتكتب كنسبة مئوية:  $y = 5 \times 10^{-3} \%$