

تمارين التركيز المولي والمحاليل الإلكتروليتية

تمرين 1:

نعتبر الجزيئات التالية :

جزيئة الأمونياك NH_3	جزيئة ثنائي أكسيد الكربون CO_2	جزيئة كلورور الهيدروجين HCl

- 1- حدد الجزيئات التي لها بنية قطبية معللا جوابك .
- 2- يعتبر غاز ثنائي أكسيد الكربون قليل الذوبان في الماء . أعط تفسيراً لذلك .

تمرين 2 :

- نذيب كتلة $m=4,05g$ من كلورور الحديد III في الماء المقطر لتحضير محلول حجمه $V=100m\ell$.
- 1- أكتب صيغة كلورور الحديد III .
 - 2- أكتب معادلة ذوبانه في الماء .
 - 3- أحسب التركيز المولي للمحلول .
 - 4- استنتج التركيز المولي الفعلي للأيونات في المحلول .
نعطي :

$$M(Cl) = 35,5g \cdot mol^{-1} \quad , \quad M(Fe) = 55,8g \cdot mol^{-1}$$

تمرين 3 :

- نذيب $m=3,7g$ من كلورور الصوديوم الصلب $Ca(OH)_2(s)$ في الماء الخالص . حجم المحلول المحصل عليه هو $V=250m\ell$.
- 1- أحسب التركيز الكتلي C_m للمذاب في المحلول .
 - 2- انطلاقاً من تعريف التركيز المولي C ، أوجد العلاقة : $C = \frac{C_m}{M}$ حيث M الكتلة المولية للمذاب . أحسب C .
 - 3- استنتج التركيز المولي للأنواع الأيونية في المحلول .

نعطي :

$$M(Ca) = 40g.mol^{-1}$$

$$M(O) = 16g.mol^{-1}$$

$$M(H) = 1g.mol^{-1}$$

تمرين 4:

- نقيس كتلة $m=15,8g$ من كبريتات النحاس خماسي التمييه صيغته الكيميائية $(CuSO_4,5H_2O)$.
- 1- أوجد كمية المادة الموافقة لهذه الكتلة .
 - 2- نحضر حجم $V=500ml$ من محلول محلول مائي لكبريتات النحاس بإذابة هذه الكتلة في الماء . استنتج التركيز المولي لأيونات Cu^{2+} النحاس II في المحلول .
- نعطي :

العناصر	H	O	S	Cu
الكتلة المولية ب (g/mol)	1	16	32	63,5

تمرين 5 :

نقرأ على لصيقة قنينة محلول (S) لحمض الكلوريدريك التجاري المعطيات التالية :

- الكتلة الحجمية : $\rho = 1,19kg.l^{-1}$
 - النسبة الكتلية لحمض الكلوريدريك : 37%
- 1- أحسب التركيز المولي C لحمض الكلوريدريك في المحلول التجاري .
 - 2- نريد تحضير $V_1=2L$ لمحلول (S_1) لحمض الكلوريدريك ، تركيزه المولي $C_1=1,5mol.l^{-1}$ ، انطلاقاً من المحلول التجاري (S) .
 - 1-2- حدد قيمة V حجم المحلول التجاري الذي يجب استعماله .
 - 2-2- استنتج التركيز المولي الفعلي لكل من $H^+_{(aq)}$ و $Cl^-_{(aq)}$.

تمرين 6:

ملح موهر مادة صلبة أيونية صيغته $(NH_4)_2,FeSO_4,6H_2O_{(S)}$

- 1- أعط رموز الأيونات المكونة لهذا الجسم .
- 2- أحسب الكتلة المولية لملح موهر .
- 3- أكتب معادلة التفاعل المقرونة بذوبان ملح موهر في الماء .
- 4- أوجد قيمة m كتلة ملح موهر الذي يجب إذابته في الحجم $V=200ml$ من الماء ليكون التركيز المولي الفعلي للأيون Fe^{2+} هو : $[Fe^{2+}] = 0,1mol.l^{-1}$
- 5- استنتج قيمتي التركيزين $[SO_4^{2-}]$ و $[NH_4^+]$.

6- نأخذ $V_1=10\text{ml}$ من هذا المحلول وندخله في حوجلة معيارية من فئة 250ml ونضيف إليها الماء حتى الخط المعياري . أحسب قيمة التركيز المولي الفعلي $[Fe^{2+}]$ في المحلول الجديد

تمرين 7:

- نحضر محلول بإذابة في الحجم $V=500\text{ml}$ من الماء خليطاً من :
- 11,7g من كلورور الصوديوم $\text{NaCl}_{(s)}$.
 - 3,8g من كلورور المغنيزيوم MgCl_2 .
- 1- أكتب معادلة التفاعل المقرونة بذوبان كل جسم صلب أيوني في الماء .
 - 2- حدد قيمة كمية مادة كل أيون متواجد في المحلول .
 - 3- أحسب التركيز المولي الفعلي لكل أيون متواجد في المحلول .
- $M(\text{Cl})=35,5\text{g/mol}$ ، $M(\text{Mg})=24\text{g/mol}$ ، $M(\text{Na})=23\text{g/mol}$

تمرين 8:

- نحصل على حجم $V=50\text{ml}$ من محلول S بإذابة كتلة $m=2,2\text{g}$ من كبريتات الألومينيوم المميه صيغته الكيميائية $(\text{Al}_2(\text{SO}_4)_3,14\text{H}_2\text{O})$.
- 1- أحسب الكتلة المولية لكبريتات الألومينيوم المميه .
 - 2- أحسب التركيز المولي للمذاب .
 - 3- أكتب معادلة الذوبان واستنتج التراكيز المولية الفعلية الناتجة .
- نعطي :

العنصر	Al	S	O	H
كثلته المولية ب g/mol	27	32	16	1

تمرين 9:

- كبريتات النحاس المميه جسم صلب أبيض عندما يتميه يصبح لونه أزرق . صيغته الكيميائية هي : $(\text{CuSO}_4, n\text{H}_2\text{O})_{(s)}$ نحضر محلولاً مائياً S بحجم $V=100\text{mL}$ بإذابة $m=10\text{g}$ من كبريتات النحاس II المميه في الماء .
- حدد n علماً أن التركيز المولي الفعلي لأيونات النحاس II في الماء هي :
- $[Cu^{2+}] = 0,4\text{mol/l}$
- نعطي الكتل المولية ب $\text{g}\cdot\text{mol}^{-1}$
- $M(\text{H})=1$ ، $M(\text{O})=16$ ، $M(\text{S})=32$ ، $M(\text{Cu})=63,5$

تمرين 10 :

يتكون قرص دواء المعدة المستعمل لعلاج القرحة المعدية و ذو كتلة أجمالية تساوي 8,33g من المكونات التالية :

- 680mg من كربونات الكالسيوم .

- 80mg من هيدروجينوكربونات المغنيزيوم .

- مواد محلية

1- أحسب كتلة المواد المحلية الموجودة في قرص الدواء

1- أعط صيغة كربونات الكالسيوم وهيدوجينوكربونات المغنيزيوم .

2- نذيب قرصا في 20cl من الماء المقطر . أكتب معادلتى ذوبان كربونات الكالسيوم

وهيدروجينوكربونات المغنيزيوم في الماء .

3- أحسب كميتي مادة كربونات الكالسيوم وهيدوجينوكربونات المغنيزيوم المستعملين .

4- أحسب التراكيز المولية الفعلية لمختلف الأيونات الموجودة في المحلول المحصل عليه .

، $M(O)=16g/mol$ ، $M(C)=12g/mol$ ، $M(Mg)=24g/mol$ ، $M(Ca)=40g/mol$

$M(H)=1g/mol$

تصحيح تمارين التركيز المولي والمحاليل الإلكتروليتية

تمرين 1:

1- الجزيئات التي لها بنية قطبية :
تعتبر الجزيئة قطبية إذا كان مرجح الشحن الموجبة والسالبة للوايط المستقطبة لا ينطبقان

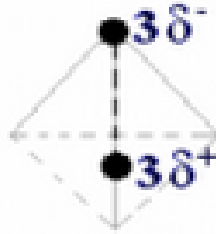
- جزيئة كلورور الهيدروجين HCl :
مرجح الشحن السالبة (مركز ذرة الكلور) لا ينيق مع مرجح الشحن الموجبة (مركز ذرة الهيدروجين) نستنتج أن لهذه الجزيئة بنية قطبية :



- جزيئة ثنائي أوكسيد الكربون CO_2 :
مرجح الشحن السالبة ومرجح الشحن الموجبة ينطبقان مع مركز الجزيئة وبالتالي نستنتج أن هذه الجزيئة ليست لها بنية قطبية .



- جزيئة الأمونياك NH_3 :
مرجح الشحن السالبة (مركز ذرة الأوت) لا ينطبق مع مرجح الشحن الموجبة (مركز قاعدة الهرم) وبالتالي نستنتج أن لهذه الجزيئة بنية ققطبية .

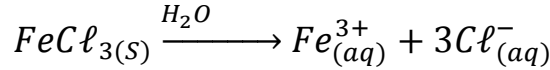


2- تفسير عدم قابلية ذوبان ثنائي أوكسيد الكربون في الماء :
باعتبا أن هذه الجزيئة غير قطبية ، فليس لجزيئات الماء تأثير كهرساكن عليها وبالتالي لا تفكك روابطها في الماء .

تمرين 2:

- 1- صيغة كلورور الحديد III :
كلورور الحديد الثالث مركب أيوني يتكون من أيون الحديد Fe^{3+} III وأيونات الكلورور Cl^{-1} .
بما أن المركب الأيوني متعادل كهربائيا ($Fe^{3+}, 3Cl^-$)
صيغته تكتب : $FeCl_3$

2- معادلة ذوبان المركب في الماء :



3- التركيز المولي للمحلول :

حسب تعريف التركيز المولي للمذاب :

$$C = \frac{n}{V}$$

n كمية مادة المذاب يساوي :

$$n = \frac{m}{M}$$

$$C = \frac{m}{M.V} \text{ نستنتج :}$$

M تمثل الكتلة المولية لكلورور الحديد الثالث $FeCl_3$ وتساوي :

$$M = M(Fe) + 3M(Cl) = 55,8 + 3 \times 35,5 = 162,3g.mol^{-1}$$

ت.ع:

$$C = \frac{4,05}{162,3 \times 100.10^{-3}} C = 0,25mol.l^{-1} \leftarrow$$

4- التركيز المولي الفعلي للأيونات في المحلول :

من خلال معادلة الذوبان مول واحد من كلورو الحديد III ينتج عنه مول واحد من أيونات الحديد $III Fe^{3+}$ و ثلاث مولات من أيونات الكلورور Cl^{-} .

$$[Fe^{3+}] = C = 0,25mol.l^{-1}$$

$$[Cl^{-}] = 3C = 0,75mol.l^{-1}$$

تمرين 3:

1- التركيز الكتلي لمحلول هيدروكسيد الصوديوم في المحلول :

$$C_m = \frac{m}{V} C_m = \frac{3,7}{250.10^{-3}} \leftarrow C_m = 14,8g.l^{-1} \leftarrow$$

2- حسب تعريف التركيز المولي نكتب :

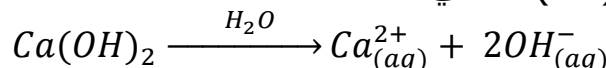
$$\begin{cases} C = \frac{n}{V} \\ n = \frac{m}{M} \end{cases} \Rightarrow C = \frac{m}{M.V}$$

$$C_m = \frac{m}{V} \text{ بما أن :}$$

$$M = M(Ca) + 2M(O) + 2M(H) = 40 + 2 \times 16 + 2 \times 1 = 74g.mol^{-1} \text{ مع } C = \frac{C_m}{M} \text{ فإن :}$$

$$C = \frac{14,8}{74} C = 0,2mol.l^{-1} \leftarrow \text{ت.ع:}$$

3- معادلة ذوبان المركب $Ca(OH)_2$ في الماء :



نلاحظ مول واحد من المركب $Ca(OH)_2$ تتفكك في الماء لتعطي مولا واحدا من

أيونات Ca^{2+} ومولين من أيونات OH^- ومنه نكتب :

$$[Ca^{2+}] = C = 0,2 \text{ mol} \cdot \ell^{-1}$$

$$[OH^-] = 2C = 0,4 \text{ mol} \cdot \ell^{-1}$$

تمرين 4:

1- كمية مادة الموجودة في الكتلة m :

$$n = \frac{m}{M}$$

M : الكتلة المولية للمركب الأيوني الذي صيغته $(CuSO_4, 5H_2O)$:

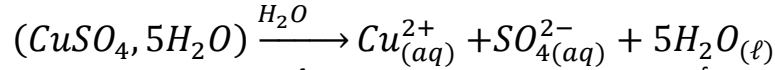
$$M = M(Cu) + M(S) + 9M(O) + 10M(H) = 63,5 + 32 + 9 \times 16 + 10 \times 1$$

$$M = 249,5 \text{ g} \cdot \text{mol}^{-1}$$

$$n = \frac{10}{249,5} n = 4 \cdot 10^{-2} \text{ mol} \leftarrow$$

2- التركيز المولي لأيونات Cu^{2+} :

معادلة الذوبان لكبريتات النحاس II خماسي التمييه في الماء :



من خلال هذه المعادلة نلاحظ أن مول واحد من المركب الأيوني تعطي مول واحد من أيونات Cu^{2+} أي :

$$C = [Cu^{2+}] = \frac{n}{V}$$

$$[Cu^{2+}] = \frac{4 \cdot 10^{-2}}{500 \cdot 10^{-3}} = 8 \cdot 10^{-2} \text{ mol} \cdot \ell^{-1} \text{ : ت.ع}$$

تمرين 5:

1- التركيز المولي الحجمي C لمحلول حمض الكلوريدريك في المحلول التجاري يعبر عنه

بالعلاقة :

$$C = \frac{n(HCl)}{V}$$

$$n(HCl) = \frac{m(HCl)}{M(HCl)} \text{ : حيث}$$

نستنتج :

$$C = \frac{m(HCl)}{M(HCl) \cdot V}$$

نرمز ل m_s كتلة المحلول التجاري حيث :

$$m(HCl) = \frac{37}{100} m_s$$

$$C = \frac{37 \times \rho \cdot V}{100 M(HCl) \cdot V} \text{ : ومنه } m_s = \rho \cdot V$$

$$C = \frac{37 \rho}{100 M(HCl)} \text{ : ومنه}$$

$$C = \frac{37 \times 1,19 \text{ g} \cdot \ell^{-1}}{100 \times (1+35,5) \text{ g} \cdot \text{mol}^{-1}} \quad \text{ت.ع:}$$

$$C = 12,0 \text{ mol} \cdot \ell^{-1}$$

1-2- لتحضير المحلول المائي (S₁) انطلاقاً من المحلول التجاري ، نلجأ الى عملية التخفيف نكتب علاقة التخفيف :

$$C_1 \cdot V_1 = C \cdot V$$

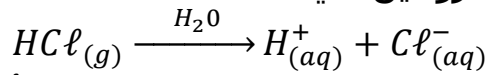
$$V = \frac{C_1 \cdot V_1}{C} \quad \text{ومنه :}$$

ت.ع:

$$V = \frac{1,5 \times 2}{12}$$

$$V = 0,25 \ell = 250 \text{ ml}$$

2-2- معادلة ذوبان كلورور الهيدروجين في الماء :



نلاحظ أن تفكك جزيئة واحدة من كلورور الهيدوجين ينتج عنه أيون واحد من H⁺ و Cl⁻.

$$[\text{H}^+] = [\text{Cl}^-] = C_1$$

$$[\text{H}^+] = [\text{Cl}^-] = 1,5 \text{ mol} \cdot \ell^{-1}$$

تمرين 6:

1- يتكون ملح موهر من الأيونات التالية :

SO₄²⁻ : أيون الكبريتات

Fe²⁺ : أيون الحديد II .

NH₄⁺ : أيون الأمونيوم .

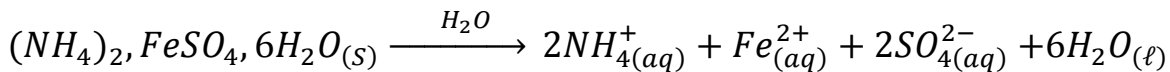
2- الكتلة المولية لملح موهر :

$$M = 2M(\text{N}) + 20M(\text{H}) + 2M(\text{S}) + M(\text{Fe}) + 14M(\text{O})$$

$$M = 2 \times 14 + 20 \times 1 + 2 \times 32 + 55,8 + 14 \times 1$$

$$M = 391,8 \text{ g} \cdot \text{mol}^{-1}$$

3- معادلة التفاعل المقون بذوبان ملح موهر في الماء :



4- ليكن m كتلة الملح المذاب :

$$\text{لدينا : } C = \frac{n}{V} \quad \text{مع } n = \frac{m}{M}$$

$$\text{ومنه : } C = \frac{m}{M \cdot V}$$

نستنتج :

$$m = C \cdot M \cdot V$$

حسب معادلة التفاعل لدينا :

$$[\text{Fe}^{2+}] = C$$

$$m = [Fe^{2+}] \cdot M \cdot V : \text{وبالتالي}$$

$$m = 0,1 \times 200 \cdot 10^{-3} \times 391,8$$

$$m = 7,8g$$

5- حسب معادلة الذوبان نكتب :

$$[SO_4^{2-}] = 2C = 2[Fe^{2+}]$$

$$[SO_4^{2-}] = 0,2 \text{ mol} \cdot \ell^{-1}$$

$$[NH_4^+] = 2C = 2[Fe^{2+}]$$

$$[NH_4^+] = 0,2 \text{ mol} \cdot \ell^{-1}$$

6- تسمى هذه العملية بالتخفيف حيث لا يتغير كمية مادة الجسم المذاب عند إضافة الماء :

$$C \cdot V_1 = C' \cdot V'$$

$$C' = \frac{CV_1}{V'}$$

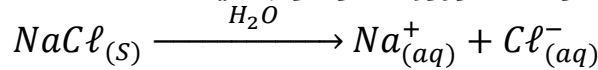
$$C' = \frac{0,1 \times 10}{250} = 4 \cdot 10^{-3} \text{ mol} \cdot \ell^{-1}$$

C' هو تركيز الملول المخفف ويمثل التركيز المولي الفعلي للأيون Fe^{2+} :

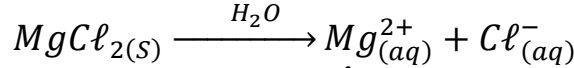
$$2[Fe^{2+}] = C' = 4 \cdot 10^{-3} \text{ mol} \cdot \ell^{-1}$$

تمرين 7:

1- معادلة التفاعل المقرونة بذوبان كلورور الصوديوم في الماء :



- معادلة التفاعل المقرونة بذوبان كلورور المغنيزيوم في الماء :



2- يحتوي المحلول المحصل عليه على الأيونات التالية :



أيون الصوديوم يأتي من محلول كلورور الصوديوم حسب معادلة الذوبان نكتب :

$$n(Na^+) = n(NaCl) = \frac{m(NaCl)}{M(NaCl)}$$

$$n(Na^+) = \frac{11,7}{23 + 35,5}$$

أيون المغنيزيوم يأتي من محلول كلورور المغنيزيوم حسب معادلة الذوبان :

$$n(Mg^{2+}) = n(MgCl_2) = \frac{m(MgCl_2)}{M(MgCl_2)}$$

$$n(Mg^{2+}) = \frac{3,8}{24 + 2 \times 35,5}$$

$$n(Mg^{2+}) = 4 \cdot 10^{-2} \text{ mol}$$

أيون الكلورور يأتي محلول كلورور الصوديوم ومن محلول كلورور المغنيزيوم :
 $n(Cl^-) = n_1(Cl^-) + n_2(Cl^-)$

الآتية من $NaCl$ $n_1(Cl^-) = n(Na^+) = 0,2mol$
الآتية من $MgCl_2$ $n_2(Cl^-) = 2n(Mg^{2+}) = 8.10^{-2}mol$
الآتية من المحلولين : $n(Cl^-) = 0,2 + 8.10^{-2} = 0,28mol$
3- التركيز المولي الفعلي لكل أيون متواجد في المحلول المحصل :

$$[Na^+] = \frac{0,2}{500.10^{-3}} \text{ أي } [Na^+] = \frac{n(Na^+)}{V}$$

$$[Na^+] = 0,40mol.L^{-1}$$

$$[Mg^{2+}] = \frac{4.10^{-2}}{500.10^{-3}} \text{ أي } [Mg^{2+}] = \frac{n(Mg^{2+})}{V}$$

$$[Mg^{2+}] = 8.10^{-2}mol.L^{-1}$$

$$[Cl^-] = \frac{0,28}{500.10^{-3}} \text{ أي } [Cl^-] = \frac{n(Cl^-)}{V}$$

$$[Cl^-] = 0,56mol.L^{-1}$$

تمرين 8:

1- الكتلة المولية لكبريتات الألومينيوم المميه $(Al_2(SO_4)_3, 14H_2O)$:

$$M = 2M(Al) + 3M(S) + 26M(O) + 28M(H)$$

$$M = 594g/mol$$

2- التركيز المولي للنوع المذاب :

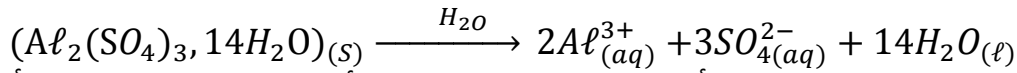
$$C = \frac{n}{V} \text{ مع } n = \frac{m}{M}$$

$$C = \frac{m}{M.V} \text{ نستنتج :}$$

ت.ع:

$$C = 7,4.10^{-2}mol/\ell \text{ ومنه } C = \frac{2,2}{594 \times 50.10^{-3}}$$

3- معادلة الذوبان :



من خلال معادلة التفاعل نلاحظ أن $1mol$ من المركب الأيوني يحرر $3mol$ من أيونات

SO_4^{2-} و $2mol$ من أيونات Al^{3+}

نستنتج التراكيز المولية الفعلية :

$$[SO_4^{2-}] = \frac{n(SO_4^{2-})}{V} = \frac{3n}{V} = 3C$$

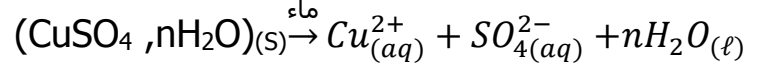
$$[SO_4^{2-}] = 2,22.10^{-2}mol/\ell$$

$$[Al^{3+}] = \frac{n(Al^{3+})}{V} = \frac{2n}{V} = 2C$$

$$[Al^{3+}] = \frac{1,48 \cdot 10^{-2} \text{ molL}}{\ell}$$

تمرين 9:

معادلة ذوبان كبريتات النحاس II المميه في الماء :



حساب n كمية مادة كبريتات النحاس II المميه :

$$n = \frac{m}{M}$$

M الكتلة المولية للمكب الأيوني : $(CuSO_4, nH_2O)_{(s)}$

$$M = M(Cu) + M(S) + (n+4)M(O) + nM(H)$$

$$M = 63,5 + 32 + 16(4+n) + 2n = 159,5 + 18n$$

حسب معادلة الذوبان لدينا :

$$[Cu^{2+}] = [SO_4^{2-}] = \frac{n}{V} = \frac{m}{(159,5 + 18n) \cdot V}$$

نحصل على :

$$m = [Cu^{2+}](159,5 + 18n) \cdot V$$

$$m = 159,5[Cu^{2+}] + 18[Cu^{2+}] \cdot V \cdot n$$

$$18[Cu^{2+}] \cdot V \cdot n = m - 159,5[Cu^{2+}]$$

$$n = \frac{m - 159,5[Cu^{2+}] \cdot V}{18[Cu^{2+}] \cdot V}$$

$$n = \frac{10 - 159,5 \times 0,4 \times 100 \cdot 10^{-3}}{18 \times 0,4 \times 100 \cdot 10^{-3}} \text{ ت.ع.}$$

$$n = 5$$

تمرين 10:

1- كتلة المواد المحلية الموجودة في قرص من الدواء :
ليكن $M = 8,33g$ الكتلة الإجمالية للقرص و $m_1 = 0,680g$ كتلة كربونات الكالسيوم و
 $m_2 = 0,080g$ كتلة هيدروجينوكربونات المغنيزيوم و m كتلة المواد المحلية حيث :

$$M = m_1 + m_2 + m$$

$$m = M - m_1 - m_2 = 8,33 - 0,68 - 0,08$$

$$m = 7,57g$$

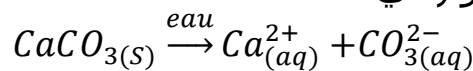
2- صيغة أيون الكربونات : CO_3^{2-} و أيون الكالسيوم : Ca^{2+}

وبالتالي صيغة كربونات الكالسيوم : $CaCO_3$

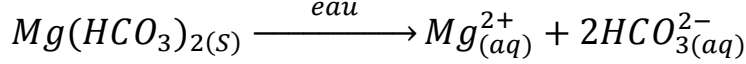
صيغة أيون الهيدروجينوكربونات HCO_3^- و أيون المغنيزيوم : Mg^{2+}

ومنه صيغة هيدروكربونات المغنيزيوم : $Mg(HCO_3)_2$

3- معادلة ذوبان كربونات الكالسيوم في الماء :



معادلة ذوبان هيدروجينوكربونات المغنيزيوم في الماء :



4- حساب كمية مادة كربونات الكالسيوم المستعملة :

$$n(CaCO_3) = \frac{m(CaCO_3)}{M(CaCO_3)} = \frac{0,68}{40 + 12 + 3 \times 16}$$

$$n(CaCO_3) = 6,8 \cdot 10^{-3} \text{ mol}$$

حساب كمية مادة هيدروجينوكربونات المغنيزيوم :

$$n(Mg(HCO_3)_2) = \frac{m(Mg(HCO_3)_2)}{M(Mg(HCO_3)_2)} = \frac{0,08}{24 + 2 \times 1 + 2 \times 12 + 6 \times 16}$$

$$n(Mg(HCO_3)_2) = 5,48 \cdot 10^{-4} \text{ mol}$$

5- حساب التراكيز الفعلية لمختلف الأيونات الموجودة في المحلول :
حساب تركيز أيونات الكالسيوم Ca^{2+} :

$$[Ca^{2+}] = \frac{n(Ca^{2+})}{V} = \frac{n(CaCO_3)}{V}$$

$$[Ca^{2+}] = \frac{6,8 \cdot 10^{-3}}{20 \cdot 10^{-2}} = 3,4 \cdot 10^{-2} \text{ mol/l}$$

حساب تركيز أيونات الكربونات CO_3^{2-} :

$$[CO_3^{2-}] = \frac{n(CO_3^{2-})}{V} = \frac{n(CaCO_3)}{V}$$

$$[CO_3^{2-}] = [Ca^{2+}] = 3,4 \cdot 10^{-2} \text{ mol/l}$$

حساب تركيز أيونات المغنيزيوم Mg^{2+} :

$$[Mg^{2+}] = \frac{n(Mg^{2+})}{V} = \frac{n(Mg(HCO_3)_2)}{V}$$

$$[Mg^{2+}] = \frac{5,48 \cdot 10^{-4}}{20 \cdot 10^{-2}} = 2,74 \cdot 10^{-3} \text{ mol/l}$$

حساب تركيز أيونات هيدروجينوكربونات HCO_3^- :

$$n(HCO_3^-) = 2n(Mg(HCO_3)_2)$$

$$[HCO_3^-] = 2[Mg^{2+}] = 5,48 \cdot 10^{-3} \text{ mol/l}$$