

## سلسلة دروس و تمارين في مادة العلوم الفيزيائية - ثانية ثانوي

إعداد الأستاذ : فرقاني فارس

# ٠٧ تمارين في الماء

المادة و تحولاتها

تعيين كمية المادة عن طريق قياس الناقلية

07

الشعب : علوم تجريبية  
رياضيات ، تقني رياضي

\*\*\*\*\*  
[www.sites.google.com/site/faresfergani](http://www.sites.google.com/site/faresfergani)

السنة الدراسية : 2016/2015

03

المحتوى المفاهيمي :

## تمارين محلولة

التمرين (١) :

١- حول من mol/L إلى mol/m<sup>3</sup> التركيز:  $C_1 = 0.0025 \text{ mol/L}$  ، ثم حول من mol/m<sup>3</sup> إلى mol/L التركيز:  $C_2 = 1200 \text{ mol/m}^3$ .

٢- أكتب الصيغة الشاردية و الصيغة الإحصائية (المجملة) لأنواع الكيميائية التالية : كلور الصوديوم ، هيدروكسيد الكالسيوم ، هيدروكسيد الصوديوم ، هيدروكسيد الحديد الثنائي ، هيدروكسيد الحديد الثلاثي ، نترات البوتاسيوم ، برمونغات البوتاسيوم ، ثانوي كرومات البوتاسيوم ، كبريتات الحديد الثنائي ، بيروكسوديكبريتات البوتاسيوم ، ثيوكبريتات الصوديوم .

اسمها	الشاردة	اسمها	الشاردة
الكلور	$\text{Cl}^-$	الصوديوم	$\text{Na}^+$
النترات	$\text{NO}_3^-$	البوتاسيوم	$\text{K}^+$
البرمنغات	$\text{MnO}_4^-$	الكالسيوم	$\text{Ca}^{2+}$
ثانوي الكرومات	$\text{Cr}_2\text{O}_7^{2-}$	الحديد الثنائي	$\text{Fe}^{2+}$
الكبريتات	$\text{SO}_4^{2-}$	الحديد الثلاثي	$\text{Fe}^{3+}$
الهيدروكسيد	$\text{HO}^-$	الأمونيوم	$\text{NH}_4^+$
البيروكسوديكبريتات	$\text{S}_2\text{O}_8^{2-}$	الصوديوم	$\text{Na}^+$
الثيوكبريتات	$\text{S}_2\text{O}_3^{2-}$		

٣- لتحضير محلول (A) لكبريتات الحديد الثنائي  $\text{Fe}_2(\text{SO}_4)_3$  تركيزه المولي  $C = 0.2 \text{ mol/L}$  قمنا بحل كمية منكبريتات الحديد الثنائي كتلتها m في 800 mL من الماء المقطر .

أ- أوجد قيمة  $m$  . (يعطى :  $M(O) = 16 \text{ g/mol}$  ،  $M(S) = 32 \text{ g/mol}$  ،  $M(Fe) = 56 \text{ g/mol}$ )  
 ب- أحسب عدد مولات الشوارد  $\text{SO}_4^{2-}$  ،  $\text{Fe}^{3+}$  في المحلول (A).

الأجوبة :

1- التحويل :

- $C_1 = 0.0025 \text{ mol/L} = 0.0025 \frac{\text{mol}}{\text{L}} = 0.0025 \frac{1\text{mol}}{10^{-3} \text{ m}^3} = \frac{0.0025 \cdot 1}{10^{-3}} \text{ mol/m}^3 = 2.5 \text{ mol/m}^3$
- $C_2 = 1200 \text{ mol/m}^3 = 1200 \frac{\text{mol}}{\text{m}^3} = 1200 \frac{\text{mol}}{10^3 \text{ L}} = \frac{1200}{10^3} \text{ mol/L} = 1.2 \text{ mol/L}$

## 2- الصيغة الشاردية والإحصائية للمحاليل :

اسم النوع الكيميائي	الصيغة الشاردية	الصيغة المجملة
كلور الصوديوم	$(\text{Na}^+ + \text{Cl}^-)$	$\text{NaCl}$
هيدروكسيد الكالسيوم	$(\text{Ca}^{2+} + 2\text{HO}^-)$	$\text{Ca}(\text{OH})_2$
هيدروكسيد الصوديوم	$(\text{Na}^+ + \text{HO}^-)$	$\text{NaOH}$
هيدروكسيد الحديد الثنائي	$(\text{Fe}^{2+} + 2\text{HO}^-)$	$\text{Fe}(\text{OH})_2$
هيدروكسيد الحديد الثلاثي	$(\text{Fe}^{3+} + 3\text{HO}^-)$	$\text{Fe}(\text{OH})_3$
نترات البوتاسيوم	$(\text{K}^+ + \text{NO}_3^-)$	$\text{KNO}_3$
برمنغمات البوتاسيوم	$(\text{K}^+ + \text{MnO}_4^-)$	$\text{KMnO}_4$
ثنائي كرومات البوتاسيوم	$(2\text{K}^+ + \text{Cr}_2\text{O}_7^{2-})$	$\text{K}_2\text{Cr}_2\text{O}_7$
كبريتات الحديد الثلاثي	$(2\text{Fe}^{3+} + 3\text{SO}_4^{2-})$	$\text{Fe}_2(\text{SO}_4)_3$
بروكسديكبريتات البوتاسيوم	$(2\text{K}^+ + \text{S}_2\text{O}_8^{2-})$	$\text{K}_2\text{S}_2\text{O}_8$
ثيوكبريتات الصوديوم	$(2\text{Na}^+_{(\text{aq})} + \text{S}_2\text{O}_3^{2-})$	$\text{Na}_2\text{S}_2\text{O}_3$

3- أ- قيمة  $m$  :

$$C = \frac{n_0(\text{Fe}_2(\text{SO}_4)_3)}{V} = \frac{\frac{m_0(\text{Fe}_2(\text{SO}_4)_3)}{M}}{V} = \frac{n_0(\text{Fe}_2(\text{SO}_4)_3)}{V \cdot M} \rightarrow m(\text{Fe}_2(\text{SO}_4)_3) = C \cdot V \cdot M$$

$$M = M(\text{Fe}_2(\text{SO}_4)_3) = (2 \cdot 56) + 3(32 + (4 \cdot 16)) = 400 \text{ g/mol}$$

$$m(\text{Fe}_2(\text{SO}_4)_3) = 0.2 \cdot 0.8 \cdot 400 = 64 \text{ g}$$

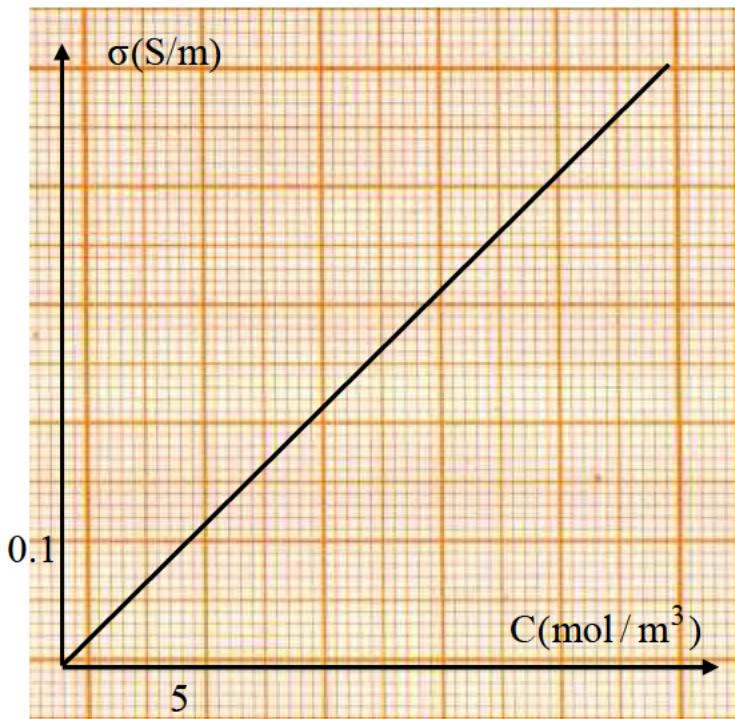
ب- عدد مولات الشوارد  $\text{SO}_4^{2-}$  ،  $\text{Fe}^{3+}$  في المحلول :

$$n(\text{Fe}^{3+}) = [\text{Fe}^{3+}]V = 2CV = 2 \cdot 0.2 \cdot 0.8 = 0.32 \text{ mol/L}$$

$$n(\text{SO}_4^{2-}) = [\text{SO}_4^{2-}]V = 3C = 3 \cdot 0.2 \cdot 0.8 = 0.48 \text{ mol/L}$$

**التمرين (2) :**

لتعيين التركيز المولى C لمحول مائي من نترات المغنزيوم ( $Mg^{2+} + 2NO_3^-$ ) قمنا بمعايرة خلية قياس الناقلة بواسطة عدة محليلات مختلفة التراكيز من نترات المغنزيوم فتحصلنا على البيان (C) = f (σ) التالي :



قياس ناقلة المحلول السابق بواسطة الخلية المعايرة التي ثابتها  $K = 0,1 \text{ m}$  يعطي القيمة  $G = 0.025 \text{ mS}$ .

- 1- أوجد الناقلة النوعية σ لمحلول نترات المغنزيوم .
- 2- استنتاج من البيان قيمة التركيز C مقدرا ذلك بـ mol/L .
- 3- اعتمادا على البيان أوجد الناقلة النوعية المولية λ للمذاب .
- 4- علما أن :  $\lambda(Mg^{2+}) = 7.14 \cdot 10^{-3} \text{ S.m}^2/\text{mol}$  ،  $\lambda(NO_3^-) = 2 \cdot 10^{-2} \text{ S.m}^2/\text{mol}$  .

**أجوبة مختصرة :**

$$\sigma = \frac{G}{K} \quad (1)$$

$$\lambda(Mg^{2+}) = 5.72 \cdot 10^{-2} \text{ S.m}^2/\text{mol} \quad (4)$$

**التمرين (3) : (الحل المفصل : تمرن مقترن 11 على الموقع)**

قمنا بقياس الناقلة G لثلاثة محليلات متساوية التراكيز للأملاح التالية :

- محلول نترات البوتاسيوم ( $K^+ + NO_3^-$  ) .
- محلول كلور البوتاسيوم (  $K^+ + Cl^-$  ) .
- محلول كلور الصوديوم (  $Na^+ + Cl^-$  ) .

فوجدناها على الترتيب :  $G_1 = 1.33 \text{ mS}$  ،  $G_2 = 1.37 \text{ mS}$  ،  $G_3 = 1.16 \text{ mS}$  .

- 1- بين أنه يمكن حساب G<sub>4</sub> ناقلة محلول نترات الصوديوم NaNO<sub>3</sub> له نفس التركيز ، في نفس درجة الحرارة و بنفس خلية القياس اعتمادا على نتائج القياس في المحاليل السابقة .

2- احسب  $G_4$ .

3- عين محلول الذي له نقل كهربائي أكبر ، من بين الحالات السابقة .

**الأجوبة :**1- إثبات أنه يمكن حساب ناقلة محلول نترات الصوديوم  $\text{NaNO}_3$  :- بالنسبة لمحلول نترات البوتاسيوم  $\text{KNO}_3$  يكون :

$$\sigma_1 = \lambda(\text{K}^+) [\text{K}^+] + \lambda(\text{NO}_3^-) [\text{NO}_3^-]$$

و لدينا :

$$G_1 = \delta_1 K \rightarrow \delta_1 = \frac{G_1}{K}$$

و منه يكون :

$$\frac{G_1}{K} = \lambda(\text{K}^+) [\text{K}^+] + \lambda(\text{NO}_3^-) [\text{NO}_3^-]$$

في محلول نترات البوتاسيوم  $(\text{K}^+ + \text{NO}_3^-)$  يكون :

$$[\text{K}^+] = C$$

$$[\text{NO}_3^-] = C$$

و منه يصبح :

$$\frac{G_1}{K} = \lambda(\text{K}^+) C + \lambda(\text{NO}_3^-) C$$

$$\frac{G_1}{K} = (\lambda(\text{K}^+) + \lambda(\text{NO}_3^-)) C$$

$$\frac{G_1}{KC} = \lambda(\text{K}^+) + \lambda(\text{NO}_3^-)$$

بنفس الطريقة المتبقية نجد بالنسبة لمحلول كلور البوتاسيوم  $(\text{K}^+ + \text{Cl}^-)$  العلاقة التالية :

$$\frac{G_2}{KC} = \lambda(\text{K}^+) + \lambda(\text{Cl}^-)$$

و بالنسبة لمحلول كلور الصوديوم  $(\text{Na}^+ + \text{Cl}^-)$  نجد العلاقة التالية :

$$\frac{G_3}{KC} = \lambda(\text{Na}^+) + \lambda(\text{Cl}^-)$$

و بالنسبة لمحلول نترات الصوديوم  $(\text{Na}^+ + \text{NO}_3^-)$  نجد العلاقة التالية :

$$\frac{G_4}{KC} = \lambda(\text{Na}^+) + \lambda(\text{NO}_3^-)$$

نلاحظ أن :

$$\frac{G_1}{KC} - \frac{G_2}{KC} + \frac{G_3}{KC} = \lambda(\text{K}^+) + \lambda(\text{NO}_3^-) - \lambda(\text{K}^+) - \lambda(\text{Cl}^-) + \lambda(\text{Na}^+) + \lambda(\text{Cl}^-)$$

$$\frac{G_1}{KC} - \frac{G_2}{KC} + \frac{G_3}{KC} = \lambda(\text{Na}^+) + \lambda(\text{NO}_3^-) = \frac{G_4}{KC}$$

و جدنا إذن العلاقة :

$$\frac{G_4}{KC} = \frac{G_1}{KC} - \frac{G_2}{KC} + \frac{G_3}{KC}$$

و بالاختزال نجد :

$$G_4 = G_1 - G_2 + G_3$$

ومنه يمكن حساب  $G_4$  ناقلية محلول نترات الصوديوم  $\text{NaNO}_3$  من خلال  $G_1$  ،  $G_2$  ،  $G_3$  .

### قيمة $G_4$ -2

$$G_4 = G_1 - G_2 + G_3 = 1.33 \cdot 10^{-3} - 1.37 \cdot 10^{-3} + 1.16 \cdot 10^{-3} = 1.12 \cdot 10^{-3} \text{ S}$$

3- المحلول الذي له نقل تيار كهربائي أكبر :

تكون ناقلية محلول للتيار الكهربائي أكبر كلما كانت ناقليته  $G$  أكبر ، و على هذا الأساس فال محلول الذي له نقل تيار كهربائي من بين المحاليل المذكورة سابقا هو محلول كلور البوتاسيوم ( $\text{K}^+ + \text{Cl}^-$ ) ذو الناقلية الأكبر  $G_2 = 1.37 \text{ mS}$  .

### التمرين (4) : (الحل المفصل : تمرير مفترض 12 على الموقع)

باستعمال خلية قياس الناقلية حيث  $S = 10 \text{ cm}^2$  ،  $L = 5 \text{ cm}$  ، نقيس ناقلية محلول (S) لكlor الهيدروجين تركيزه المولى  $C = 5 \cdot 10^{-3} \text{ mol/L}$  . فنجد  $G = 4.26 \text{ mS}$  .

1- نغير من قيمتي (S , L) من دون أن نغير في تركيز المحلول . أكمل الجدول التالي :

	L(cm)	S(cm <sup>2</sup> )	$\sigma(\text{mS/m})$	G(mS)
(1)	5.0	10		4.26
(2)	5.0	20		
(3)	1.0	10		
(4)	1.0	20		

2- ثبت كل من (S,L) على القيم  $S = 10 \text{ cm}^2$  ،  $L = 5.0 \text{ cm}$  ثم نحضر عدة محاليل ممدة انطلاقا من المحلول الابتدائي (S) ، نقيس ناقلية هذه المحاليل فنجد :

المحلول	C(mmol/L)	$\sigma(\text{mS/m})$	G(mS)
S	5.0		4.26
$S_1$	1.0		
$S_2$	0.5		
$S_3$	0.2		

- أكمل الجدول

3- اعتمادا على النتائج الخاصة بالمحلول S ، حدد الناقلية النوعية المولية لشاردة الهيدرونيوم  $\text{H}_3\text{O}^+$  علما أن الناقلية النوعية المولية لشاردة الكلور هي :  $\lambda(\text{Cl}^-) = 7.63 \text{ mS.m}^2/\text{mol}$  .

الأجوبة :

1- إكمال الجدول الأول :

$$G = \delta K \rightarrow G = \delta \frac{S}{L} \rightarrow \delta = \frac{GL}{S}$$

$$\bullet \delta_1 = \frac{G_1 L_1}{S_1} = \frac{4.26 \cdot 10^{-3} \cdot 5 \cdot 10^{-2}}{10 \cdot 10^{-4}} = 0.213 \text{ S/m} = 213 \text{ mS/m}$$

- بما أن النوع الكيميائي للمحلول نفسه في كل حالة تكون الناقلة النوعية  $\delta$  نفسها في جميع الحالات أي :

$$\delta_2 = \delta_3 = \delta_4 = \delta_1 = 213 \text{ mS/m}$$

و اعتمادا على هذه القيم و العلاقة  $G = \frac{\delta \cdot S}{L}$  نكمل الجدول :

	L(cm)	S(cm <sup>2</sup> )	$\sigma(\text{mS/m})$	G(mS)
(1)	5.0	10	213	4.26
(2)	5.0	20	213	8.52
(3)	1.0	10	213	21.3
(4)	1.0	20	213	42.6

## 2- إكمال الجدول الثاني :

- لدينا :

$$G = \frac{S}{L} \sigma \rightarrow \sigma = \frac{G L}{S}$$

$$\sigma = \frac{4.26 \cdot 10^{-3} \cdot 5 \cdot 10^{-2}}{10 \cdot 10^{-4}} = 0.213 \text{ S/m} = 213 \text{ mS/m}$$

- الناقلة G تتناسب طرديا مع الناقلة النوعية  $\delta$  و حيث أن  $\lambda$  ثابت بسبب كون أن النوع الكيميائي المنحل نفسه في جميع المحاليل يكون :

$$G = K \delta = K \lambda C$$

$$G_1 = K \lambda C_1$$

بقسمة  $G_1$  على G نجد :

$$\frac{G_1}{G} = \frac{K \lambda C_1}{K \lambda C} = \frac{C_1}{C} \rightarrow G_1 = \frac{C_1}{C} G \rightarrow G_1 = \frac{10^{-3}}{5 \cdot 10^{-3}} \cdot 4.26 \cdot 10^{-3} = 8.52 \cdot 10^{-4} \text{ S} = 0.852 \text{ mS}$$

- نحسب الآن  $\delta_1$  بالعلاقة  $\delta_2 = \frac{G_2 L}{S}$  ، ثم نحسب  $\delta_2$  بالعلاقة  $\delta_1 = \frac{G_1 L}{S}$  ، ثم نحسب  $\delta_3$  بالعلاقة

و هكذا يتم ملأ الجدول :

المحلول	C(mmol/L)	$\sigma(\text{ms/m})$	G(mS)
S	5.0	213	4.26
$S_1$	1.0	42.6	0.852
$S_2$	0.5	21.3	0.426
$S_3$	0.2	8.5	0.1704

3- الناقلة النوعية المولية الشاردية لشاردة الهيدرونيوم  $\cdot \text{H}_3\text{O}^+$ .

$$G = K \delta = \frac{S}{L} \delta$$

$$G = \frac{S}{L} (\lambda(\text{H}_3\text{O}^+) [\text{H}_3\text{O}^+] + \lambda(\text{Cl}^-) [\text{Cl}^-])$$

في محلول كلور الهيدروجين ذو الصيغة الشاردية  $(\text{H}_3\text{O}^+ + \text{Cl}^-)$  يكون :

$$[\text{H}_3\text{O}^+] = C$$

$$[\text{Cl}^-] = C$$

ومنه يصبح :

$$G = \frac{S}{L} (\lambda(\text{H}_3\text{O}^+) C + \lambda(\text{Cl}^-) C)$$

$$G = \frac{SC}{L} (\lambda(\text{H}_3\text{O}^+) + \lambda(\text{Cl}^-))$$

$$\lambda(\text{H}_3\text{O}^+) + \lambda(\text{Cl}^-) = \frac{GL}{SC}$$

$$\lambda(\text{H}_3\text{O}^+) = \frac{GL}{SC} - \lambda(\text{Cl}^-)$$

$$\lambda(\text{H}_3\text{O}^+) = \frac{4.26 \cdot 10^{-3} \cdot 5 \cdot 10^{-2}}{10 \cdot 10^{-4} \cdot 5} - 7.63 \cdot 10^{-3} = 35 \cdot 10^{-3} \text{ Sm}^2/\text{mol} = 35 \text{ mS.m}^2/\text{mol}$$