

التمرين الأول



نُحضر محلولاً (S) لـكلوريد الصوديوم ($\text{Na}^+ + \text{Cl}^-$) تركيزه المولي الابتدائي $C_0 = 25 \cdot 10^{-3} \text{ mol/L}$ ، و ذلك بإذابة كتلة m من كلور الصوديوم التجاري NaCl في حجم 500 mL من الماء المقطر ، نأخذ $V_0 = 50 \text{ mL}$ من المحلول (S_0) و نضعها في دورق و نقيس ناقلية النوعية σ باستعمال جهاز قياس الناقلية (Conductimètre) ثم نُضيف للمحلول المحصل عليه 50 mL أخرى من الماء المقطر و نقيس ناقلية الجديدة ، ثم نضيف

مرة أخرى نفس الكمية من الماء المقطر و نقيس الناقلية النوعية من جديد و هكذا ، نحصل على جدول القياسات التالي حيث V يمثل حجم المحلول المخفف بعد إضافة الماء .

V(mL)	50	100	150	200	250	300
$\sigma \text{ (mS/m)}$	280	144	98	74	60	50
C (mmol/L)	25.00					

- 1- أكمل الجدول أعلاه مع التعليل .
- 2- أرسم المنحنى البياني الممثل للعلاقة : $\sigma = f(C)$ على ورقة ميليمترية ، باستعمال سلم رسم مناسب. ماذا يمكنك استنتاجه من المنحنى الناتج ؟
- 3- علما أن قياس ناقلية النوعية للمحلول (S) المحضر سابقا لكلور الصوديوم بنفس خلية القياس السابقة أعطى النتيجة : $\sigma = 250 \text{ mS/m}$. أحسب تركيزه المولي C ؟
- 4- أكتب عبارة الناقلية النوعية σ لمحلول كلور الصوديوم ($\text{Na}^+ + \text{Cl}^-$) بدلالة التركيز المولي C و الناقلية النوعية المولية الشاردية لكل من Na^+ ، Cl^- ، ثم أحسب قيمتها من أجل $C = 5 \cdot 10^{-3} \text{ mol/L}$ ، ثم قارن هذه النتيجة مع النتيجة المحصل عليها بواسطة التجربة . علما أن عند الدرجة 25°C تكون :
 $\lambda(\text{Na}^+) = 5.01 \cdot 10^{-3} \text{ S.m}^2/\text{mol}$ ، $\lambda(\text{Cl}^-) = 7.63 \cdot 10^{-3} \text{ S.m}^2/\text{mol}$
- 5- استنتج قيمة كتلة كلور الصوديوم m المستعملة في تحضير المحلول الابتدائي ، علما أن درجة نقالة ملح كلور الصوديوم NaCl الصلب هي $P = 90\%$. يعطى : $M(\text{Na}) = 23 \text{ g/mol}$ ، $M(\text{Cl}) = 35.5 \text{ g/mol}$.

التمرين الثاني :

تُحضّر محلولاً لكلور الصوديوم ($\text{Na}^+ + \text{Cl}^-$) تركيزه المولي الابتدائي $C_0 = 25 \cdot 10^{-3} \text{ mol/L}$ ، و ذلك بإذابة كتلة m من كلور الصوديوم الصلب NaCl في حجم $V_0 = 50 \text{ mL}$ من الماء المقطر ، نضع المحلول المحصل عليه في دورق و نقيس ناقلية النوعية σ باستعمال جهاز قياس الناقلية (Conductimètre) . نُضيف للمحلول المحصل عليه 50 mL أخرى من الماء المقطر و نقيس ناقلية الجديدة ، نُعيد التجربة عدة مرات بإضافة نفس الكمية من الماء في كل مرة ، فنحصل على جدول القياسات التالي حيث V يمثل حجم المحلول المخفف بعد إضافة الماء .

$V(\text{ cm}^3)$	50	100	150	200	250	300
$\sigma(\text{ mS/cm})$	2.80	1.44	0.98	0.74	0.60	0.50
$C(\text{ mol/L}) \cdot 10^{-3}$	25.00					

- 1- أكمل الجدول أعلاه مع التعليل .
- 2- أرسم المنحنى البياني الممثل للعلاقة : $\sigma = f(C)$ على ورقة ميليمترية ، باستعمال سلم رسم مناسب. ماذا يمكنك استنتاجه من المنحنى الناتج ؟
- 3- إذا كانت الناقلية النوعية لمحلول كلور الصوديوم عند نقطة معينة هي $\sigma = 2.50 \text{ mS/cm}$ ، فكم يكون تركيزه المولي C ؟
- 4- أحسب الناقلية النوعية لمحلول كلور الصوديوم تركيزه $5 \cdot 10^{-3} \text{ mol/L}$ وقارن هذه النتيجة مع النتيجة المحصل عليها بواسطة التجربة . علما أن عند الدرجة 25°C تكون :
 $\lambda(\text{Na}^+) = 5.01 \cdot 10^{-3} \text{ S.m}^2\text{mol}^{-1}$ ، $\lambda(\text{Cl}^-) = 7.63 \cdot 10^{-3} \text{ S.m}^2\text{mol}^{-1}$
- 5- استنتج قيمة كتلة كلور الصوديوم m المستعملة في تحضير المحلول الابتدائي ، علما أن درجة نفاوة ملح كلور الصوديوم NaCl الصلب هي $P = 90\%$.
يعطى : $M(\text{Na}) = 23 \text{ g/mol}$ ، $M(\text{Cl}) = 35.5 \text{ g/mol}$.

التمرين الثالث :

نريد التأكد من أن محلول مائي لكلور الصوديوم NaCl له تركيز مولي قدره 10^{-1} mol/L باستعمال قياس الناقلية ، لهذا تشكل التركيب الخاص بالناقلية و المتكون من : أمبير متر ، فولط متر ، مولد للتيار المتناوب ذو تواتر $f = 500 \text{ Hz}$ ، خلية قياس الناقلية البعد بين لبوسيهما 1 cm و مساحة كل مسرى منها 1 cm^2 . نقوم بتمديد المحلول 10 مرات ثم نقيس ناقلية المحلول الممدد.

- 1- أذكر الزجاجيات و الخطوات اللازمة للحصول على 100 mL من المحلول الممدد .
- 2- لماذا مددنا المحلول قبل قياس الناقلية ؟
- 3- أرسم مخطط الدارة لقياس الناقلية .
- 4- لماذا استعملنا مولد للتيار المتناوب ذو تواتر كبير .
- 5- إذا قرأت القيمتين $U = 1.5 \text{ v}$ و $I = 13.1 \text{ mA}$ أحسب الناقلية ثم الناقلية النوعية للمحلول الممدد .
- 6- أرسم بيان ناقلية محاليل معلومة التركيز محضرة مسبقا حسب الجدول التالي :

C(mmol/L)	1	5	8
G(mS)	0.87	4.36	7

7- أوجد تركيز المحلول الممدد ثم استنتج تركيز المحلول الأصلي ماذا تستنتج ؟

التمرين الرابع

نقيس عند درجة حرارة 25°C ناقلية محلول كبريتات الصوديوم (Na_2SO_4) تركيزه بشوارد Na^+ يساوي $5 \cdot 10^{-3} \text{ mol/L}$ باستعمال خلية قياس الناقلية ($S = 1 \text{ cm}^2$ ، $L = 1 \text{ cm}$) نجد : $G = 0.65 \text{ ms}$.

- 1- أكتب معادلة انحلال كبريتات الصوديوم في الماء .
- 2- أحسب الناقلية النوعية للمحلول .
- 3- بين أن تركيز محلول كبريتات الصوديوم بشوارد SO_4^{2-} هو $[\text{SO}_4^{2-}] = 2.5 \times 10^{-3} \text{ mol/L}$. استنتج التركيز المولي C لهذا المحلول .
- 4- أكتب عبارة الناقلية النوعية للمحلول بدلالة : $\lambda(\text{Na}^+)$ ، $\lambda(\text{SO}_4^{2-})$ ، $[\text{Na}^+]$ ، $[\text{SO}_4^{2-}]$.
- 5- أوجد قيمة $\lambda(\text{SO}_4^{2-})$. يعطى : $\lambda(\text{Na}^+) = 5.01 \cdot 10^{-3} \text{ S.m}^2/\text{mol}$.

التمرين الخامس :

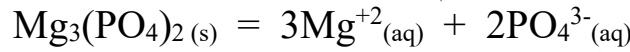
نريد تعيين التركيز المولي C لمحلول مائي لفوسفات المغنيزيوم $\text{Mg}_3(\text{PO}_4)_2$ والذي نرمز له بالرمز S من أجل هذا نحضر عند درجة الحرارة 25°C حجما $V_0 = 1.00 \text{ L}$ من محلول نرمز له بـ S_0 بإذابة كتلة $m = 2.50 \text{ g}$ من فوسفات المغنيزيوم $\text{Mg}_3(\text{PO}_4)_2$ انطلاقا من محلول S_0 نحضر أربعة محاليل مخففة بالكيفية التالية :

- المحلول S_1 : 10 mL من محلول S_0 ثم نكمل إلى 50 mL بالماء المقطر في حوجة عيارية .
- المحلول S_2 : 10 mL من محلول S_0 ثم نكمل إلى 100 mL بالماء المقطر في حوجة عيارية .
- المحلول S_3 : 25 mL من محلول S_0 ثم نكمل إلى 500 mL بالماء المقطر في حوجة عيارية .
- المحلول S_4 : 10 mL من محلول S_0 ثم نكمل إلى 500 mL بالماء المقطر في حوجة عيارية .

في المحاليل S_0 ، S_1 ، S_2 ، S_3 ، S_4 والمحلول S نغمر على التوالي خلية قياس الناقلية و المؤلفة من صفيحتين مستويتين ومتوازيتين ، مساحة السطح المغمور في كل صفيحة $S = 4 \text{ cm}^2$ و البعد بينهما ثابت L ، نصل الصفيحتين بمولد التوترات المنخفضة GBF ذو نمط جيبي (متناوب) و تحت توتر ثابت $U = 2 \text{ V}$ ، نقوم بقياس الشدة I للتيار المار في الدارة لمختلف المحاليل المحضرة و المحلول S فنحصل على النتائج التالية :

المحلول	S_0	S_1	S_2	S_3	S_4	S
$I(\text{mA})$	37.1	7.42	3.71	1.86	0.742	12.4
$C(\text{mmol/L})$				$\frac{C_0 \cdot V_3}{0.5}$		
$G(\text{mS})$						

علما أن معادلة تفكك فوسفات المغنزيوم الصلب.



- 1- أرسم التركيب المستعمل للقياس .
- 2-أ- مثل جدول التقدم .
- ب- عين التركيز المولي للمحلول S_0 واستنتج تراكيز الشوارد الموجودة في المحلول S_0 .
- 3-أ- عين التراكيز المولية لمحاليل : S_1 ، S_2 ، S_3 ، S_4 .
- ب- عين الناقلية G بدلالة تركيز محلول فوسفات المغنزيوم .
- ج- أكمل الجدول .
- 4- عين الناقلية النوعية σ_0 للمحلول S_0 و استنتج المسافة L الفاصلة بين الصفيحتين .
- 5- أرسم على ورق مليمترى المحنى البياني الممثل لتغيرت الناقلية G بدلالة تركيز محلول فوسفات المغنزيوم .
- 6- استنتج التركيز المولي للمحلول S .

يعطى :

$$M(\text{Mg}_3(\text{PO}_4)_2) = 262.9 \text{ g/mol} , \lambda(\text{Mg}^{2+}) = 10.7 \text{ mS.m}^2/\text{mol} , \lambda(\text{PO}_4^{3-}) = 27.9 \text{ mS.m}^2/\text{mol}$$

التمرين السادس :

- I. نحضر محلولاً S_0 لكبريتات الصوديوم $(2\text{Na}^+ + \text{SO}_4^{2-})_{\text{aq}}$ تركيزه المولي $C_0 = 4 \times 10^{-2} \text{ mol / l}$ وحجمه $V_0 = 500 \text{ ml}$ بإذابة كتلة m' من مادة تجارية نسبة نقاوتها $P = 80\%$.
- أوجد قيمة الكتلة m' الواجب أخذها من المادة التجارية لتحضير المحلول S_0 .
- II. نحضر إنطلاقاً من المحلول S_0 محاليل مختلفة التراكيز ولها نفس الحجم $V = 100 \text{ ml}$ ، ثم نقيس الناقلية النوعية σ لكل منها عند درجة حرارة 25°C فنحصل على النتائج الآتية:

المحلول	S_1	S_2	S_3	S_4
$\sigma(\text{ms / cm})$	2,08	1,56	1,04	0,52
$C(\text{mol / l})$	8×10^{-3}	6×10^{-3}	4×10^{-3}	2×10^{-3}

- (1) أحسب الحجمين V_{01} ، V_{02} الواجب أخذهما من المحلول S_0 لتحضير المحلولين S_1 ، S_2 على الترتيب .
- (2) أرسم البيان: $\sigma = f(C)$
- (3) أحسب من البيان ثابت التناسب a (الميل) ، وعبر عن وحدته بـ $(\text{ms} \cdot \text{m}^2 / \text{mol})$
- (4) ماذا يمثل هذا الثابت فيزيائياً ؟

(5) أحسب الناقلية النوعية المولية الشاردية $\lambda(SO_4^{2-})$

III. في المخبر تتواجد قارورة لمحلول كبريتات الصوديوم تركيزه المولي C_0' مجهول ، نأخذ كمية منه ونعددها 10

مرات ثم نعايرها باستعمال خلية لقياس الناقلية مساحة سطحها $4cm^2$ والبعد بينهما $2cm$ عند

نفس درجة الحرارة 25^0C ، فنجد أن ناقليته $G = 2,6ms$.

- أوجد قيمة التركيز المولي C_0' لهذا المحلول.

تعطى:

عند 25^0C : $\lambda(Na^+) = 5ms \cdot m^2 / mol$ ، $M(Na_2SO_4) = 142g / mol$

التمرين السابع:

نُحضر محلولاً لكلوريد الصوديوم $(Na^+ + Cl^-)$ تركيزه المولي الابتدائي $C_0 = 25 \cdot 10^{-3} mol.L^{-1}$ ،
و ذلك بإذابة كتلة m من كلور الصوديوم الصلب $NaCl$ في $50cm^3$ من الماء المقطر ، نضع المحلول المحصل
عليه في دورق و نقيس ناقليته النوعية σ باستعمال جهاز قياس الناقلية (Conductimètre) . نُضيف
للمحلول المحصل عليه $50cm^3$ أخرى من الماء المقطر و نقيس ناقليته الجديدة ، نُعيد التجربة عدة مرات
بإضافة نفس الكمية من الماء في كل مرة ، فنحصل على جدول القياسات التالي حيث V يمثل حجم المحلول
المخفف بعد إضافة الماء .

$V(Cm^3)$	50	100	150	200	250	300
$\sigma (mS . Cm^{-1})$	2.8	1.44	0.98	0.74	0.60	0.50
$C (mol . L^{-1}).10^{-3}$	25					

1 - أكمل الجدول أعلاه مع التعليل .

2 - ارسم المنحنى البياني الممثل للعلاقة : $\sigma (C) = f$ على ورقة ميليمترية ، باستعمال سلم رسم مناسب.
ماذا يمكنك استنتاجه من المنحنى الناتج ؟

3 - إذا كانت الناقلية النوعية لمحلول كلور الصوديوم عند نقطة معينة هي $\sigma = 2.50 mS/Cm$ ، فكيف
يكون تركيزه C

4 - أحسب الناقلية النوعية لمحلول كلور الصوديوم تركيزه $5 \cdot 10^{-3} mol.L^{-1}$ وقارن هذه النتيجة مع النتيجة
المحصل عليها بواسطة التجربة . علما أن عند الدرجة 25^0C تكون :

$$\lambda_{Na^+} = 5.01 \times 10^{-3} S . m^2 . mol^{-1} \quad \text{و} \quad \lambda_{Cl^-} = 7.63 \times 10^{-3} S . m^2 . mol^{-1}$$

5 - استنتج قيمة كتلة كلور الصوديوم m المستعملة في تحضير المحلول الابتدائي ، علما أن درجة نقاوة ملح كلور الصوديوم NaCl الصلب هي $p = 90 \%$.

يعطى :

$$M(\text{Na}) = 23 \text{ g/mol} ; M(\text{Cl}) = 35.5 \text{ g/mol}$$

التمرين الثامن :

- نذيب كتلة معينة من كبريتات الألمنيوم $\text{Al}_2(\text{SO}_4)_3$ في كمية من الماء المقطر تك نكمل الحجم إلى 0.5 L فنحصل على محلول كبريتات الألمنيوم تركيزه المولي : $C = 10^{-3} \text{ mol/L}$.
- 1- أوجد كتلة كبريتات الألمنيوم الواجب إذابتها للحصول على المحلول السابق .
 - 2- أكتب معادلة انحلال كبريتات الألمنيوم في الماء .
 - 3- أوجد تركيز المحلول بشوارد الألمنيوم Al^{3+} و شوارد الكبريتات SO_4^{2-} .
 - 4- من أجل إيجاد قيمة الناقلية G لهذا المحلول وضعنا 100 mL منه في بيشر و بعد تركيب دائرة كهربائية مناسبة وباستعمال خلية لقياس الناقلية تمكنا من الحصول : $G = 2.0 \text{ mS}$ ، σ ، $= 75.2 \text{ mS/m}$.
- أ- أوجد ثابت الخلية K .
- ب- أكتب عبارة الناقلية النوعية σ بدلالة التركيز المولي C .
- ج- أوجد قيمة الناقلية النوعية المولية الشاردية لشاردة الكبريتات $\lambda(\text{SO}_4^{2-})$. هل تتغير قيمة هذه الأخيرة إذا غيرنا قيمة التركيز المولي C للمحلول ؟ برر إجابتك . إذا كان الجواب ب لا فما هو المقدار الذي يؤثر على λ .
- يعطى :

$$M(\text{S}) = 32 \text{ g/mol} , M(\text{O}) = 16 \text{ g/mol} , \lambda(\text{Al}^{3+}) = 27 \text{ g/mol} \\ M(\text{Al}) = 27 \text{ g/mol}$$

التمرين التاسع :

- 1- لتحضير محلول كلور الصوديوم حجمه $V = 400 \text{ ml}$ وتركيزه المولي $C = 0.2 \text{ mol/L}$ ، نأخذ كتلة m من كلور الصوديوم ذو درجة نقاوة $P = 80 \%$.
- أ- ماذا تعني $P = 80 \%$.
- ب- أوجد قيمة m .
- 2- بواسطة خلية قياس الناقلية المكونة من صفيحتين معدنيتين مساحة كل منهما $S = 3 \text{ cm}^2$ والبعد بينهما $L = 1.5 \text{ cm}$ ، قمنا بحساب مقاومة محلول كلور الصوديوم $(\text{Na}^+ + \text{Cl}^-)$ المحضر سابقا فوجدنا $R = 50 \Omega$.
- أ- أحسب ثابت الخلية K مقدر بالمتر .
- ب- أحسب الناقلية G للمحلول واستنتج ناقلتيه النوعية σ .
- ج- أحسب تركيز المحلول C واستنتج تركيز الشوارد الموجودة في فيه .
- يعطى :

$$\lambda(\text{Cl}^-) = 7.63 \text{ mS.m}^2/\text{mol} , \lambda(\text{K}^+) = 7.35 \text{ mS.m}^2/\text{mol}$$

$$M(\text{K}) = 39 \text{ g/mol} , M(\text{Cl}) = 35.5 \text{ g/mol} , M(\text{Na}) = 23 \text{ g/mol}$$

التمرين العاشر

نحضر محلولاً من كلور الألمنيوم AlCl_3 بتركيزات مختلفة ، ثم نقيس ناقلية كل محلول عند الدرجة 25°C و تجمع النتائج في الجدول أسفله .

المحلول	s_1	s_2	s_3	s_4	s_5	s_6	s_7	s_8	s_9
$G(\text{mS})$	4.50	8.25	11.85	15.45	19.05	22.80	26.55	30.30	33.90
$\sigma(\text{s/m})$	0.30	0.55	0.79	σ_4	1.27	1.52	1.77	2.02	2.26

- 1- أكتب معادلة انحلال هذا المركب في الماء ؟
- 2- أرسم المنحنى $G=f(\sigma)$. حيث σ هي الناقلية النوعية للمحلول ماذا تلاحظ ؟ و أكتب المعادلة الرياضية له ؟.
- 3- أحسب ميل المنحنى . ماهو المقدار الفيزيائي الذي يمثل هذا الميل ؟
- 4- أكتب العلاقة التي تربط ناقلية محلول G بناقليته النوعية σ . أذكر وحدة كل مقدار . ؟
- 5- قارن هذه العلاقة مع المعادلة الرياضية للمنحنى . ماذا تلاحظ ؟
- 6- أحسب البعد L بين الصفيحتين علماً أن سطح مقطع الصفيحة هو $S = 3\text{cm}^2$.
- 7- استنتج من المنحنى الناقلية النوعية المولية σ_4 للمحلول S_4 ؟.
- 8- احسب تركيز المحلول S_4 ؟ .

$$(\lambda_{\text{Al}^{3+}} = 6,10\text{mS.m}^2.\text{mol}^{-1}, \lambda_{\text{Cl}^-} = 7,63\text{mS.m}^2.\text{mol}^{-1})$$