تمارين قياس المواصلة

تمرين 1 :

1- أحسب الموصلية σ عند25°C لمحلول مائي لبرومور الصوديوم $(Na^+_{(aq)} + Br^-_{(aq)})$تركيزه C=3,22mol$\ell.m^{-3}$.

2- أحسب الموصلية σ عند25°C لمحلول مائي لبرمنغنات البوتاسيوم $(K^+_{(aq)} + MnO^-_{4(aq)})$ تركيزه C=1,00mol$\ell.L^{-1}$

3- أحسب التركيز C بالوحدة mol$\ell.L^{-3}$ لمحلول مائي لنترات البوتاسيوم$(K^+_{(aq)} + NO^-_{3(aq)})$ موصليته عند σ =12,40 S.m^{-1} . 25°C

4- محلول مائي ليودور البوتاسيوم $(K^+_{(aq)} + I^-_{(aq)})$عند 25°C تركيزه المولي = $1.10^{-3} mol\ell.L^{-1}$، موصليته σ =15,03 mS.m^{-1}

أحسب الموصلية المولية الأيونية لأيونات اليودور- $\boldsymbol{\lambda_{I^-}}$.

نعطي :

$$\boldsymbol{\lambda_{Na^+} = 50,1.10^{-4} S.m^2.mol\ell^{-1}}$$
$$\boldsymbol{\lambda_{K^+} = 73,5.10^{-4} S.m^2.mol\ell^{-1}}$$
$$\boldsymbol{\lambda_{Br^-} = 78,1.10^{-4} S.m^2.mol\ell^{-1}}$$
$$\boldsymbol{\lambda_{NO_3^-} = 71,4.10^{-4} S.m^2.mol\ell^{-1}}$$
$$\boldsymbol{\lambda_{MnO_4^-} = 61,3.10^{-4} S.m^2.mol\ell^{-1}}$$

تمرين 2:

نقيس التوتر الفعال لتوتر كهربائي متناوب جيبي بين إلكتردين مغمورين في محلول ايوني وشدة التيار الفعالة I للتيار الذي يمر في جزء من المحلول المحصول بين الإلكترودين فنجد : U=5,42V و I=2 .

1- أنجز تبيانة التركيب التجريبي المستعمل .
2- فسر لماذا نستعمل توترا متناوبا لقياس مواصلة محلول أيوني ؟
3- ماتعريف مقاومة جزء محلول الكتوليتي ؟ ماوحدتها ؟
4- أحسب مقاومة جزء المحلول المحصور بين الاكترودين .
5- ما تعريف مواصلة جزء محلول الكتروليتي ؟ ما وحدتها؟
6- أحسب مواصلة جزء المحلول المحصور بين الالكترودين ؟

تمرين 3 :

لتحديد قيمة الثابتة K لخلية خاصة بقياس المواصلة ، نغمرها في محلول عيار لكلورور البوتاسيوم موصليته $\sigma = 102,0 mS.m^{-1}$ عند 10°C . يشير قياس المواصلة الى القيمة : $G = 0,86 mS.m^{-1}$

1- ما قيمة الثابتة k لهذه الخلية؟
2- صفيحتا الخلية متباعدتان بالمسافة $L = 20cm$.مامساحة كل من الصفيحتين ؟

تمرين 4:

نعتبر محلولا مائيا لكلورور الكالسيوم $(Na^+ + C\ell^{-1})$ تركيزه المولي :
$c = 0{,}5 mo\ell.L^{-1}$

1- أكتب معادلة ذوبان كلورور الصوديوم في الماء .
2- أرسم جدول تقدم التفاعل واستنتج العلاقة بين التركيز المولي الفعلي للأيونات Ca^{2+} و الأيونات $C\ell^-$.
3- أوجد موصلية المحلول .

$$\lambda_{Ca^{2+}} = 11{,}9.10^{-3} S.m^2.mo\ell^{-1}$$

$$\lambda_{C\ell^-} = 7{,}63.10^{-3} S.m^2.mo\ell^{-1}$$

تمرين 5 :

1- أحسب تركيزي الأيونين NO_3^- و Ca^{2+} الموجودين في محلول مائي لنترات الكالسيوم موصليته، $\sigma = 102{,}0\ S.m^{-1}$ وتركيزه الكتلي $C_m = 1{,}5 g/L$.

2- أحسب موصلية المحلول عند 25°C .
نعطي :
$M(Ca(NO_3)_2) = 164 g.mo\ell^{-1}$
$11{,}9.10^{-3} S.m^2.mo\ell^{-1} \lambda_{Ca^{2+}} =$
$\lambda_{NO_3^-} = 7{,}63.10^{-3} S.m^2.mo\ell^{-1}$

تمرين 6:

نقيس عند درجة الحرارة 25°C مواصلة محلول مائي لكبريتات الصوديوم Na_2SO_4 تركيزه $C=2{,}5.10^{-3} mo\ell.L^{-1}$ فنجد : $G = 650.10^{-6} S$.
1- أكتب معادلة ذوبان كبريتات الصوديوم في الماء .
2- عبر عن موصلية هذا المحلول بدلالة الموصليات المولية الأيونية والتركيز C .
3- أوجد قيمة الموصلية σ.
4- أوجد قيمة الموصلية المولية الأيونية $\lambda_{SO_4^{2-}}$.
نعطي : $S=1cm^2 L=1cm$
$\lambda_{Na^+} = 50{,}1.10^{-4} S.m^2.mo\ell^{-1}$

تمرين 7:

تتكون خلية لقياس المواصلة من إلكترودين فلزيين متوازيين مساحة كل منهما S تفصلهما المسافة L .
الإلكترودان مغموان في المحلول .

1- لتدريج الخلية نستعمل محلولا عيارا هو محلول $(K^+ + C\ell^-)$كلورور الصوديوم تركيزه $0,01mo\ell.L^{-1}$.
نطبق توترا بين مربطي الإلكترودين قيمته الفعالة U=6,85V فيمر في المحلول تيارا شدته الفعالة I=322mA .
درجة حرارة المحلول 23°C .
أحسب قيمة المقاومة R للمحلول واستنتج قيمة المواصلة G .

2- نعرف الثابتة k للخلية بالعلاقة : $G = \sigma k$.

2.1- حدد القيمة التجريبية للثابتة k_{exp}مبرزا وحدتها في النظام العالمي للوحدات .

2.2- شكل الإلكترودين مستطيلي ذو أبعاد : (5,0cmx8,0cm) والمسافة الفاصلة بينهما ℓ=1,0cm.
قارن القيمة النظرية للثابتة k_{th} مع قيمتها المحددة تجريبيا .

3- نحدد مواصلة محلول $(H^+ + C\ell^-)$ عند نفس درجة الحرارة باستعمال نفس الخلية حيث $G = 145mS$:.
أحسب موصلية هذا المحلول .
نعطي :تركيزالمحلول$(H^+ + C\ell^-)$: $C = 0,01mo\ell.L^{-1}$.

تمرين 8:

نحضر محلولا S عند درجة الحراة $25°C$ بإذابة :
- محلول هيدروكسيد الصوديوم $(Na^+ + HO^-)$حجمه $V_1 = 50mL$ وتركيزه المولي $C_1 = 10^{-3}mo\ell.L^{-1}$.
- محلول كلوور الصوديوم $(Na^+ + C\ell^-)$ حجمه $V_2 = 200mL$ وتركيزه المولي $C_2 = 1,52.10^{-3}mo\ell.L^{-1}$.

1- أحسب كمية مادة كل أيون في الخليط المحصل عليه .
1- أحسب التركيز المولي لكل أيون في الخليط بالوحدة $(mo\ell.m^{-3})$.
2- ايتنتج الموصلية σ للخليط .
معطيات : الموصلية المولية الأيونية :

$$\lambda_{OH^-} = 198,6.10^{-4}S.m^2.mo\ell^{-1}$$
$$\lambda_{C\ell^-} = 76,3.10^{-4}S.m^2.mo\ell^{-1}$$
$$\lambda_{Na^+} = 50,1.10^{-4}S.m^2.mo\ell^{-1}$$

تصحيح تمارين قياس المواصلة

تمرين 1:

1- موصلية محلول برومور الصوديوم :

معادلة ذوبان برومور الصوديوم في الماء :

$$NaBr_{(S)} \rightarrow Na^{+}_{(aq)} + Br^{-}_{(aq)}$$

التراكيز المولية الفعلية للأيونات الموجودة في المحلول هي :

$$[Na^{+}] = [Br^{-}] = C$$

تعبير الموصلية :

$$\sigma = \lambda_{Na^{+}}[Na^{+}] + \lambda_{Br^{-}}[Br^{-}]$$

$$\sigma = \lambda_{Na^{+}}C + \lambda_{Br^{-}}C$$

$$\sigma = C(\lambda_{Na^{+}} + \lambda_{Br^{-}})$$

ت.ع:

$$\sigma = 3{,}22\text{mo}\ell.m^{-3}(50{,}1.10^{-4}S.m^{2}.mo\ell^{-1} + 78{,}1.10^{-4}S.m^{2}.mo\ell^{-1})$$

$$\sigma = 4{,}13.10^{-2}S.m^{2}.mo\ell^{-1}$$

2- معادلة ذوبان برمنغنات البوتاسيوم في الماء :

$$KMnO_{4\,(S)} \rightarrow MnO^{-}_{4(aq)} + K^{+}_{(aq)}$$

التراكيز المولية الفعلية للأيونات تكتب :

$$[K^{+}] = [MnO_4^{-}] = C$$

تعبير الموصلية :

$$\sigma = \lambda_{MnO_4^{-}}[MnO_4^{-}] + \lambda_{K^{+}}[K^{+}]$$

$$\sigma = (\lambda_{MnO_4^{-}} + \lambda_{K^{+}})C$$

يجب تحويل وحد التركيز من $mo\ell.L^{-1}$ الى $mo\ell.m^{-3}$ النظام العالمي للوحدات حيث :
$1L=10^{-3}m^3$
وبالتالي : $1mo\ell.L^{-1} = 1.10^{-3}mo\ell.m^{-3}$
ت.ع:

$$\sigma = (61{,}3.10^{-4}S.m^2.mo\ell^{-1} + 73{,}5.10^{-4}S.m^2.mo\ell^{-1}) \times 10^{-3}mo\ell.m^{-3}$$

$$\sigma = 1{,}348.10^{-5}S.m^{-1}$$

3- معادلة ذوبان $KN0_3$ نترات البوتاسيوم في الماء:

$$KN0_3 \rightarrow K^+_{(aq)} + NO^-_{3(aq)}$$

موصلية المحلول تكتب :

$$\sigma = (\lambda_{K^+} + \lambda_{NO_3^-})C$$

$$C = \frac{\sigma}{(\lambda_{K^+} + \lambda_{NO_3^-})}$$

ت.ع:

$$C = \frac{12{,}40\ S.m^{-1}}{(73{,}5.10^{-4}S.m^2.mo\ell^{-1} + 71{,}4.10^{-4}S.m^2.mo\ell^{-1})}$$

$$C = 856mo\ell.m^{-3}$$

$$C = \frac{856mo\ell}{10^3L} = 0{,}856mo\ell.L^{-1}$$

4- معادلة ذوبان KI يودور البوتاسيوم :

$$KI_{(S)} \rightarrow K^+_{(aq)} + I^-_{(aq)}$$

تعبير الموصلية :

$$\sigma = (\lambda_{K^+} + \lambda_{I^-})C$$

$$\lambda_{K^+} + \lambda_{I^-} = \frac{\sigma}{C}$$

$$\lambda_{I^-} = \frac{\sigma}{C} - \lambda_{K^+}$$

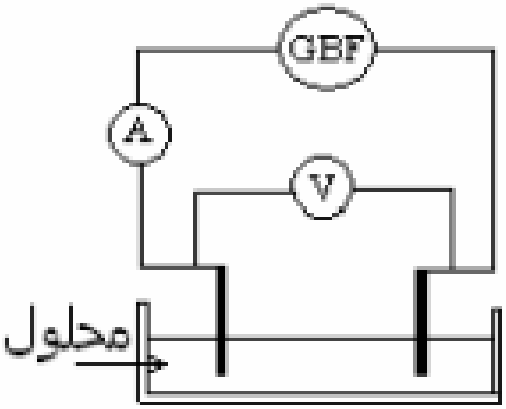
ت.ع:

$$\lambda_{I^-} = \frac{15{,}03.10^{-3}\ S.m^{-1}}{\frac{10^{-3}}{10^{-3}}.\text{mo}\ell.m^{-3}} - 73{,}5.10^{-4} S.m^2.mo\ell^{-1}$$

$$\lambda_{I^-} = 7{,}68.10^{-3} S.m^2.mo\ell^{-1}$$

تمرين 2:

1- تبيانة تركيب تجريبي لقياس مواصلة محلول إلكتروليتي :



2- عند استعمال تيار كهربائي مستمر ، نلاحظ تحولات كيميائية على الإلكتودين وتسمى هذه الظاهرة التحليل الكهربائي ، حيث يتكون نواتج تغطي الالكترودين الشيء الذي يؤثر على التيار والتوتر .
لتفادي هذه الظاهرة نستعمل تيارا كهربائيا متناوبا حيث يمر التيار بالتناوب في منحيين الشيء الذي يمنع تكون مواد على الالكترودين .

3- مقاومة جزء محلول إلكتروليتي هو مقلوب المواصلة وحدتها : الأوم (Ω).

$$R = \frac{1}{G} = \frac{U}{I}$$

4- مقاومة جزء المحلول المحصور بين الالكترودين :

$$R = \frac{I}{U} = \frac{5{,}42}{2{,}74.10^{-3}}$$

$$R = 1987\Omega$$

5- المواصلة G لمحلول الكتروليتي تساوي مقلوب المقاومة $G = \frac{1}{R} = \frac{I}{U}$ وحدتها السيمنس (S) .

6- مواصلة جزء المحلول المحصور بين الإلكترودين :

$$G = \frac{1}{1987} = 5.10^{-4}S$$

تمرين 3:

1- قيمة الثابتة k:

$$k = \frac{G}{\sigma}$$

ت.ع:

$$k = \frac{0{,}86.10^{-3}S}{102.10^{-3}S.m^{-1}} = 8{,}43.10^{-3}m$$

2- مساحة كل صفيحة :

$$k = \frac{S}{L} \Rightarrow$$

$$S = k.L$$

ت.ع:

$$k = 8{,}43.10^{-3} \times 20.10^{-2} = 1{,}69.10^{-3}m^2$$

تمرين 4 :

1- معادلة الذوبان :

$$CaC\ell_{2(S)} \rightarrow Ca^{2+}_{(aq)} + 2C\ell^{-}_{(aq)}$$

2- جدول تقدم التفاعل:

المعادلة الكيميائية	$CaC\ell_{2(S)} \rightarrow Ca^{2+}_{(aq)} + 2C\ell^{-}_{(aq)}$		
الحالة البدئية	0	0	n_0
الحالة البينية	x	$2x$	$n_0 - x$
الحالة النهائية	x_{max}	$2x_{max}$	$n_0 - x_{max}$

بما أن تفاعل كلي فإن المتفاعل المحد هو $CaC\ell_2$ هو المتفتعل المحد :

$$n_0 - x_{max} = 0$$
$$n_0 = x_{max}$$

في الحالة النهائية يكون تركيب الخليط هو :

الأنواع الكيميائية	$2C\ell^-$	Ca^{2+}	$CaC\ell_2$
كمية مادتها	$2n_0$	n_0	0

تراكيز الأيونات في الحالة النهائية :

$$[Ca^{2+}_{(aq)}]_f = \frac{n_0}{V} = c$$

$$[C\ell^-_{(aq)}]_f = \frac{2n_0}{V} = 2c$$

3- موصلية المحلول تكتب :

$$\sigma = \lambda_{Ca^{2+}}[Ca^{2+}_{(aq)}]_f + \lambda_{C\ell^-}[C\ell^-_{(aq)}]_f$$

$$\sigma = c(\lambda_{Ca^{2+}} + \lambda_{C\ell^-})$$

$$c = \frac{0{,}05 mo\ell}{L} = \frac{0{,}05.10^3 mo\ell}{m^3} = 50 mo\ell/m^3$$

$$\sigma = 50 mo\ell.m^{-3}(11{,}9 + 2 \times 7{,}63)10^{-3} S.m^2.mo\ell^{-1}$$

$$\sigma = 1{,}36 S.m^{-1}$$

تمرين 5:

1- بما أن معادلة ذوبان مركب أيوني في الماء تحول تام الجدول الوصفي يكتب :

معادلة التفاعل	$Ca(NO_3)_{2(S)}$ →	$Ca^{2+}_{(aq)}$ +	$2NO^-_{3(aq)}$
الحالة البدئية	n_0	0	0
الحالة البينية	$n_0 - x$	x	$2x$
الحالة النهائية	$n_0 - x_{max}$	x_{max}	$2x_{max}$

المتفاعل المحد هو $Ca(NO_3)_2$ ومنه :

$$n_0 - x_{max} = 0 \rightarrow x_{max} = n_0$$

التركيز المولي للأيونات :

$$[NO_3^-] = \frac{2n_0}{V} = 2C$$

$$[Ca^{2+}] = \frac{n_0}{V} = C$$

العلاقة بين التركيز المولي والتركيز الكتلي :

$$C = \frac{C_m}{M} \text{ :أي } C_m = C.M$$

موصلية المحلول تكتب :

$$\sigma = \lambda_{Ca^{2+}}[Ca^{2+}] + \lambda_{NO_3^-}[NO_3^-]$$

$$\sigma = \lambda_{Ca^{2+}}.C + \lambda_{NO_3^-}.2C$$

$$\sigma = C(\lambda_{Ca^{2+}} + 2\lambda_{NO_3^-})$$

$$\sigma = \frac{C_m}{M}(\lambda_{Ca^{2+}} + 2\lambda_{NO_3^-})$$

ت.ع :

$$\sigma = \frac{1{,}5.10^3 g.m^{-3}}{164 g.mol^{-1}}(11{,}9 + 2 \times 7{,}14).10^{-3} S.m^2.mol^{-1}$$

$$\sigma = 0{,}23945 S.m^{-1} = 239{,}45 mS.m^{-1}$$

تمرين 6:

1- معادلة الذوبان :

$$Na_2SO_{4(s)} \rightarrow 2\,Na^+_{(aq)} + SO_4^{2-}$$

2- تعبير σ بدلالة التركيز C :

$$\sigma = \lambda_{Na^+}[Na^+] + \lambda_{SO_4^{2-}}[SO_4^{2-}]$$

بما أن ذوبان كبريتات الصوديوم في الماء تفاعل كلي فإن الجدول الوصفي نمثله كما يلي :

معادلة التفاعل	Na_2SO_4	$\rightarrow$	$2\,Na^+_{(aq)}$	$+$	SO_4^{2-}
الحالة البدئية	n_0		0		0
الحالة البينية	$n_0 - x$		$2x$		x
الحالة النهائية	$n_0 - x_{max}$		$2x_{max}$		x_{max}

المتفاعل المحد هو Na_2SO_4 ومنه :

$$n_0 - x_{max} = 0 \rightarrow x_{max} = n_0$$

التركيز المولي للأيونات :

$$[SO_4^{2-}] = \frac{n_0}{V} = C$$

$$[Na^+] = \frac{2n_0}{V} = 2C$$

$$\sigma = \lambda_{Na^+}[Na^+] + \lambda_{SO_4^{2-}}[SO_4^{2-}]$$

$$\sigma = 2C.\lambda_{Na^+} + C.\lambda_{SO_4^{2-}}$$

$$\sigma = C(2\lambda_{Na^+} + \lambda_{SO_4^{2-}})$$

3- العلاقة بين المواصلة والموصلية :

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

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

ت.ع: $\sigma = 650.10^{-6}S \times \frac{10^{-2}m}{10^{-4}.m^2}$

$$\sigma = 6{,}5.10^{-2}S.m^{-1}$$

4- حساب الموصلية المولية الأيونية ل SO_4^{2-} :

حسب العلاقة :

$$\sigma = C(2\lambda_{Na^+} + \lambda_{SO_4^{2-}})$$

$$(2\lambda_{Na^+} + \lambda_{SO_4^{2-}}) = \frac{\sigma}{C}$$

$$\lambda_{SO_4^{2-}} = \frac{\sigma}{C} - 2\lambda_{Na^+}$$

ت.ع:

$C=2{,}5.10^{-3}mol\ell.L^{-1} = 2{,}5.10^{-3}.10^{3}mol\ell.m^{-3}$

$$C = 2{,}5mol\ell.m^{-3}$$

$$\lambda_{SO_4^{2-}} = \frac{6{,}5.10^{-2} S.m^{-1}}{2{,}5 mol.m^{-3}} - 2 \times 5{,}01.10^{-3} S.m^2.mol^{-1}$$

$$\lambda_{SO_4^{2-}} = 16.10^{-3} S.m^2.mol^{-1}$$

تمرين 7

1- حساب R و G :

حسب قانون أوم نكتب : $U = RI$

$$R = \frac{U}{I}$$

ت.ع: $R = \frac{6{,}85V}{322.10^{-3}A}$ نجد : $R = 22{,}27\Omega$

-حساب G :

$$G = \frac{1}{R}$$

ت.ع: $G = \frac{1}{21{,}27}$

نجد :

$$G = 4{,}70.10^{-2} S$$

2- 2.1- تحديد k_{exp} :

نعلم أن : $G = \sigma k$

$$k = \frac{G}{\sigma}$$

ت.ع:التحويل الى وحدات النظام العالمي :

$$1{,}239 mS.cm^{-1} = \frac{1{,}239.10^{-3} S}{1.10^{-2} m} = 1{,}239.10^{-1} S.m^{-1}$$

ت.ع: $k_{exp} = \frac{4{,}70.10^{-2} S}{1{,}239.10^{-1} S.m^{-1}}$ نجد : $k_{exp} = 0{,}379m$

2- 2.2- مقارنة k_{th} و k_{exp} :

لدينا : $k_{th} = \frac{S}{\ell}$

ت.ع: $k_{th} = \frac{(5{,}0 \times 8{,}0).10^{-4} m^{-2}}{1{,}0.10^{-2} m}$

نجد : $k_{th} = 0{,}40m$

الفرق النسبي بين العلاقتين :

$$\frac{k_{exp} - k_{th}}{k_{th}} = \frac{0,40 - 0,379}{0,379} = 5,5\%$$

3- موصلية المحلول $(H^+ + C\ell^-)$:

لدينا : $G = \sigma k$ ومنه : $\sigma = \frac{G}{k}$

ت.ع:

$$\sigma = \frac{145.10^{-3}S}{0,379m}$$

نجد : $\sigma = 0,383S.m^{-1}$

تمرين 8 :

1- كميات المادة للأيونات المتواجدة في الخليط :

تكتب حصيلة الذوبان بالنسبة للمحلول $(K^+ + HO^-)$:

معادلة التفاعل	$(NaOH)_{(S)} \rightarrow Na^+_{(aq)} + HO^-_{(aq)}$	
الحالة البدئية	0	$n_i(NaOH) = C_1.V_1$
الحالة النهائية	$C_1.V_1$	0
الحالة النهائية	$C_1.V_1$	0

$n'(Na^+) = C_1.V_1 = 10^{-3}mo\ell.L^{-1} \times 50.10^{-3}L = 5.10^{-5}mo\ell$

$n(HO^-) = C_2.V_2 = 1,52.10^{-3}mo\ell.L^{-1} \times 200.10^{-3}L = 3,04.10^{-4}mo\ell$

تكتب حصيلة الذوبان بالنسبة لمحلول $(Na^+ + C\ell^-)$:

معادلة التفاعل	$(NaC\ell)_{(S)} \rightarrow Na^+_{(aq)} + C\ell^-_{(aq)}$	
الحالة البدئية	0	$n_i(NaC\ell) = C_2.V_2$
الحالة النهائية	$C_2.V_2$	0
الحالة النهائية	$C_2.V_2$	$C_2.V_2$

$n"(Na^+) = C_2.V_2 = 1,52.10^{-3}mo\ell.L^{-1} \times 200.10^{-3}L = 3,04.10^{-4}mo\ell$

$n(C\ell^-) = C_2.V_2 = 1,52.10^{-3}mo\ell.L^{-1} \times 200.10^{-3}L = 3,04.10^{-4}mo\ell$

بالنسبة للخليط :

$$n(HO^-) = 5.10^{-5} mo\ell$$
$$n(C\ell^-) = 3{,}04.10^{-4} mo\ell$$
$$n(Na^+) = n'(Na^+) + n"(Na^+) = 3{,}54.10^{-4} mo\ell$$

2- تركيز الأيونات في الخليط :

$$[HO^-] = \frac{n(HO^-)}{V_1 + V_2} = \frac{\mathbf{5.10^{-5} mo\ell}}{(50 + 200) \times 10^{-6} m^3} = 0{,}20 mo\ell.m^{-3}$$

$$[C\ell^-] = \frac{n(C\ell^{--})}{V_1 + V_2} = \frac{\mathbf{3{,}04.10^{-4} mo\ell}}{(50 + 200) \times 10^{-6} m^3} = 1{,}22 mo\ell.m^{-3}$$

$$[Na^+] = \frac{n(Na^+)}{V_1 + V_2} = \frac{\mathbf{3{,}54.10^{-4} mo\ell}}{(50 + 200) \times 10^{-6} m^3} = 1{,}42 mo\ell.m^{-3}$$

3- موصلية الخليط :

$$\sigma = [HO^-]\lambda_{OH^-} + [C\ell^-]\lambda_{C\ell^-} + [Na^+]\lambda_{Na^+}$$

$$\sigma = 0{,}20 mo\ell.m^{-3} \times 198{,}6.10^{-4} S.m^2.mo\ell^{-1} + 1{,}22 mo\ell.m^{-3} \times 76{,}3.10^{-4} S.m^2.mo\ell^{-1} + 1{,}42 mo\ell.m^{-3} \times 50{,}1.10^{-4} S.m^2.mo\ell^{-1}$$

$$\sigma = 2{,}04.10^{-2} S.m^{-1}$$