كمية المادة n بـ mol		$n = \frac{N}{N_A}$	▪ N_A عدد آفوقادرو: $N_A = 6{,}023.10^{23}$ ▪ N عدد الذرات أو الجزيئات
		$n = \frac{m}{M}$	▪ M : الكتلة المولية بـ g/mol ▪ m الكتلة بـ g
		$n = \frac{V_g}{V_M}$	▪ V_g حجم الغاز ▪ V_M الحجم المولي L/mol
التركيز المولي c بـ mol/L		$c = \frac{n}{V}$	▪ n عدد المولات بـ mol ▪ V حجم المحلول بـ L
التركيز الكتلي: c_m أو t بـ g/L		$c_m = \frac{m}{V}$	▪ m الكتلة بـ g ▪ V حجم المحلول بـ L
الكتلة الحجمية ρ بـ g/mL		$\rho = \frac{m}{V}$	▪ m كتلة العينة بـ g ▪ V حجم العينة بـ mL
الكثافة d	السوائل والمواد الصلبة	$d = \frac{\rho}{\rho_e}$	▪ ρ_e الكتلة الحجمية للماء $\rho_e = 1\,g/ml = 1kg/l$ ▪ ρ الكتلة الحجمية للسائل أو الصلب
	الغازات	$d = \frac{\rho_g}{\rho_a}$	▪ ρ_g الكتلة الحجمية للغاز ▪ ρ_a الكتلة الحجمية للهواء
	الغازات في الشروط النظامية	$d = \frac{M}{29}$	▪ M : الكتلة المولية بـ g/mol
قانون التمديد او التخفيف		$c_1V_1 = c_2V_2$	▪ c_1 تركيز المحلول المركز . ▪ c_2 تركيز المحلول المخفف . ▪ V_1 حجم المحلول المركز. ▪ V_2 حجم المحلول المخفف.
معامل التمديد F		$F = \frac{c_1}{c_2} = \frac{V_2}{V_1}$	▪ c_1 تركيز المحلول المركز . ▪ c_2 تركيز المحلول المخفف . ▪ V_1 حجم المحلول المركز. ▪ V_2 حجم المحلول المخفف.
تركيز محلول تجاري		$C = \frac{10\,.P.d}{M}$	▪ P درجة النقاوة ▪ d الكثافة بالنسبة للماء. ▪ M الكتلة المولية .
الناقلية : G بـ S		$G = \frac{I}{U} = K\sigma$	▪ ثابت الخلية $K = \frac{S}{L}$ ▪ I التيار الكهربائي بـ A ▪ U التوتر الكهربائي بين طرفي الخلية بـ V ▪ σ الناقلية النوعية
الناقلية النوعية σ بـ S/m		$\sigma = \lambda_1[X_1] + \lambda_2[X_2] + \cdots$	▪ λ الناقلية النوعية المولية للشاردة الاولى. ▪ $[X]$ التركيز المولي للشاردة الاولى بـ mol/m^3

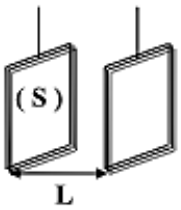
التمرين(1)

محلول هيدروكسيد الكالسيوم $\left(Ca^{2+}_{(aq)} + 2OH^{-}_{(aq)}\right)$ ، تركيزه المولي $C = 0{,}0268 mol/L$.

1- أحسب تركيز الشاردتين $Ca^{2+}_{(aq)}$ و $OH^{-}_{(aq)}$.

2- تعطى الناقلية النوعية المولية لشوارد في الدرجة $25^0 c$ بالقيم :

$\lambda_{Ca^{2+}} = 11{,}9\ mS.m^2.mol^{-1}$ ، $\lambda_{OH^-} = 19{,}9\ mS.m^2.mol^{-1}$.



- أحسب الناقلية النوعية σ .
- إذا علمت أن ثابت الخلية $K = 2 \times 10^{-3} m$ فأحسب قيمة الناقلية G .

التمرين(2)

نحضر محلولا S عند درجة الحرارة $25°C$ بمزج محلولين .

محلول هيدروكسيد الصوديوم $(Na^+ + HO^-)$ حجمه $V_1 = 50mL$ وتركيزه المولي $C_1 = 10^{-3} mol/L$

محلول كلورور الصوديوم $(Na^+ + C\ell^-)$ حجمه $V_2 = 200mL$ وتركيزه المولي $C_2 = 1{,}52.10^{-3} mol/L$

1) أحسب كمية مادة كل شاردة في الخليط المحصل عليه.

2) استنتج الناقلية النوعية σ للمزيج .

معطيات : الناقلية المولية الشاردية:

$\lambda_{HO^-} = 198{,}6.10^{-4} S.m^2/mol$ ، $\lambda_{C\ell^-} = 76{,}3.10^{-4} S.m^2/mol$

$\lambda_{Na^+} = 50{,}1.10^{-4} S.m^2/mol$

التمرين(3)

تحتوي قارورة على يود الصوديوم التجاري ، في شكل مسحوق ، ومسجل عليه ما يلي :

درجة النقاوة $P = 90\%$ ، الكتلة المولية $M = 149{,}9 g/mol$ ، صيغته الجزيئية (NaI)

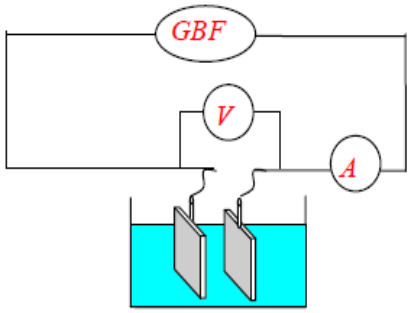
أراد مخبري التحقق من درجة النقاوة المسجلة ، فأخذ عينة من المادة ووزنها فوجد $\acute{m} = 8{,}2g$ ، أفرغها في حوجلة ، وأكمل بالماء المقطر حتى العلامة $500mL$. فتحصل على محلول مخفف من يود الصوديوم تركيزه المولي C .

1- أخذ حجما يساوي $50mL$ من محلول يود الصوديوم $\left(Na^+_{(aq)} + I^-_{(aq)}\right)$

المحضر ووضعه في بيشر ، وأدخل فيه خلية قياس الناقلية أغلق الدارة الكهربائية للخلية ، وقاس مقاومة المحلول فوجد القيمة $R = 20\Omega$

أ. أحسب ناقلية المحلول G .

ب. استنتج قيمة الناقلية النوعية للمحلول σ .



يعطى : مساحة كل صفيحة من الخلية $S = 4cm^2$

البعد بين الصفحتين $L = 1cm$

2- بإستعمال قانون كولروش ، جد عبارة التركيز C للمحلول المحضر بدلالة λ_{Na^+} ، λ_{I^-} ، σ

- أحسب التركيز C .
- استنتج قيمة درجة النقاوة $P\%$ ليود الصوديوم التجاري .
- هل يود الصوديوم التجاري مغشوش ام لا ؟

معطيات : $\lambda_I = 7{,}7\ mS.m^2.mol^{-1}$ ، $\lambda_{Na^+} = 5{,}01\ mS.m^2.mol^{-1}$

التمرين(4)

محلول الداكان $Dakin$ مطهر يستعمل عادة لتنظيف الجروح , وهو عبارة عن محلول مائي يحتوي برمنغنات البوتاسيوم (K^+, MnO_4^-) وهو المسؤول عن اللون البنفسجي للماء .

سلم الزبون للصيدلي وصفة طبية كتب عليها : محلول الداكان للتنظيف الخارجي بتركيز $C = 5 \times 10^{-2} mol/l$ لمدة أسبوع (عبوة بحجم $V = 50ml$) . تفحص الصيدلي مخزونه وجد قارورة لمحلول الداكان قيمة التركيز فيها غير واضح , لمعرفة التركيز قام بالتجربة التالية :

اخذ علبة من مسحوق برمنغنات البوتاسيوم كتب عليها $(P = 91\% , M = 158.04 g/mol)$ و حضر منها محلول تركيزه : $C = 20 \times 10^{-3} mol/l$ وحجمه $V = 100ml$ وقام بقياس ناقليته G , ثم أضاف للمحلول السابق حجما من الماء المقطر وقاس الناقلية من جديد . كرر التجربة عدة مرات فتحصل على الجدول التالي :

$C(mmol/l)$	20	18	16	14	12	10	8	6	4
$I(mA)$	155	140	123	107	95	81	63	48	35
$U(V)$	11	11.1	11.2	11.2	11.3	11.4	11.5	11.8	12
$G(mS)$									

1) احسب الكتلة من مسحوق برمنغنات البوتاسيوم المستعملة في تحضير المحلول .
2) ما هو حجم الماء المضاف عند التخفيف الاول ؟
3) ارسم التركيب التجريبي المستعل لقياس الناقلية .
4) اكمل الجدول وارسم المنحنى $G = f(C)$, ثم اكتب عبارته .
5) اكتب عبارة الناقلية G بدلالة تركيز المحلول والناقليات النوعية المولية للشوارد .

احسب ثابت الخلية k .

6) أخذ الصيدلي حجما $V = 10ml$ من القارورة وممدده مئة مرة ثم قام بالقياسات فتحصل على : $I = 55\,mA , U = 11.7\,V$. ما هو تركيز المحلول في القارورة .
7) هل المحلول في القارورة مناسب لهذا المريض ؟ اذا كان الجواب بلا فاذكر البروتوكول التجريبي الذي يسمح بالحصول على طلب الزبون .

$\lambda_{MnO_4^-} = 6.103\,ms.m^2/mol$; $\lambda_{K^+} = 7.35\,ms.m^2/mol.$

التمرين(5)

i. احسب كتلة كلور الصوديوم $NaC\ell_{(s)}$ لتحضير محلول حجمه $V = 400\ mL$ وتركيزه $C = 0{,}2\ mol/L$ من عينة درجة نقاوتها $P = 80\ \%$.

ii. استعملنا خلية قياس الناقلية المكونة من صفيحتين معدنيتين مساحة كل منهما $S = 3cm^2$ والبعد بينهما $L = 1{,}5\ cm$ في المحلول $\left(K^+_{(aq)} + C\ell^-_{(aq)}\right)$ فوجدنا مقاومتها $R = 50\Omega$.

1- احسب ثابت الخلية بوحدة m
2- احسب الناقلية G للمحلول واستنتج ناقليته النوعية σ .
3- احسب تركيز المحلول C واستنتج تركيز الشوارد الموجودة في المحلول .
4- إذا كان حجم المحلول المستعمل $400\ mL$ فاحسب كتلة المذاب المستعملة .

يعطى : الناقلية النوعية المولية الشاردية : $\lambda_{K^+} = 7{,}35\ mS.m^2.mol^{-1}$،
$\lambda_{C\ell^-} = 7{,}63\ mS.m^2.mol^{-1}$ ، $M_{Na} = 23\ g/mol$ ، $M_{C\ell} = 35{,}5\ g/mol$ ، $M_K = 39\ g/mol$

التمرين(6)

معطيات : الناقلية المولية الشاردية : $\lambda_{K^+} = 7{,}35\ mS.m^2.mol^{-1}$ ، $\lambda_{Cl^-} = 7{,}63\ mS.m^2.mol^{-1}$

1) أنجز شكل يمثل التركيب التجريبي المستعمل من اجل تحديد ناقلية جزء من محلول شاردي .
2) بواسطة خلية قياس الناقلية ندرس جزء من محلول شاردي (S_1) لكلور البوتاسيوم $(K^+ + Cl^-)$ تركيزه $C = 5 \times 10^{-3} mol/L$. عندما يكون التوتر بين مربطي الصفحتين $U_1 = 0{,}8V$ فان شدة التيار الكهربائي المار في المحلول $I = 352mA$

أ- احسب الناقلية G_1 للجزء من المحلول .

ب-ماهي شدة التيار I_2 الممكن قياسها في حالة $U_2 = 0,5V$ ؟

ج- استنتج الناقلية النوعية σ_1 للمحلول (S_1) . وثابت الخلية K .

3) نستعمل نفس الخلية السابقة مع محلول (S_2) لكلور الروبيديوم $(Rb^+ + Cl^-)$ تركيزه المولي $C = 5 \times 10^{-3} mol/L$ وناقليته $G_2 = 4,53 \times 10^{-3} S$.

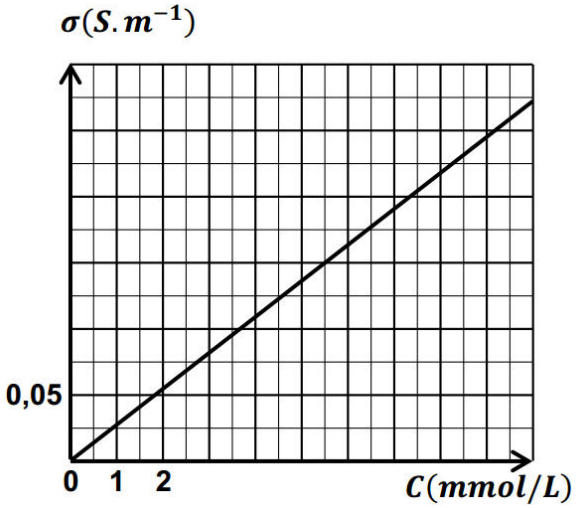
أ- أعط عبارة الناقلية النوعية σ_2 للمحلول (S_2) بدلالة الناقلية المولية الشاردية لكل من Cl^- و Rb^+ .

ب- استنتج قيمة الناقلية المولية الشاردية λ_{Rb^+} .

4) نمزج $100mL$ من المحلول (S_1) و $100mL$ من المحلول (S_2) . أوجد عبارة الناقلية النوعية σ_3 للمحلول (S_3) المحصل عليه بدلالة σ_1 و σ_2 ثم احسب قيمة σ_3 .

التمرين(7)

يمثل البيان الناقلية النوعية لعدة محاليل مائية لكلور الكالسيوم $CaCl_2$ في الدرجة 25^0C بدلالة تراكيزها المولية . استعملنا خلية ثابتها $K = 1cm$. نريد استعمال هذا البيان من أجل تحديد التركيز المولي لمحلول(S_1) لكلور الكالسيوم في الدرجة 25^0C . نأخذ من المحلول (S_1) حجما $V_1 = 10mL$ ونضيف له الماء الى أن يصبح حجمه $V_2 = 1L$. نسمي هذا المحلول الأخير (S_2) . نستعمل نفس الخلية السابقة لقياس ناقلية المحلول (S_2) فنجدها $G_2 = 1,5ms$



1) أكتب معادلة انحلال كلور الكالسيوم في الماء .

2) ما هو معامل التمديد عند تحضير المحلول (S_2) ؟

3) أوجد من البيان التركيز المولي للمحلول (S_2) . ثم استنتج التركيز المولي للمحلول (S_1) .

4) بطريقة أخرى وجدنا التركيز الكتلي للمحلول (S_1) $C_m = 61g/L$ هل تتوافق هذه النتيجة مع نتيجتك ؟

5) باستعمال البيان أوجد الناقلية النوعية المولية الشاردية ل لشاردة الكلور.

$M_{Cl} = 35,5g/mol$ ، $M_{Ca} = 40g/mol$ ، $\lambda_{Ca^{2+}} = 12ms.m^2.mol^{-1}$

تمرين(8)

تتكون خلية لقياس الناقلية من صفيحتين معدنيتين متوازيتين مساحة كل منهما S تفصلهما المسافة L .

الصفيحتان مغمورتان في المحلول.

1) لمعايرة الخلية نستعمل محلولا عيارا هو محلول $(K^+ + C\ell^-)$ تركيزه المولي $0,01mol\ell/L$ وناقليته النوعية $1,239mS/cm$ نطبق توترا بين مربطي الصفيحتين 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 الناقلية G .

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

أ) حدد القيمة التجريبية للثابتة k_{exp} مبرزا وحدتها في النظام العالمي للوحدات.

ب) شكل الصفيحتين مستطيلي ذو أبعاد: $(5,0cm \times 8,0cm)$ والمسافة الفاصلة بينهما $L = 1,0cm$. قارن القيمة النظرية للثابتة k_{th} مع قيمتها المحددة تجريبيا.

3) نحدد ناقلية محلول $(H^+ + C\ell^-)$ تركيزه المولي $C = 0,01mol\ell/L$ عند نفس درجة الحرارة باستعمال نفس الخلية حيث $G = 145mS$. أحسب الناقلية النوعية لهذا المحلول

تمرين(9)

نقيس التوتر الفعال لتوتر كهربائي متناوب جيبي بين مربطي صفيحتين مغمورتين في محلول شاردي و شدة التيار الفعالة I للتيار الذي يمر في جزء المحلول المحصور بين الصفيحتين فنجد $U = 5{,}42\ V$ و $I = 2{,}74\ mA$.

1) أنجز التركيب التجريبي المستعمل.
2) فسر لماذا نستعمل توترا متناوبا جيبيا لقياس ناقلية محلول شاردي.
3) ما تعريف مقاومة جزء محلول شاردي ؟ وما وحدتها؟
4) أحسب مقاومة جزء المحلول المحصور بين الصفيحتين.
5) أحسب ناقلية جزء المحلول المحصور بين الصفيحتين.

التمرين(10)

محلول مائي لكلور الصوديوم $NaCl_{(aq)}$ حجمه $V_0 = 10mL$ وكتلة $NaCl_{(S)}$ فيه $m = 58{,}5mg$.

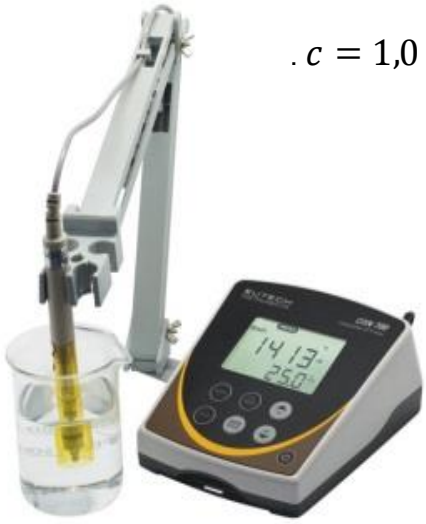
لدينا 5 كؤوس بيشر أحجامها : $10mL$ ، $20mL$ ، $40mL$ ، $60mL$ ، $80mL$.

نوزع بالتساوي الحجم V_0 على هذه الكؤوس ونظيف لها الماء المقطر إلى أن تمتلئ ، ثم نخلط لكي تصبح المحاليل في الكؤوس متجانسة . نستعمل خلية قياس الناقلية ونجد الناقلية النوعية في هذه الكؤوس على الترتيب مقاسة ب $s.m^{-1}$:
0,252 ، 0,126 ، 0,063 ، 0,042 ، 0,031 .

1) مثل بيانيا الناقلية النوعية بدلالة تراكيز المحاليل الخمسة $\sigma = f(C)$.
2) ماذا يمثل ميل البيان المتحصل عليه ؟
3) أحسب الناقلية النوعية المولية الشاردية لشاردة الكلور علما أن $\lambda_{Na^+} = 5ms.m^2.mol^{-1}$.
4) باستعمال البيان أوجد التركيز المولي لمحلول كلور الصوديوم ناقليته النوعية $\sigma = 100ms.m^{-1}$.
$M_{Cl} = 35{,}5g/mol$ ، $M_{Na} = 23g/mol$

التمرين(11)

يعطي الجدول التالي ناقلية محاليل مختلفة لها نفس التركيز المولي $c = 1{,}0 \times 10^{-3}mol/L$.



المحلول	$G(\mu S)$
كلور الصوديوم $\left(Na^+_{(aq)} + C\ell^-_{(aq)}\right)$	137
كلورالبوتاسيوم $\left(K^+_{(aq)} + C\ell^-_{(aq)}\right)$	171
هيدروكسيد الصوديوم $\left(Na^+_{(aq)} + OH^-_{(aq)}\right)$	268

انجزت القياسات بنفس خلية القياس و عند نفس درجة الحرارة.
حدد ناقلية محلول هيدروكسيد البوتاسيوم له نفس التركيز و عند نفس الشروط التجريبية .

التمرين(12)

حضرنا محلولا لكلوريد الصوديوم $\left(Na^+_{(aq)} + C\ell^-_{(aq)}\right)$ تركيزه المولي الابتدائي $C_0 = 25.10^{-3} mol.L^{-1}$ و ذلك بإذابة كتلة m من كلور الصوديوم الصلب $NaC\ell$ في $50cm^3$ من الماء المقطر ، نضع المحلول المحصل عليه في دورق و نقيس ناقليته النوعية σ باستعمال جهاز قياس الناقلية $(Conductimètre)$.نضيف 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
$\sigma\ (mS.Cm^{-1})$	2.80	1.44	0.98	0.74	0.60	0.50
$C\ (mol.L^{-1}).10^{-3}$	25					

1) اكمل الجدول أعلاه مع التعليل .
2) ارسم المنحنى البياني الممثل للعلاقة : $\sigma = f(C)$ على ورقة ميليمتريه ، باستعمال سلم رسم مناسب. ماذا يمكنك استنتاجه من المنحنى الناتج ؟
3) إذا كانت الناقلية النوعية لمحلول كلور الصوديوم عند نقطة معينة هي $\sigma = 2.50\ mS/Cm$ ، فكم يكون تركيزه C ؟
4) أحسب الناقلية النوعية لمحلول كلور الصوديوم تركيزه $5.10^{-3} mol/L$ وقارن هذه النتيجة مع النتيجة المحصل عليها بواسطة التجربة . علما أن عند الدرجة 25°C تكون : $\lambda_{C\ell^-} = 7{,}63.10^{-3} S.m^2/mol$ و $\lambda_{Na^+} = 5{,}01.10^{-3} S.m^2/mol$.
5) استنتج قيمة كتلة كلور الصوديوم m المستعملة في تحضير المحلول الابتدائي ، علما أن درجة نقاوة ملح كلور الصوديوم $NaC\ell$ الصلب هي $p = 90\ \%$ ، $M_{Na} = 23g/mol$ ، $M_{C\ell} = 35{,}5g/mol$

التمرين(13)

i. نذيب في الماء المقطر كتلة $m = 0{,}370g$ من الجسم الصلب $Ca(OH)_2$ ونحصل على محلول حجمه $V = 500\ mL$.

1) اكتب معادلة ذوبان $Ca(OH)_2$ في الماء .
2) احسب التركيز المولي C للجسم المذاب واستنتج التركيز المولي لكل من الشاردتين Ca^{2+} و OH^- .
3) اوجد عبارة الناقلية النوعية للمحلول بدلالة λ_{OH^-} و $\lambda_{Ca^{2+}}$ و التركيز المولي للجسم المذاب C ، ثم احسب قيمتها نعطي : $\lambda_{OH} = 19{,}8mS.m^2/mol$ ، $\lambda_{Ca^{2+}} = 12mS.m^2/mol$ ، $M(Ca(OH)_2) = 74g/mol$

ii. نريد تحديد تركيز محلول مائي (S) لكلور البوتاسيوم $\left(K^+_{(aq)} + C\ell^-_{(aq)}\right)$ بواسطة قياس الناقلية .

لهذا نحضّر من المحلول (S) الذي تركيزه المولي $C = 0{,}01mol/L$ محاليل أخرى مخففة تركيزها المولية هي:

$C_1 = 5{,}00.10^{-3}\ mol/L$ ، $C_2 = 2{,}00.10^{-3}\ mol/L$ ، $C_3 = 1{,}00.10^{-3}\ mol/L$

نثبت توتر المولد GBF على القيمة الفعالة $U_{eff} = 1V$ ، ثم نغمر خلية قياس الناقلية في هذه المحاليل ثمّ في المحلول الأصلي . نحصل على النتائج التالية:

$C\ (mmol.L^{-1})$	10	5	2	1	C_s
$I_{eff}(mA)$	1,31	0,70	0,28	0,15	0,91

1) هل تتغيّر الناقلية اذا تم تثبيت توتر المولد GBF على القيمة الفعالة $U_{eff} = 2V$
2) ارسم البيان $G = f(C)$ هل تتناسب الناقلية مع التركيز المولي ؟ .
3) استنتج بيانيا التركيز المولي للمحلول (S) .
4) لو أن التركيز المولي للمحلول (S) يفوق بعشرة أضعاف التركيز الذي وجدناه ، هل تكون التجربة دقيقة ؟

التمرين (14)

نقص **بو**تاسيوم الدم هي الحالة الطبية التي تصف انخفاض نسبة البوتاسيوم في الدم يعالج نقص البوتاسيوم في الحالات المستعجلة بالحقن عن طريق الوريد لمحلول كلور البوتاسيوم. تحتوي حقنة على $20mL$ من هذا المحلول ويراد تحديد الكتلة m لكلور البوتاسيوم في هده الحقنة **بقياس** الناقلية.

لمعايرة خلية قياس الناقلية يستعمل محاليل مخففة لكلور البوتاسيوم. اعطت القياسات النتائج المدونة .

$C\ (mmol\,.\,L^{-1})$	1,0	2,0	4,0	6,0	8,0	10
$G(mS)$	0,28	0,56	1,16	1,70	2,28	2,78

معطيات : $M_{Cl} = 35{,}5\ g/mol$ ، $M_K = 39{,}1\ g/mol$

1) مثل المنحنى $G = f(c)$

2) يعطى قياس ناقلية محلول الحقنة عند نفس الشروط التجريبية القيمة $G_a = 293\ mS$.

أ- هل يمكن استنتاج التركيز المولي لمحلول الحقنة مباشرة باستعمال هدا المنحنى. علل جوابك.

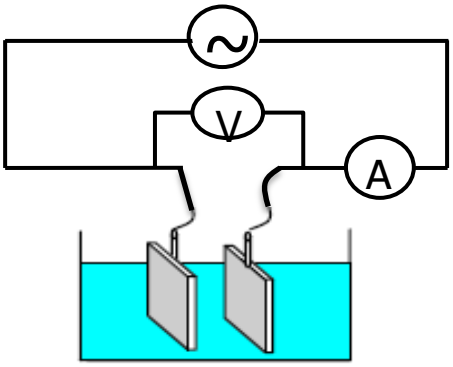
ب- **با**عتبار القيمتين $G_a = 293\ mS$ و $G = 2{,}78\ mS$، حدد أدنى قيمة لمعامل التخفيف الذي ينبغي استعماله.

3) يخفف محتوى الحقنة 200 مرة، و يعطي قياس ناقلية المحلول المخفف عند نفس الشروط التجريبية القيمة $G_d = 1{,}89\ mS$

أ- استنتج قيمة التركيز المولي C_d للمحلول المخفف. تم التركيز المولي C_a لمحلول الحقنة.

ب- احسب قيمة الكتلة m .

التمرين(15)



1) الناقلية النوعية لمحلول لكلور البوتاسيوم $\left(K^+_{(aq)} + C\ell_{(aq)}\right)$ تركيزه $C = 0{,}10\ mol/L$ تساوي $\sigma = 1{,}167\ S/m$ عند 20^0C ، وعند نفس درجة الحرارة قياس الناقلية لمحلول مماثل أعطى القيمة $G = 32{,}1\ mS$ نقيس المسافة الفاصلة بين الصفيحتين المستويتين والمتوازيتين للخلية فنجد القيمة $L = 1{,}00cm$. أحسب قيمة المساحة المغمورة في المحلول من الصفيحتين.

نعتبر محلولا شارديا ناقليته النوعية $\sigma = 2{,}78\ S/m$ نستعمل صفيحتين مستويين ومتوازيين مساحتهما المغمورة $S = 5{,}2\ cm^2$ لقياس الناقلية فنجد $G = 159\ mS$. أحسب المسافة الفاصلة بين الصفيحتين

التمرين(1)

1) حساب تركيز الشاردتين $Ca^{2+}_{(aq)}$ و $OH^{-}_{(aq)}$.

$Ca(OH)_{2(s)} \xrightarrow{H_2O} Ca^{2+}_{(aq)} + 2OH_{(aq)}$		
C	C	$2C$

$$[Ca^{2+}_{(aq)}] = C = 0{,}0268 mol/L$$

$$[OH_{(aq)}] = 2C = 2 \times 0{,}0268 = 0{,}0536 mol/L$$

2) تعطى الناقلية النوعية المولية لشوارد في الدرجة $25^0 c$ بالقيم :
$\lambda_{OH^-} = 19{,}9\, mS.m^2.mol^{-1}$ ، $\lambda_{Ca^{2+}} = 11{,}9\, mS.m^2.mol^{-1}$

- حساب الناقلية النوعية σ .

$$[Ca^{2+}_{(aq)}] = 26{,}8 mol/m^3$$

$$[OH^{-}_{(aq)}] = 53{,}6 mol/m^3$$

$$\sigma = \lambda_{Ca^{2+}}[Ca^{2+}_{(aq)}] + \lambda_{OH^-}[OH^{-}_{(aq)}] .$$

$$\sigma = 11{,}9 \times 10^{-3} \times 26{,}8 + 19{,}9 \times 10^{-3} \times 53{,}6 .$$

$$\sigma = 1{,}38\ S/m .$$

- إذا علمت أن ثابت الخلية $K = 2 \times 10^{-3} m$ فأحسب قيمة الناقلية G .

$$G = \sigma K .$$

$$G = 1{,}38 \times 2 \times 10^{-3} = 2{,}76 \times 10^{-3} S .$$

التمرين(2)

1) حساب كمية مادة كل شاردة في الخليط المحصل عليه.

$NaOH_{(s)} \xrightarrow{H_2O} Na^{+}_{(aq)} + OH^{-}_{(aq)}$			$NaCl_{(s)} \xrightarrow{H_2O} Na^{+}_{(aq)} + Cl^{-}_{(aq)}$		
C_1V_1	C_1V_1	C_1V_1	C_2V_2	C_2V_2	C_2V_2

$$n(Na^{+}_{(aq)}) = n_1 + n_2 = C_1V_1 + C_2V_2$$

$$n(Na^{+}_{(aq)}) = 10^{-3} \times 50 \times 10^{-3} + 1{,}52.10^{-3} \times 200 \times 10^{-3}$$

$$n(Na^{+}_{(aq)}) = 3{,}54 \times 10^{-4} mol .$$

$$n(OH^{-}_{(aq)}) = n_1 = C_1V_1 .$$

$$n(OH^{-}_{(aq)}) = 10^{-3} \times 50 \times 10^{-3} = 5 \times 10^{-5} mol$$

$$n(Cl^{-}_{(aq)}) = n_2 = C_2V_2$$

$$n(Cl^{-}_{(aq)}) = 1{,}52.10^{-3} \times 200 \times 10^{-3} = 3{,}04 \times 10^{-4} mol .$$

2) ستنتج الناقلية النوعية σ للمزيج .

$$[Na^+_{(aq)}] = \frac{C_1V_1+C_2V_2}{V_1+V_2} = \frac{3{,}54\times10^{-4}}{250\times10^{-6}} = 1{,}416\ mol/m^3$$

$$[OH^-_{(aq)}] = \frac{C_1V_1}{V_1+V_2} = \frac{5\times10^{-5}}{250\times10^{-6}} = 0{,}2\ mol/m^3$$

$$[C\ell_{(aq)}] = \frac{C_2V_2}{V_1+V_2} = \frac{3{,}04\times10^{-4}}{250\times10^{-6}} = 1{,}216\ mol/m^3 .$$

$$\sigma = \lambda_{Na^+}[Na^+_{(aq)}] + \lambda_{OH^-}[OH^-_{(aq)}] + \lambda_{C\ell^-}[C\ell^-_{(aq)}]$$

$$\sigma = 50{,}1.10^{-4}\times1{,}416 + 198{,}6.10^{-4}\times0{,}2 + 76{,}3.10^{-4}\times1{,}216$$

$$\sigma = 2{,}03\times10^{-2}\ S/m .$$

التمرين(3)

1) أخذ حجما يساوي $50mL$ من محلول يود الصوديوم $(Na^+_{(aq)} + I^-_{(aq)})$.

أ) حساب ناقلية المحلول G .

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

$$G = \frac{1}{20} = 5\times10^{-2}\ S .$$

ب) قيمة الناقلية النوعية للمحلول σ .

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

$$\sigma = 5\times10^{-2}\times\frac{10^{-2}}{4\times10^{-4}} = 1{,}25\ S/m .$$

2) باستعمال قانون كولروش ، جد عبارة التركيز C للمحلول المحضر بدلالة λ_{Na^+} ، λ_{I^-} ، σ

$$NaI_{(s)} \xrightarrow{H_2O} Na^+_{(aq)} + I^-_{(aq)}$$

$$\sigma = \lambda_{Na^+}[Na^+_{(aq)}] + \lambda_I\ [I^-]$$

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

$$C = \frac{\sigma}{(\lambda_{Na^+}+\lambda_I)} .$$

- حساب التركيز C .

$$C = \frac{1{,}25}{(5{,}01\times10^{-3}+7{,}7\times10^{-3})} = 98{,}35\ mol/m^3 .$$

$$C = 9{,}835\times10^{-2}\ mol/L .$$

- قيمة درجة النقاوة $P\%$ ليود الصوديوم التجاري .

$\acute{m} = \frac{100CMV}{P}$ وبالتالي $P = \frac{100CMV}{\acute{m}}$.

$$P = \frac{100\times9{,}835\times10^{-2}\times149{,}9\times0{,}5}{8{,}2} = 89{,}9\%$$

- هل يود الصوديوم التجاري مغشوش ام لا ؟

يود الصوديوم التجاري غير مغشوش لأن نسبة النقاوة نفسها .

التمرين(4)

1) حساب الكتلة المستعملة :

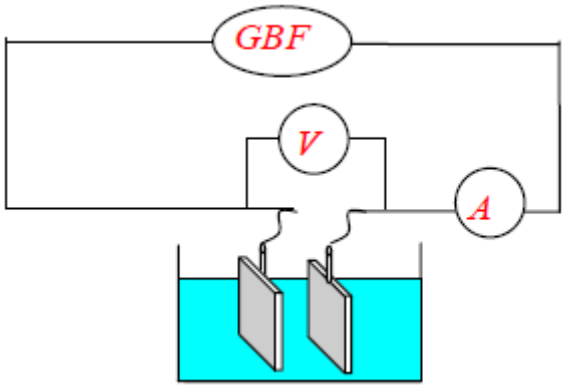
$$m = \frac{100 \times C \times V \times M}{P} = \frac{100 \times 20 \times 10^{-3} \times 0.1 \times 158.04}{91} = 0.35g$$

2) حساب حجم الماء المضاف:

$$C \times V = C_1 \times V_1 \Longrightarrow V_1 = \frac{C \times V}{C_1}$$

$$V_{\text{المضاف}} = V_1 - V = \frac{C \times V}{C_1} - V = \frac{20 \times 100}{18} - 100 = 11.11ml$$

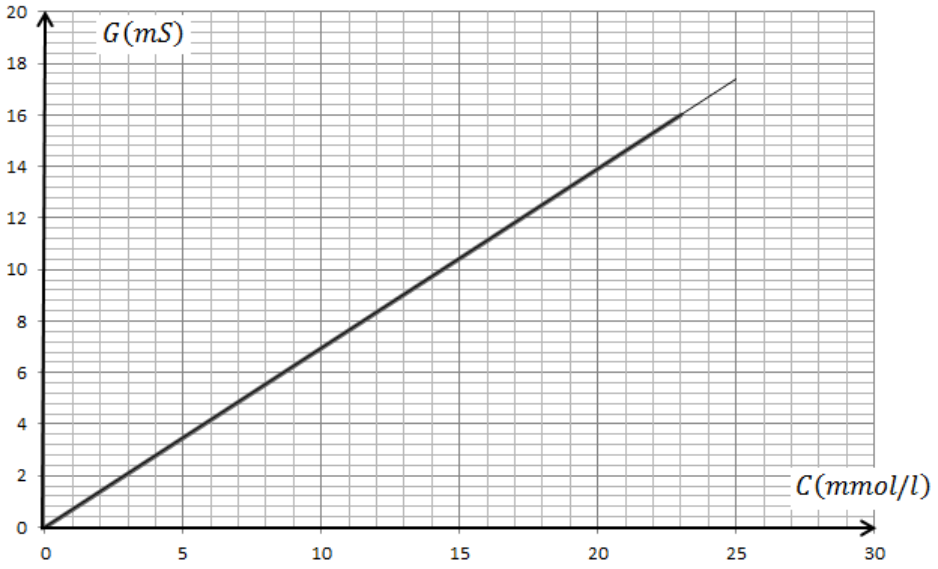
3) التركيب التجريبي :



4) اكمال لجدول :

$C(mmol/l)$	20	18	16	14	12	10	8	6	4
$G(mS)$	14.09	12.61	10.98	9.55	8.4	7.1	5.47	4.06	2.91

- رسم البيان: $G = f(C)$



عبارة البيان $\boldsymbol{G = a\,C}$

حيث a هو الميل : $a = \frac{\Delta G}{\Delta C} = \frac{16 - 0}{23 - 0} = 0.69mS.l/mmol = 0.69mS.m^3/mol$

5) عبارة الناقلية بدلالة التراكيز والناقليات النوعية المولية :

$$KMnO_{4(S)} \rightarrow K^+_{(aq)} + MnO_4^-{}_{(aq)}$$

$$[MnO_4^-] = \boldsymbol{C} \quad , \quad [K^+] = \boldsymbol{C}$$

$$G = k \times \sigma = k\left(\lambda_{K^+} \times [K^+] + \lambda_{MnO_4^-} \times [MnO_4^-]\right)$$

$$G = k\left(\lambda_{K^+} \times \quad _{MnO_4^-} \quad \times \left(\lambda_{K^+} + \lambda_{MnO_4^-}\right) \times C\right.$$

حساب ثابت الخلية : $G = a\,C$

بالمطابقة نجد : $G = k \times (\lambda_{K^+} + \lambda_{MnO_4^-}) \times C$

$$a = k \times (\lambda_{K^+} + \lambda_{MnO_4^-}) \Longrightarrow k = \frac{a}{\lambda_{K^+} + \lambda_{MnO_4^-}} = \frac{0.69}{735 + 6103} = 0.051m$$

$$k = 5.1cm$$

6) حساب تركيز المحلول :

$$G = \frac{I}{U} = \frac{55}{11.7} = 4.70\,mS$$

- من البيان نجد تركيز المحلول المخفف: $G = 4.70\,mS \Longrightarrow C = 6.8\,mmol/l$

تركيز محلول القارورة :

$$F = \frac{C_0}{C} \Longrightarrow C_0 = F \times C = 100 \times 6.8 \times 10^{-3} = 0.68\ mol/l$$

7) هذا المحلول لا يصلح بل يجب تخفيفه .

- البروتوكول التجريبي :

* حساب الحجم الواجب اخذه :

$$C_0 \times V_0 = C \times V \Longrightarrow V_0 = \frac{C \times V}{C_0} = \frac{5 \times 10^{-2} \times 50}{0.68} = 3.67ml$$

* يأخذ الحجم السابق بواسطة ممص مزود بإجاصة .
* يسكب هذا الحجم في حوجلة عيارية سعتها $50ml$ ويضيف اليها القليل من الماء مع الرج .
* يكمل إضافة الماء الى الحجم العياري .

يضع المحلول المتحصل عليه في قارورة .

التمرين(5)

i. حساب كتلة كلور الصوديوم $NaC\ell_{(s)}$ لتحضير محلول حجمه $V = 400\ mL$ وتركيزه $C = 0{,}2\ mol/L$ من عينة درجة نقاوتها $P = 80\ \%$.

$$m' = \frac{100CMV}{P} \qquad m' = \frac{100 \times 0{,}2 \times 58{,}5 \times 0{,}4}{80} = 5{,}85g$$

ii. استعملنا خلية قياس الناقلية المكونة من صفيحتين معدنيتين مساحة كل منهما $S = 3cm^2$ والبعد بينهما $L = 1{,}5\ cm$ في المحلول $(K^+_{(aq)} + C\ell^-_{(aq)})$ فوجدنا مقاومتها $R = 50\Omega$.

1) حساب ثابت الخلية بوحدة m .

$$k = \frac{S}{L} = \frac{3 \times 10^{-4}}{1{,}5 \times 10^{-2}} = 2 \times 10^{-2}m$$

2) حساب الناقلية G للمحلول واستنتج ناقليته النوعية σ .

$$G = \frac{1}{R} = \frac{1}{50} = 2 \times 10^{-2}S$$

$$G = \sigma \times k \text{ وبالتالي } \sigma = \frac{G}{k} \qquad \sigma = \frac{2 \times 10^{-2}}{2 \times 10^{-2}} = 1S/m$$

3) حساب تركيز المحلول C واستنتاج تركيز الشوارد الموجودة في المحلول .

$$KC\ell_{(s)} \xrightarrow{H_2O} K^+_{(aq)} + C\ell^-_{(aq)}$$

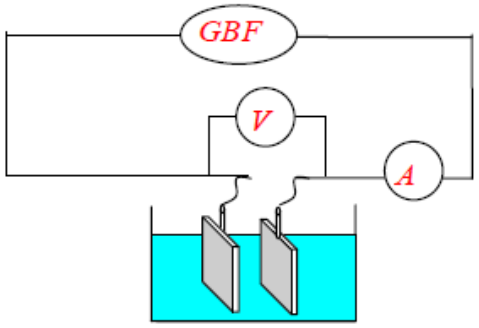
$$\sigma = \lambda_{K^+}[K^+_{(aq)}] + \lambda_{C\ell^-}[C\ell^-] \text{ و منه } \sigma = (\lambda_{K^+} + \lambda_{C\ell^-})C \text{ إذن } C = \frac{\sigma}{(\lambda_{K^+} + \lambda_{C\ell^-})}$$

$$C = \frac{1}{(7{,}35 + 7{,}63) \times 10^{-3}} = 66{,}75\,mol/m^3 = 6{,}67 \times 10^{-2}\ mol/L \qquad [K^+_{(aq)}] = [C\ell^-] = 6{,}67 \times 10^{-2}\ mol/L$$

4) إذا كان حجم المحلول المستعمل $400\,mL$ حساب كتلة المذاب المستعملة .

$$m = C \times M \times V \qquad m = 6{,}67 \times 10^{-2} \times 74{,}5 \times 0{,}4 = 2g$$

التمرين(6)



1) شكل يمثل التركيب التجريبي المستعمل من اجل تحديد ناقلية جزء من محلول شاردي .

2) بواسطة خلية قياس الناقلية ندرس جزء من محلول شاردي (S_1) لكلور البوتاسيوم $(K^+ + Cl^-)$ تركيزه $C = 5 \times 10^{-3} mol/L$. عندما يكون التوتر بين مربطي الصفحتين $U_1 = 0,8V$ فان شدة التيار الكهربائي المار في المحلول $I_1 = 3,52mA$.

أ) حساب الناقلية G_1 للجزء من المحلول .

$$G_1 = \frac{I_1}{U_1} = \frac{3,52\times10^{-3}}{0,8} = 4,4 \times 10^{-3} S \quad .$$

ب) شدة التيار I_2 الممكن قياسها في حالة $U_2 = 0,5V$.

$$I_2 = G_1 \times U_2 = 4,4 \times 10^{-3} \times 0,5 = 2,2 \times 10^{-3} A \quad .$$

ج) الناقلية النوعية σ_1 للمحلول (S_1) . وثابت الخلية K .

$\sigma_1 = (\lambda_{K^+} + \lambda_{C\ell^-})C$.

$\sigma_1 = (7,35 + 7,63) \times 10^{-3} \times 5 = 7,49 \times 10^{-2} S/m$.

$G_1 = \sigma_1 \times k$ وبالتالي $k = \frac{G_1}{\sigma_1}$.

$k = \frac{4,4\times10^{-3}}{7,49\times10^{-2}} = 5,87 \times 10^{-2} m$.

3) نستعمل نفس الخلية السابقة مع محلول (S_2) لكلور الروبيديوم $(Rb^+ + Cl^-)$ تركيزه المولي $C = 5 \times 10^{-3} mol/L$ وناقليته $S = 4,53 \times 10^{-3}$.

أ) عبارة الناقلية النوعية σ_2 للمحلول (S_2) بدلالة الناقلية المولية الشاردية لكل من Cl^- و Rb^+ .

$\sigma_2 = \lambda_{Rb^+}[Rb^+_{(aq)}] + \lambda_{C\ell^-}[C\ell^-_{(aq)}]$. ومنه $\sigma_2 = (\lambda_{Rb^+} + \lambda_{C\ell^-})C$.

ب) قيمة الناقلية المولية الشاردية λ_{Rb^+} .

$G_2 = k(\lambda_{Rb^+} + \lambda_{C\ell^-})C$. $\lambda_{Rb^+} = \frac{G_2}{k\times C}$ $\lambda_{C\ell^-}$ $7,63 \times 10^{-3}$ $\lambda_{Rb^+} = \frac{4,53\times10^{-3}}{5,87\times10^{-2}\times5}$

$\lambda_{Rb^+} = 7,8 \times 10^{-3} S.m^2.mol^{-1}$.

4) نمزج $100mL$ من المحلول (S_1) و $100mL$ من المحلول (S_2) . أوجد عبارة الناقلية النوعية σ_3 للمحلول المحصل عليه (S_3) بدلالة σ_1 و σ_2 ثم احسب قيمة σ_3 .

$[C\ell^-] = \frac{CV_1+CV_2}{V_1+V_2} = C = 5 \times 10^{-3} mol/L$

$[K^+] = \frac{CV_1}{V_1+V_2} = \frac{CV_1}{2V_1} = \frac{1}{2}C = 2,5 \times 10^{-3} mol/L$.

$[Rb^+] = \frac{CV_2}{V_1+V_2} = \frac{CV_2}{2V_2} = \frac{1}{2}C = 2,5 \times 10^{-3} mol/L$.

$\sigma_3 = \lambda_{K^+}[K^+_{(aq)}] + \lambda_{Rb^+}[Rb^+_{(aq)}] + \lambda_{C\ell^-}[C\ell^-_{(aq)}]$.

$\sigma_3 = \left(\frac{1}{2}\lambda_{K^+} + \frac{1}{2}\lambda_{Rb^+} + \frac{1}{2}\lambda_{C\ell^-} + \frac{1}{2}\lambda_{C\ell^-}\right) \times C$. ومنه $\sigma_3 = \left(\frac{1}{2}\lambda_{K^+} + \frac{1}{2}\lambda_{Rb^+} + \lambda_{C\ell^-}\right) \times C$.

$\sigma_3 = \frac{1}{2}\left(7,49 \times 10^{-2} + \frac{4,53\times10^{-3}}{5,87\times10^{-2}}\right) = 7,6 \times 10^{-2} S/m$. $\sigma_3 = \frac{1}{2}(\sigma_1 + \sigma_2)$

التمرين(7)

1) معادلة انحلال كلور الكالسيوم في الماء .

$$CaC\ell_{2\,(s)} \xrightarrow{H_2O} Ca^{2+}_{(aq)} + 2C\ell^{-}_{(aq)} \quad .$$

2) معامل التمديد عند تحضير المحلول (S_2) .

$$F = \frac{V_2}{V_1} = \frac{1}{10^{-2}} = 100 \quad .$$

3) من البيان التركيز المولي للمحلول (S_2) . ثم استنتج التركيز المولي للمحلول (S_1) .

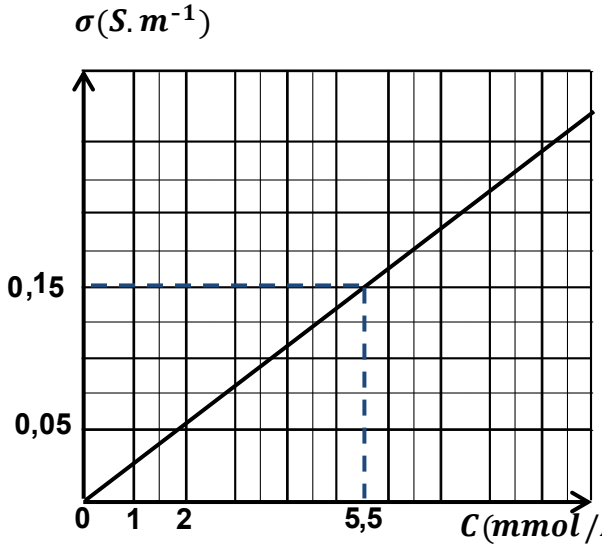
$G_2 = \sigma_2 \times k$ وبالتالي $\sigma_2 = \frac{G_2}{k}$.

$\sigma_2 = \frac{1{,}5\times10^{-3}}{10^{-2}} = 0{,}15\ S/m$. $C_2 = 5{,}5 \times 10^{-3} mol/L$ تقابلها من البيان . $C_1 = 100C_2 = 0{,}55\ mol/L$.

4) بطريقة أخرى وجدنا التركيز الكتلي للمحلول (S_1) $C_m = 61g/L$ هل تتوافق هذه النتيجة مع نتيجتك ؟

$C_m = C_1 \times M = 0{,}55 \times 111 = 61g/L$.

نعم تتوافق هذه النتيجة مع النتيجة المحصل عليها .



5) باستعمال البيان أوجد الناقلية النوعية المولية الشاردية ل لشاردة الكلور.

البيان هو عبارة عن خط مستقيم يمر من المبدأ معادلته .

$\sigma = aC$ حيث a يمثل ميل البيان .

$$a = \frac{0{,}15}{5{,}5} = 27{,}27 \times 10^{-3} S.m^2.mol^{-1}$$

$a = \lambda_{Ca^{2+}} + 2\lambda_{C\ell^-}$. ومنه $\lambda_{C\ell^-} = \frac{a-\lambda_{Ca^{2+}}}{2}$.

$\lambda_{C\ell^-} = \frac{27{,}27\times10^{-3} - 12\times10^{-3}}{2}$. $\lambda_{C\ell^-} = 7{,}63 \times 10^{-3}\ S.m^2.mol^{-1}$

تمرين(8)

1) حساب قيمة المقاومة R للمحلول واستنتاج قيمة الناقلية G .

$R = \frac{U}{I}$. $R = \frac{6{,}85}{322\times10^{-3}} = 21{,}27\Omega$ $G = \frac{1}{R} = \frac{1}{21{,}27} = 4{,}7 \times 10^{-2} S$

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

أ) حدد القيمة التجريبية للثابتة k_{exp} مبرزا وحدتها في النظام العالمي للوحدات

$G = \sigma k_{exp}$ ومنه $k_{exp} = \frac{G}{\sigma}$.

$k_{exp} = \frac{4{,}7\times10^{-2}}{1{,}239\times10^{-1}} = 0{,}38m$

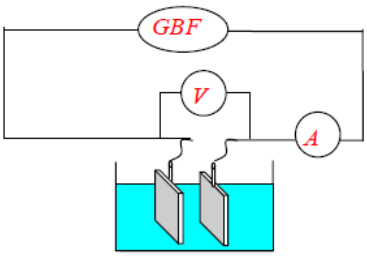
ب) قارن القيمة النظرية للثابتة k_{th} مع قيمتها المحددة تجريبيا.

$k_{th} = \frac{S}{L} = \frac{40\times10^{-4}}{10^{-2}} = 0{,}4\,m$ القيمة متقاربة .

3) نحدد ناقلية محلول $(H^+ + C\ell^-)$ تركيزه المولي $C = 0{,}01mol/L$ عند نفس درجة الحرارة باستعمال نفس الخلية حيث $G = 145mS$. أحسب الناقلية النوعية لهذا المحلول.

$\sigma = \frac{G}{k} = \frac{145\times10^{-3}}{0{,}4} = 0{,}36\,S/m$.

تمرين(9)



1) التركيب التجريبي المستعمل.

2) فسر لماذا نستعمل توترا متناوبا جيبيا لقياس ناقلية محلول شاردي.

لتفادي حدوث التحليل الكهربائي (وهي تفاعلات أكسدة ارجاع غير مرغوب فيها .

3) ما تعريف مقاومة جزء محلول شاردي ؟ وما وحدتها؟

هي مقلوب الناقلية وحدتها السيمنس (S) .

4) مقاومة جزء المحلول المحصور بين الصفيحتين.

$$R = \frac{U}{I} = \frac{5,42}{2,74\times10^{-3}} = 1978\ \Omega .$$

5) ناقلية جزء المحلول المحصور بين الصفيحتين.

$$G = \frac{1}{R} = \frac{1}{1978} = 5,05 \times 10^{-4} S$$

التمرين(10)

1) تمثيل بيانيا الناقلية النوعية بدلالة تراكيز المحاليل الخمسة $\sigma = f(C)$.

$$C_0 = \frac{m}{MV_0} = \frac{58,5\times10^{-3}}{58,5\times10\times10^{-3}} = 0,1mol/L .$$

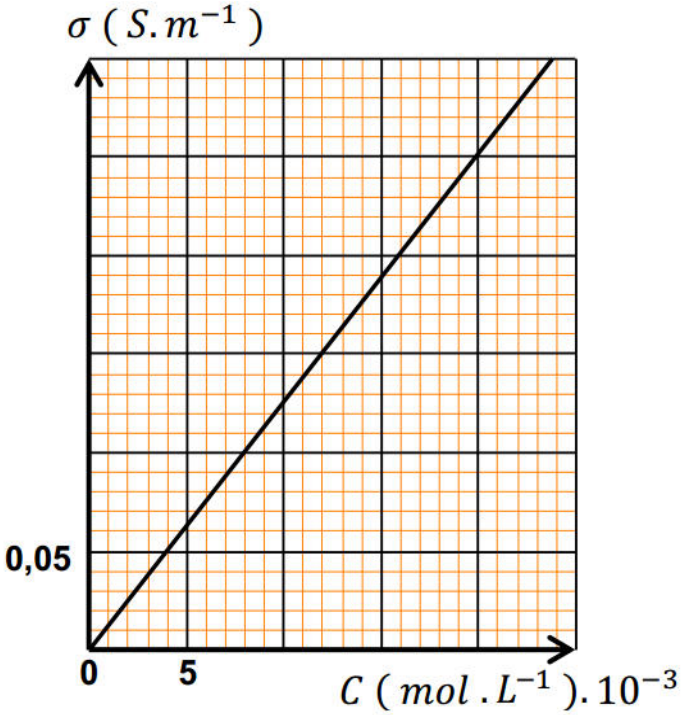
كل كأس نضع فيه $2mL$ ونظيف لها الماء المقطر إلى أن تمتلئ .

قانون التمديد $C_0V_0 = CV$.

$$C_1 = \frac{C_0V_0}{V_1} = \frac{0,1\times2}{10} = \frac{0,2}{10} = 0,02mol/L . \quad C_2 = \frac{0,2}{20} = 0,01mol/L .$$

$$C_3 = \frac{0,2}{40} = 0,005mol/L \text{ ، } C_4 = \frac{0,2}{60} = 0,0033mol/L \text{ ، } C_5 = \frac{0,2}{80} = 0,0025mol/L .$$

$V(mL)$	10	20	40	60	80	
$\sigma\ (S.m^{-1})$	0,252	0,126	0,063	0,042	0,031	
$C\ (mol.L^{-1}).10^{-3}$	20	10	5	3,33	2,5	



أحسب الناقلية النوعية المولية الشاردية لشاردة الكلور علما أن

$\lambda_{Na^+} = 5ms.m^2.mol^{-1}$.

البيان عبارة عن خط مستقيم يمر من المبدأ معادلته من الشكل .

$\sigma = aC$ حيث a يمثل ميل البيان .

$$a = \frac{0,252}{20} = 12,6 \times 10^{-3} S.m^2.mol^{-1}$$

$a = \lambda_{Na^+} + \lambda_{C\ell^-}$ ومنه $\lambda_{C\ell^-} = a - \lambda_{Na^+}$.

$$\lambda_{C\ell^-} = 7,6 \times 10^{-3} S.m^2.mol^{-1}$$

التمرين(11)

تحديد ناقلية محلول هيدروكسيد البوتاسيوم له نفس التركيز و عند نفس الشروط التجريبية .

$G = k\,\sigma$.

محلول كلور الصوديوم (1) ..... $G_1 = k(\lambda_{Na^+}[Na^+] + \lambda_{C\ell^-}[C\ell^-])$.

محلول كلور البوتاسيوم (2) ..... $G_2 = k(\lambda_{K^+}[K^+] + \lambda_{C\ell^-}[C\ell^-])$

محلول هيدروكسيد الصوديوم (3) ..... $G_3 = k(\lambda_{Na^+}[Na^+] + \lambda_{C\ell^-}[OH^-])$

محلول هيدروكسيد البوتاسيوم (4) ..... $G_4 = k(\lambda_{K^+}[K^+] + \lambda_{C\ell^-}[OH^-])$

(2) +(3) ومنه (5) ..... $G_2 + G_3 = k(\lambda_{K^+}[K^+] + \lambda_{C\ell^-}[C\ell^-]) + k(\lambda_{Na^+}[Na^+] + \lambda_{C\ell^-}[OH^-])$

(5) -(1) نجد

$$G_2 + G_3 - G_1 = k(\lambda_{K^+}[K^+] + \lambda_{C\ell^-}[C\ell^-]) + k(\lambda_{Na^+}[Na^+] + \lambda_{C\ell^-}[OH^-]) - k(\lambda_{Na^+}[Na^+] - \lambda_{C\ell^-}[C\ell^-])$$

$$G_2 + G_3 - G_1 = k(\lambda_{K^+}[K^+] + \lambda_{C\ell^-}[OH^-])$$

$G_4 = G_2 + G_3 - G_1$.

$G_4 = 171 + 268 - 137 = 302\ \mu S$

التمرين(12)

1) اكمال الجدول أعلاه مع التعليل .

نستعمل قانون التخفيف $C_0V_0 = CV$ ومنه $C = \frac{C_0V_0}{V}$.

$$C_1 = \frac{C_0V_0}{V_1} = \frac{25\times50}{100} = 12{,}5mmol/L$$

$$C_2 = \frac{C_0V_0}{V_2} = \frac{25\times50}{150} = 8{,}33mmol/L$$

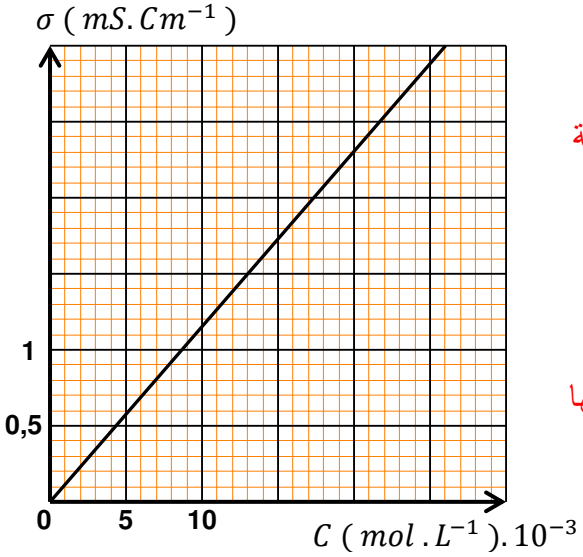
$$C_3 = \frac{C_0V_0}{V_3} = \frac{25\times50}{200} = 6{,}25mmol/L$$

$$C_4 = \frac{C_0V_0}{4} = \frac{25\times50}{250} = 5mmol/L$$

$C_5 = \frac{C_0V_0}{V_5} = \frac{25\times50}{300} = 4{,}16mmol/L$.

$V(\,cm^3)$	50	100	150	200	250	300
$\sigma\ (\,mS.Cm^{-1}\,)$	2.80	1.44	0.98	0.74	0.60	0.50
$C\ (\,mol\,.L^{-1}\,).10^{-3}$			8,33	6,25	5	4,16

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



نستنتج أن الناقلية النوعية تتناسب طردا مع التركيز المولي للمحلول .

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

من البيان $C = 21{,}6 \times 10^{-3} mol\ .L^{-1}$.

4) أحسب الناقلية النوعية لمحلول كلور الصوديوم تركيزه $5.10^{-3} mol/L$ وقارن هذه النتيجة مع النتيجة المحصل عليها بواسطة التجربة .

$$5.10^{-3} mol/L = 5 mol/m^3$$

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

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

$$\sigma = (5{,}01.10^{-3} + 7{,}63.10^{-3}) \times 5 = 63{,}2.10^{-3} S/m$$

$$\sigma = 0{,}63 mS/cm$$

متقاربة مع القيمة المحصل عليها في التجربة .

5) استنتج قيمة كتلة كلور الصوديوم m المستعملة في تحضير المحلول الابتدائي ، علما أن درجة نقاوة ملح كلور الصوديوم $NaC\ell$ الصلب هي $p = 90\ \%$ ، $M_{Na} = 23 g/mol$ ، $M_{C\ell} = 35{,}5 g/mol$

$$m = \frac{100CMV}{P}$$

$$m = \frac{100 \times 25.10^{-3} \times 58{,}5 \times 50 \times 10^{-3}}{90} = 0{,}081 g$$

التمرين(13)

i. نذيب في الماء المقطر كتلة $m = 0{,}370 g$ من الجسم الصلب $Ca(OH)_2$ ونحصل على محلول حجمه $V = 500\ mL$.

1) معادلة ذوبان $Ca(OH)_2$ في الماء .

$$Ca(OH)_{2(s)} \xrightarrow{H_2O} Ca^{2+}_{(aq)} + 2OH^-_{(aq)}$$

2) حساب التركيز المولي C للجسم المذاب واستنتاج التركيز المولي لكل من الشاردتين Ca^{2+} و OH^- .

$C = \frac{m}{MV}$.

$C = \frac{0{,}370}{74 \times 0{,}5} = 0{,}01 mol/L$.

$$Ca(OH)_{2(s)} \xrightarrow{H_2O} Ca^{2+}_{(aq)} + 2OH^-_{(aq)}$$
$$C \qquad\qquad C \qquad 2C$$

$$[Ca^{2+}_{(aq)}] = C = 0{,}01 mol/L$$

$$[OH_{(aq)}] = 2C = 2 \times 0{,}01 = 0{,}02 mol/L$$

3) عبارة الناقلية النوعية للمحلول بدلالة λ_{OH} و $\lambda_{Ca^{2+}}$ و التركيز المولي للجسم المذاب C ، ثم حساب قيمتها .

$\sigma = \lambda_{Ca^{2+}}[Ca^{2+}_{(aq)}] + \lambda_{OH}\ [OH_{(aq)}]$.

$$\sigma = \lambda_{Ca^{2+}} C + \lambda_{OH}\ 2C$$

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

$$C = 10 mol/m^3$$

$$\sigma = (12 \times 10^{-3} + 2 \times 19{,}9 \times 10^{\ 3}) \times 10$$

$$\sigma = (12 \times 10^{-3} + 2 \times 19{,}8 \times 10^{-3}) \times 10 \ .$$

$$\sigma = 0{,}516\ S/m \ .$$

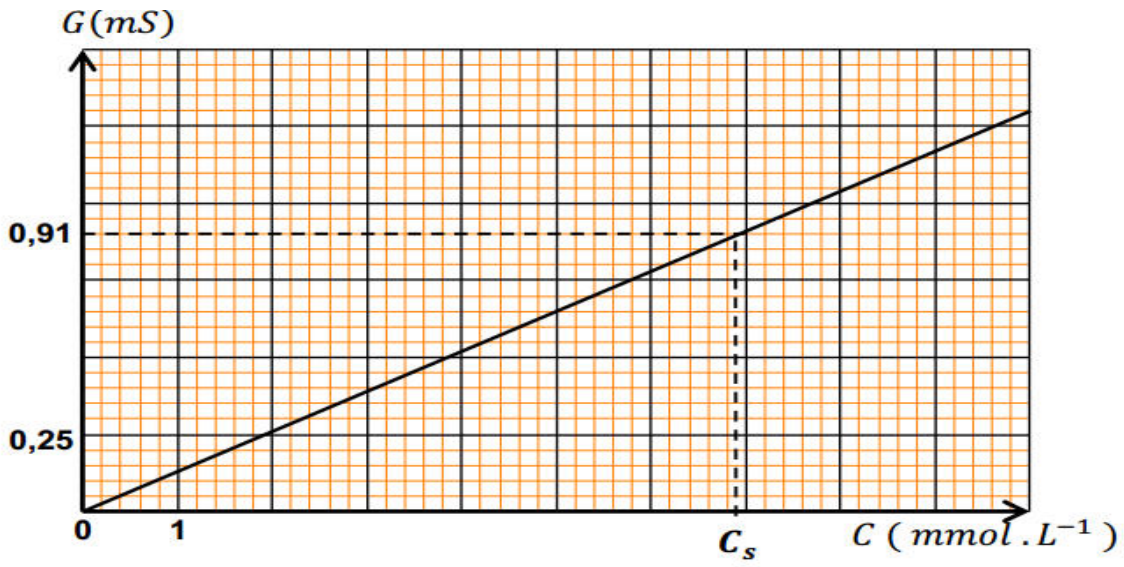
i. نريد تحديد تركيز محلول مائي (S) لكلور البوتاسيوم $(K^+_{(aq)} + C\ell^-_{(aq)})$ بواسطة قياس الناقلية .

1) هل تتغيّر الناقلية اذا تم تثبيت توتر المولد GBF على القيمة الفعالة $U_{eff} = 2V$.

لا تتغيّر الناقلية .

2) ارسم البيان $G = f(C)$ هل تتناسب الناقلية مع التركيز المولي ؟ . $G = \frac{I_{eff}}{U_{eff}}$

$C\ (mmol\ .\ L^{-1})$	10	5	2	1	C_s
$I_{eff}(mA)$	1,31	0,70	0,28	0,15	0,91
$G(mS)$	1,31	0,70	0,28	0,15	0,91



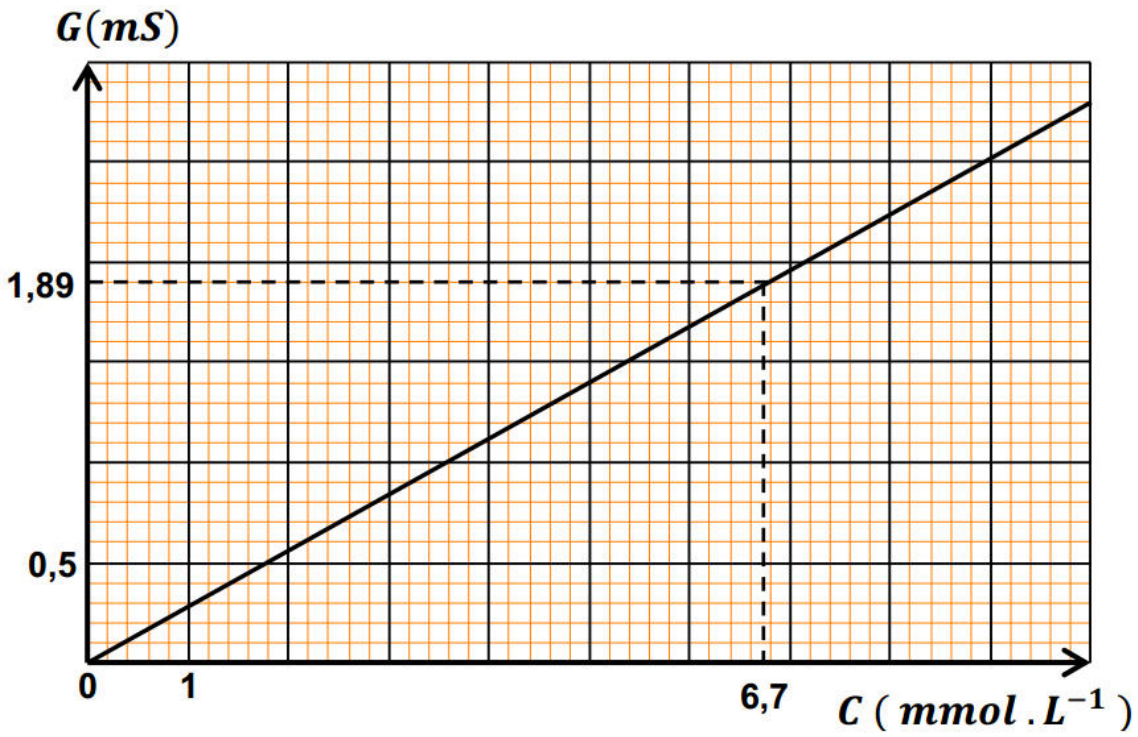
3) استنتج بيانيا التركيز المولي للمحلول (S) . $C_s = 6{,}9 mmol\ .\ L^{-1}$

4) لو أن التركيز المولي للمحلول (S) يفوق بعشرة أضعاف التركيز الذي وجدناه ، هل تكون التجربة دقيقة ؟

لا تكون التجربة دقيقة لأن المحلول غير مخفف .

التمرين (14)

المنحنى $G = f(c)$



1) يعطى قياس ناقلية محلول الحقنة عند نفس الشروط التجريبية القيمة $G_a = 293\ mS$.

أ) هل يمكن استنتاج التركيز المولي لمحلول الحقنة مباشرة باستعمال هدا المنحنى. علل جوابك.

$G_{max} = 2{,}78\ mS$ كما نلاحظ أن $G_a \gg G_{max}$ لا يمكن استنتاج التركيز المولي لمحلول الحقنة مباشرة باستعمال هدا المنحنى لأن G_a خارج المجال .

ب) باعتبار القيمتين $G_a = 293\ mS$ و $G = 2{,}78\ mS$، حدد أدنى قيمة لمعامل التخفيف الذي ينبغي استعماله.

$\frac{G_a}{G_{max}} = \frac{293}{2{,}78} \approx 100$ يجب تخفيف محلول الحقنة 100 مرة على الأقل .

2) يخفف محتوى الحقنة 200 مرة، و يعطي قياس ناقلية المحلول المخفف عند نفس الشروط التجريبية القيمة $G_d = 1{,}89\ mS$.

أ) استنتج قيمة التركيز المولي C_d للمحلول المخفف. تم التركيز المولي C_a لمحلول الحقنة.

من البيان $C_d = 6{,}7 \boldsymbol{mmol\,.\,L^{-1}}$.

$$C_a = 200 \times C_d$$

$$C_a = 200 \times 6{,}7 \times 10^{-3} = 1{,}34 \boldsymbol{mmol\,.\,L^{-1}}$$

ب) احسب قيمة الكتلة m .

$$m = C_a M V$$

$$m = 1{,}34 \times 74{,}6 \times 20 \times 10^{-3} = 2g$$

التمرين(15)

1) قيمة المساحة المغمورة في المحلول من الصفيحتين

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

$$S = \frac{32{,}1 \times 10^{-3} \times 10^{-2}}{1{,}167} = 2{,}7 \times 10^{-4}\ m^2$$

2) المسافة الفاصلة بين الصفيحتين

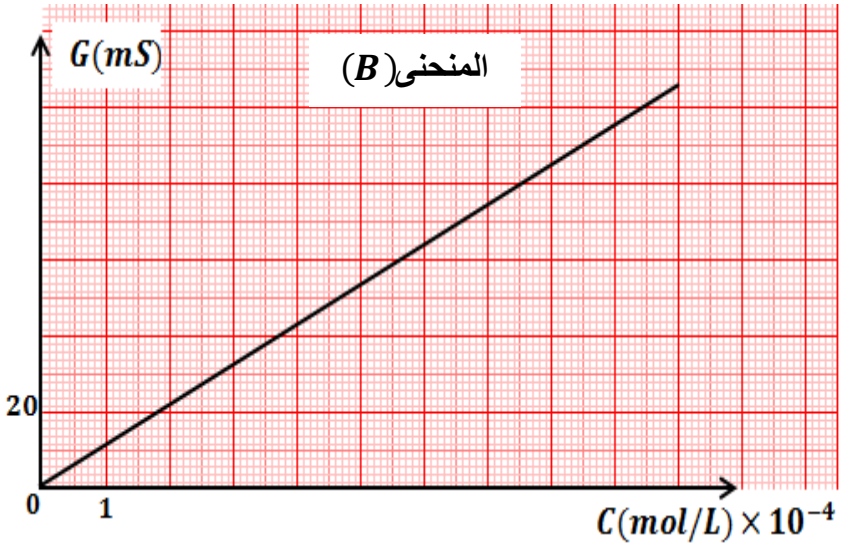
$L = \frac{\sigma.S}{G}$. $L = \frac{2{,}78 \times 5{,}2 \times 10^{-4}}{159 \times 10^{-3}} = 9{,}1 \times 10^{-3}\ m$

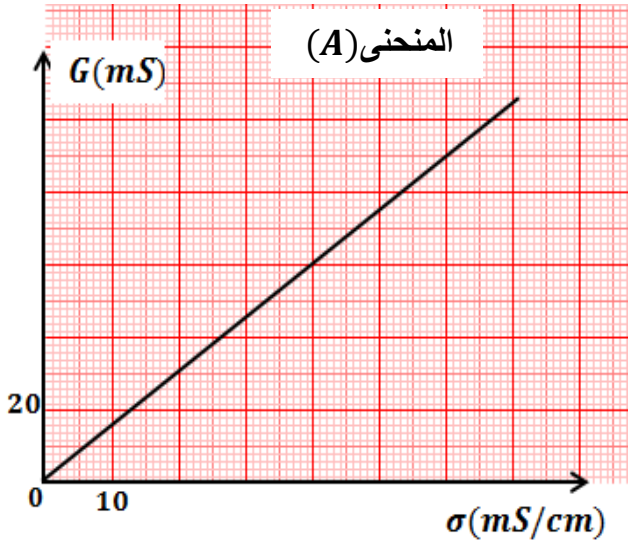
التمرين (15)

فلوريد الصوديوم NaF عبارة عن ملح يستعمل في علاج هشاشة العظام ،
كما يستخدم كعامل تنظيف و يستعمل في التصوير الاشعاعي للعظام .

يباع هذا المركب على شكل أقراص ، الهدف من هذا التمرين هو ايجاد كتلة فلوريد الصوديوم في القرص الواحد.

نحضر في المخبر عدة محاليل لفلوريد الصوديوم تراكيزها مختلفة و نجري مجموعة من القياسات عند درجة الحرارة $(25°C)$ و بنفس خلية قياس الناقلية ، تحصلنا على المنحنيين التاليين:





1ـ أكتب المعادلة البيانية للمنحنى (A).

2ـ ما هو المقدار الفيزيائي الذي يمثله ميل المنحنى (A) ، علل جوابك ثمّ اوجد قيمة هذا المقدار بالوحدة الدولية.

3ـ نذيب قرص واحد من فلوريد الصوديوم في $V = 50\ mL$ من الماء المقطر فنحصل على محلول مائي (S) تركيزه المولي C

القياسات التجريبية في نفس الشروط السابقة أعطت النتائج التالية: $U = 1{,}5\ V \quad / \quad I = 75\ mA$

أـ أكتب معادلة انحلال فلور الصوديوم في الماء

بـ احسب الناقلية G للمحلول (S).

جـ استنتج الناقلية النوعية σ للمحلول (S).

دـ بالاعتماد على المنحنى (B) اوجد التركيز المولي C للمحلول (S).

هـ استنتج كتلة فلوريد الصوديوم في القرص الواحد. يعطى: $(NaF) = 42\ g.mol^{-1}$

4ـ نحضر أربعة كؤوس بيشر و نضع في كل كأس $50mL$ من محلول فلوريد الصوديوم تركيزه المولي C ، و نجري سلسلة من التجارب كما هو مبيّن في الجدول التالي:

رقم الكأس	(1)	(2)	(3)	(5)
وصف التجربة	اضافة $50mL$ من الماء المقطر	اضافة $50mL$ من نفس المحلول الموجود في البيشر	اضافة $1mg$ من فلوريد الصوديوم	اضافة $1mg$ من السكاروز

- كيف تتطور قيمة الناقلية في كل كأس (تزداد / تنقص / تثبت) ؟ علل جوابك.

حل التمرين **(15)**

1- كتابة المعادلة البيانية للمنحنى (A):

المنحنى $G = f(\sigma)$ خط مستقيم يمر بالمبدأ معادلته من الشكل: $G = a \times \sigma$ حيث : a

$a = \frac{\Delta G}{\Delta \sigma} = \frac{60-0}{40-0} = 1{,}5\ Cm = 1{,}5 \times 10^{-2} m$ اذن: $G = 1{,}5 \times \sigma \ldots\ldots (\mathbf{1})$

2- المقدار الفيزيائي الذي يمثله ميل المنحنى (A) :

لدينا نظريا: $G = K \times \sigma \ldots\ldots (\mathbf{2})$ من (1) و (2) نجد: $a = K$

الميل يمثل ثابت الخلية $K = 1{,}5 \times 10^{-2} m$

-3

أ- **كتابة معادلة انحلال فلور الصوديوم في الماء:**

$$NaF \xrightarrow{\text{ماء}} Na^+ + F^-$$

ب- **حساب الناقلية G للمحلول (S):**

$G = \frac{I}{U}$ ت ع : $G = \frac{75}{1{,}5} = 50\ mS$

ج- استنتاج الناقلية النوعية σ للمحلول (S):

$$G = K \times \sigma \Rightarrow \sigma = \frac{G}{K}$$

ت ع : $\sigma = \frac{50}{1{,}5} = 33{,}33\ mS.cm^{-1} = 3333\ mS.m^{-1} = 3{,}33\ S.m^{-1}$

د- **ايجاد التركيز المولي C للمحلول (S):**

من أجل $G = 50\ mS$ بالإسقاط على المنحنى (B) نجد: $C = 4{,}6 \times 10^{-4}\ mol.L^{-1}$

هـ- استنتاج كتلة فلوريد الصوديوم في القرص الواحد:

$C = \frac{n}{V} = \frac{m}{M.V}$ و منه: $m = CMV$

ت ع : $m = 4{,}6 \times 10^{-4} \times 42 \times 50 \times 10^{-3} = 9{,}7 \times 10^{-4} g = 0{,}97\ mg$

و- -

- **مدلول الكتابة تعني** : كتلة فلور الصوديوم في القرص الواحد.
- **حساب دقة القياس**:

$\frac{\Delta m}{m} \times 100 = \frac{(1-0{,}97)}{1} \times 100 = 3\%$

4- كيفية تطور قيمة الناقلية في كل كأس :

- الكأس (1):تنقص الناقلية لأنّ التركيز يتناقص بسبب التمديد .
- الكأس (2):لا تتغير الناقلية لأنّ التركيز لا يتغير .
- الكأس (3):تزداد الناقلية لأنّ التركيز يزداد بسبب زيادة كمية مادة المنحل .
- الكأس (4):لا تتغير الناقلية لأنّ التركيز لا يتغير لأن السكر توع غير شاردي .