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. ▪ التركيز المولي للشاردة الاولى بـ mol/m

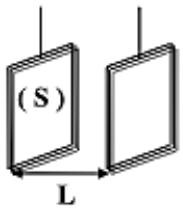
التمرين(1)

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 $C_1 = 10^{-3} mol\ell/L$

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

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

2) استنتج الناقلية النوعية σ للمزيج .

معطيات : الناقلية المولية الشاردية:

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

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

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)

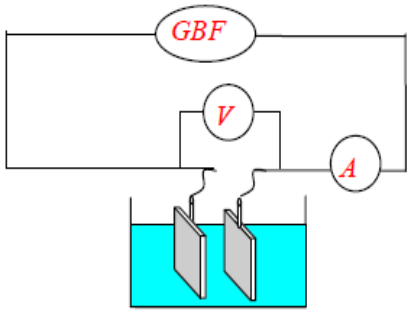
أراد مخبري التحقق من درجة النقاوة المسجلة ، فأخذ عينة من المادة ووزنها فوجد $\acute{m} = 8{,}2g$ ، أفرغها في حوجلة ، وأكمل بالماء المقطر حتى العلامة $500mL$. فتحصل على محلول مخفف من يود الصوديوم تركيزه المولي C .

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 : $^{+}$ ^{2} $^{-1}$، ^{2} $^{-1}$ I

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 : $U = 11.7\ V , I = 55\ mA$. 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 لكلور البوتاسيوم تركيزه ربائي

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 $G_2 = 4,53 \times 10^{-3} S$.

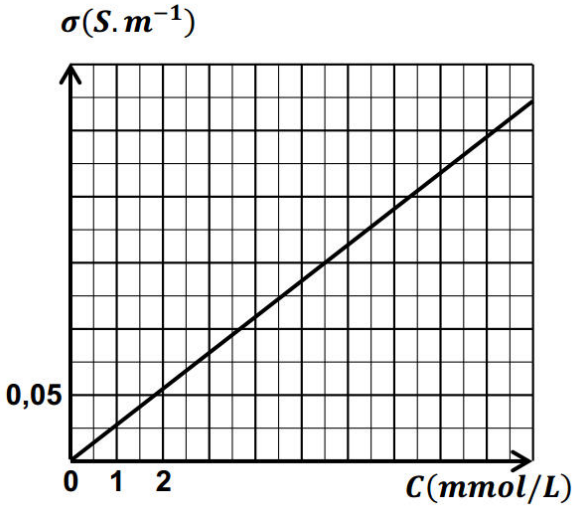
أ- أعط عبارة الناقلية النوعية σ_2 للمحلول (S_2) بدلالة الناقلية المولية الشاردية لكل من Cl^- و Rb^+ .

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 مغموران 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 $^-$ $^+$ تركيزه المولي عند نفس درجة الحرارة باستعمال نفس الخلية حيث . 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 $m = 58{,}5mg$.

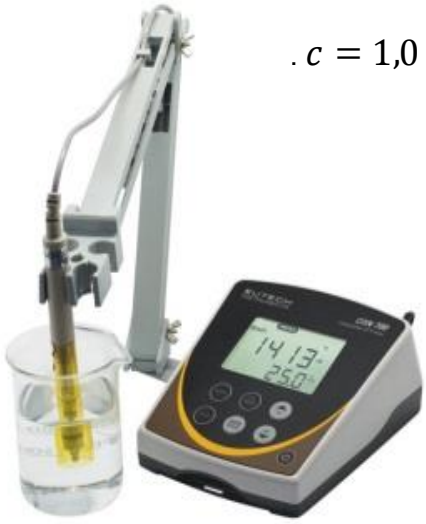
لدينا 5 كؤوس بيشر أحجامها : $10mL$ ، $20mL$ ، $40mL$ ، $60mL$ ، $80mL$.

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 = هل تتناسب الناقلية مع التركيز المولي ؟ .
3) استنتج بيانيا التركيز المولي للمحلول .
4) لو أن 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.

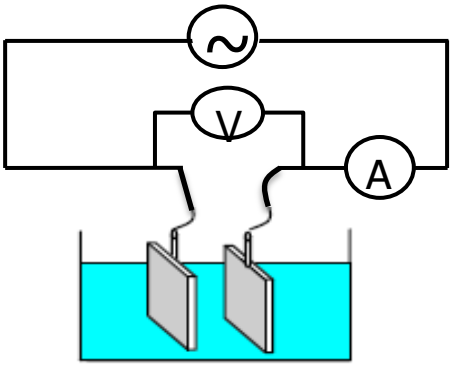
ب- **با**عتبار القيمتين $G_a = 293\ mS$ و $G = 2{,}78\ mS$، حدد أدنى قيمة لمعامل التخفيف الذي ينبغي استعماله.

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

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

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

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

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

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

$$^{-}{}_{2} = C_2V_2$$

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

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

- هل يود

التمرين(4)

1) حساب الكتلة المستعملة :

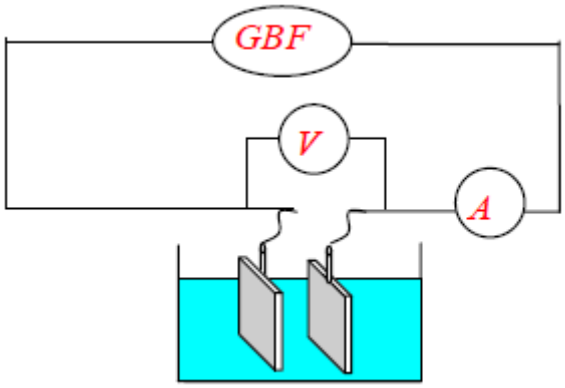
$$m = \frac{100 \times C \times V \times M}{P} = \frac{100 \times 20 \times 10^{-3} \times 0.1 \times 158.04}{91} = 0.35g$$

2) حساب حجم الماء المضاف:

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

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

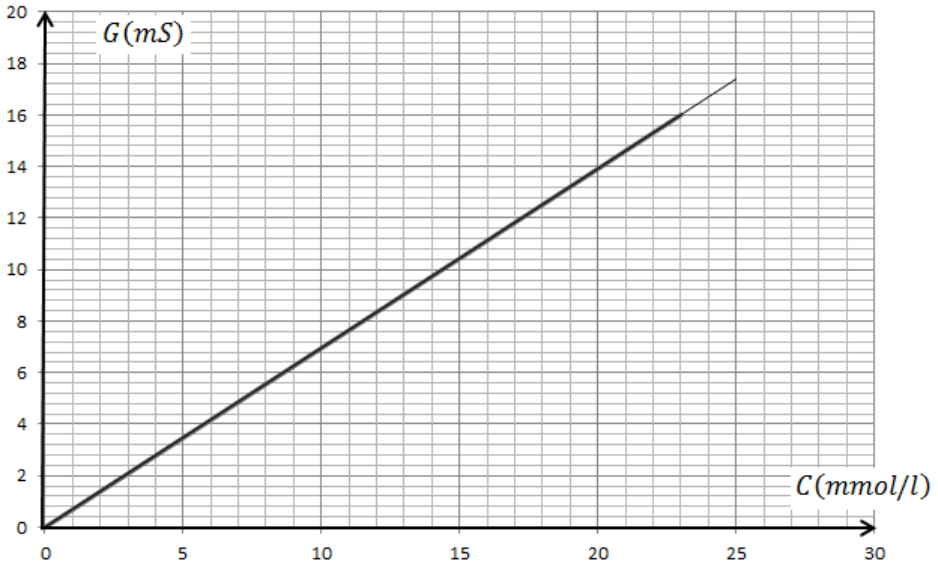
3) التركيب التجريبي :



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 :

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

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 .

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

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

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

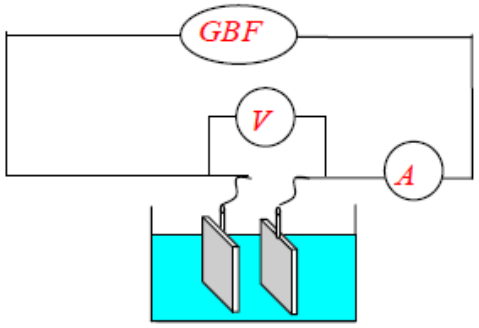
$$KC\ell_{(s)} \xrightarrow{H_2O} K^+_{(aq)} + C\ell^-_{(aq)}$$

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

$[K^+_{(aq)}] = [C\ell$. $\frac{1}{-3}$. $^{-2}$ ^{3} $\times 10^{-2}\ mol/L$

4) إذا كان حجم

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^+ .

$\sigma_2 = \lambda_{Rb^+}[Rb^+_{(aq)}] + \lambda_{C\ell}[C\ell_{(aq)}]$. و منه $\sigma_2 = (\lambda_{Rb^+} + \lambda_{C\ell})C$.

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 .

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

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

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

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

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

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) .

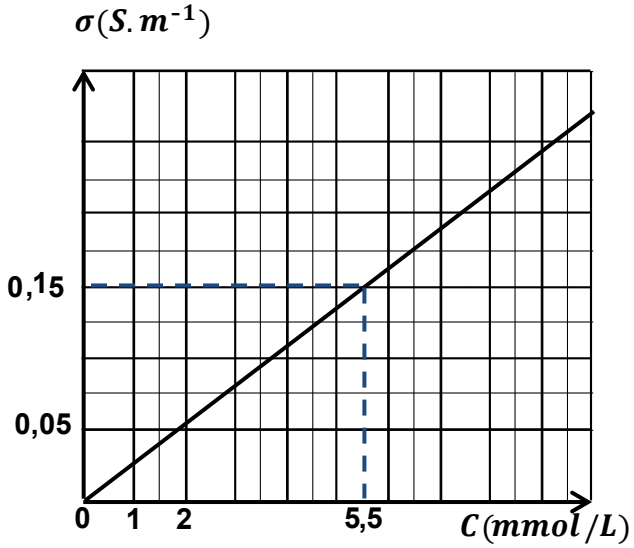
$G_2 = \sigma_2 \times k$ وبالتالي $\sigma_2 = \frac{G_2}{k}$.

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

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

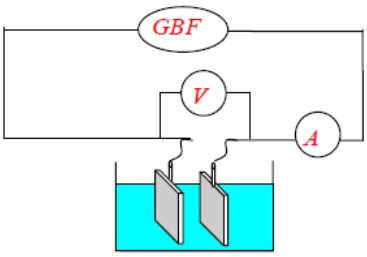
$$k_{exp} = \frac{4{,}7\times10^{-2}}{1{,}239\times10^{-1}} = 0{,}38m$$

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 $-$ $+$ تركيزه المولي عند نفس درجة الحرارة باستعمال نفس الخلية

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 $\sigma = f(C)$.

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

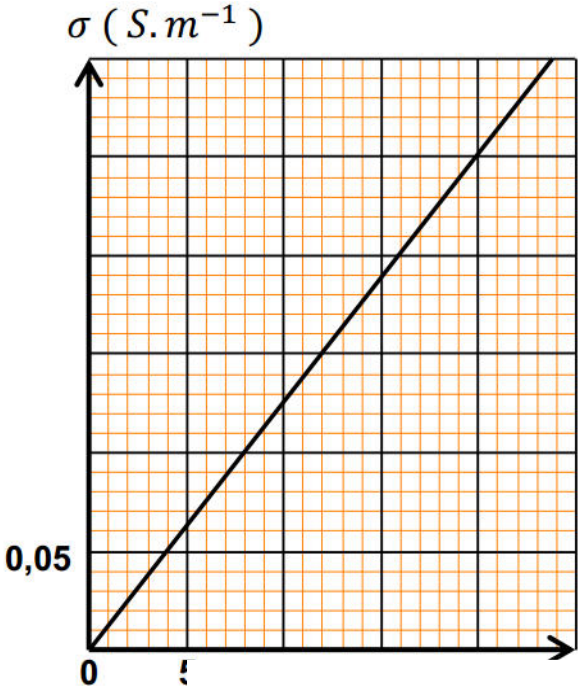
كل كأس نضع فيه $2mL$ ونظيف لها الماء المقطر إلى أن تمتلئ .

قانون التمديد $C_0V_0 = CV$.

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

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

$V(mL)$	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 $C = \frac{C_0V_0}{V}$.

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

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

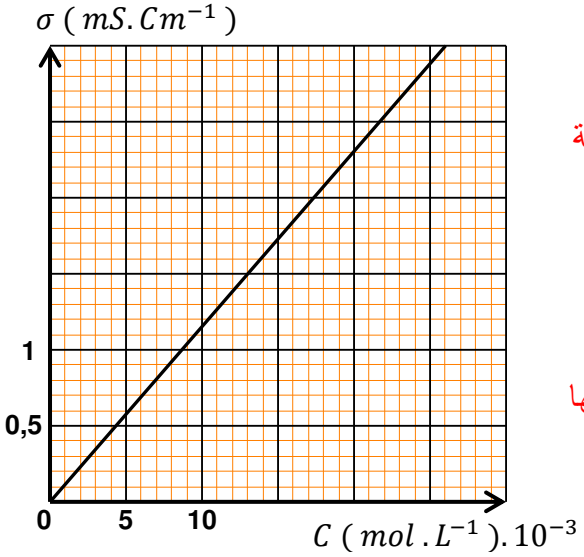
$$C_3 = \frac{C_0V_0}{V_3} = \frac{25\times50}{200} = 6{,}25mmol/L$$

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

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

V 3						300
σ						
C						

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^- .

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

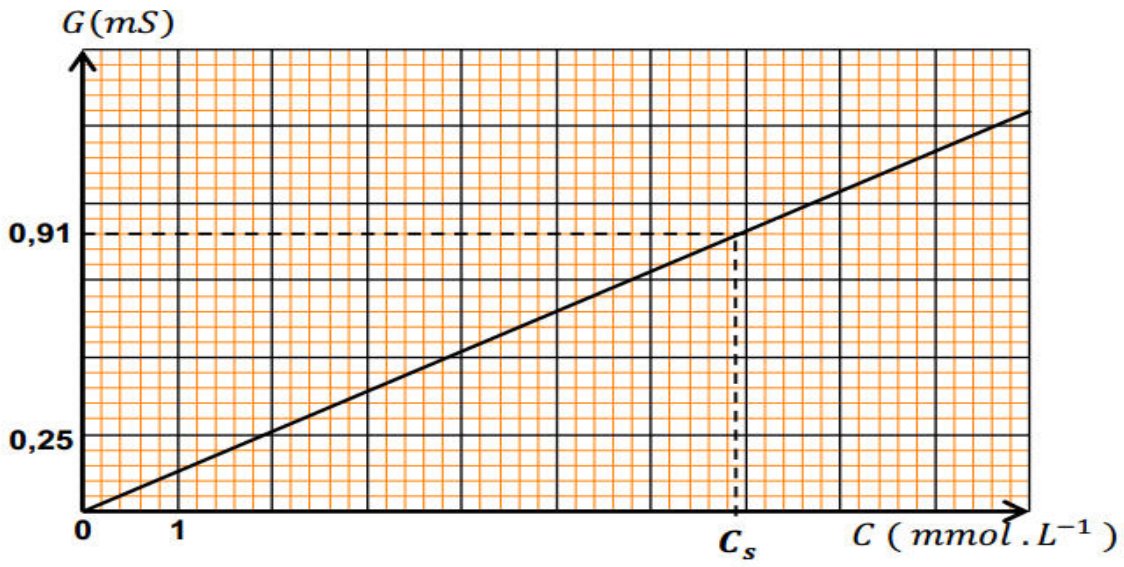
i. نريد تحديد تركيز محلول مائي (S) لكلور البوتاسيوم $(K^+_{(aq)} + C\ell^-_{(aq)})$ بواسطة قياس الناقلية .

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 . -1

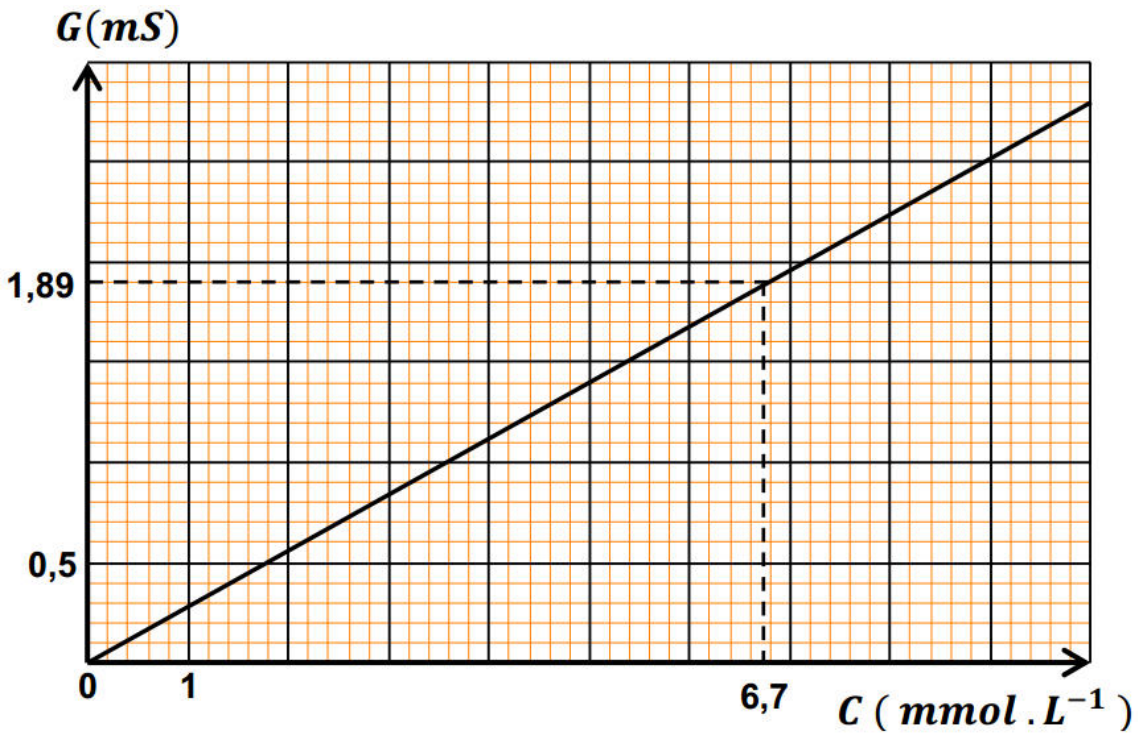
s

4) لو أن التر

؟

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 ينبعي 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 .

$$m = C_a MV$$

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

التمرين(15)

1) قيمة المساحة المغمورة في المحلول من الصفيحتين

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

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

2) المسا

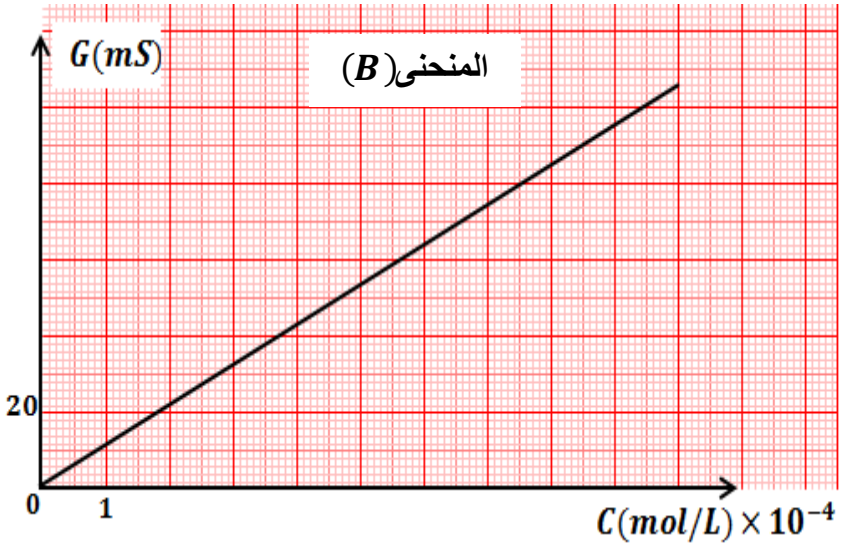
التمرين (15)

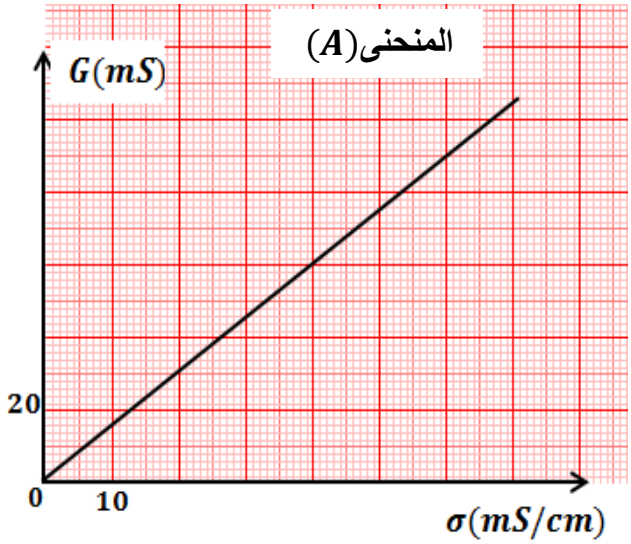
فلوريد الصوديوم NaF عبارة عن ملح يستعمل في علاج هشاشة العظام ،
كما يستخدم كعامل تنظيف و يستعمل في التصوير الاشعاعي للعظام .



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 تت

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 .