

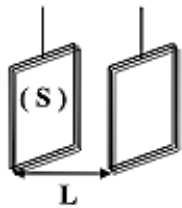
$N_A = 6,023.10^{23}$ عدد أفوقادرو: N_A N عدد الذرات أو الجزيئات	$n = \frac{N}{N_A}$	كمية المادة n بـ mol	
M : الكتلة المولية بـ g/mol m الكتلة بـ g	$n = \frac{m}{M}$		
V_g حجم الغاز V_M الحجم المولي بـ L/mol	$n = \frac{V_g}{V_M}$		
n عدد المولات بـ mol V حجم المحلول بـ L	$c = \frac{n}{V}$	التركيز المولي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

التمرين (1)

محلول هيدروكسيد الكالسيوم $(Ca_{(aq)}^{2+} + 2OH_{(aq)}^-)$ ، تركيزه المولي $C = 0,0268 mol/L$.
1- أحسب تركيز الشاردين $Ca_{(aq)}^{2+}$ و $OH_{(aq)}^-$.

2- تعطى الناقلية النوعية المولية لشوارد في الدرجة $25^{\circ}C$ بالقيم :

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



• أحسب الناقلية النوعية σ .

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

التمرين (2)

نحضر محلولاً S عند درجة الحرارة $25^{\circ}C$ بمزج محلولين .

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

محلول كلور الصوديوم $(Na^+ + Cl^-)$ حجمه $V_2 = 200 mL$ 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:

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

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

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 $m = 8,2 g$ ، أفرغها في حوزة ، وأكمل بالماء المقطر حتى العلامة $500 mL$. فتحصل على محلول مخفف من يود الصوديوم تركيزه المولي C .

1- أخذ حجماً يساوي $50 mL$ من محلول يود الصوديوم $(Na_{(aq)}^+ + I_{(aq)}^-)$

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 $S = 4 cm^2$

البعد بين الصفحتين $L = 1 cm$

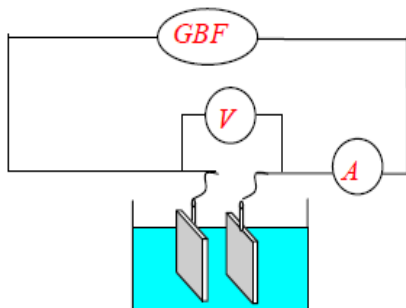
2- باستعمال قانون كولروش ، جد عبارة التركيز C للمحلول المحضر بدلالة λ_{Na^+} ، λ_{I^-} ، σ

• أحسب التركيز C .

• استنتج قيمة درجة النقاوة $P\%$ ليود الصوديوم التجاري .

• هل يود الصوديوم التجاري مغشوش أم 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 :

أخذ علبه من مسحوق برمنغنات البوتاسيوم كتب عليها ($P = 91\%, M = 158.04g/mol$) 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 المستعمل لقياس الناقلية .

(4) اكمل الجدول وارسم المنحنى $G = f(C)$, ثم اكتب عبارته .

(5) اكتب عبارة الناقلية G بدلالة تركيز المحلول والناقلات 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 $NaCl(s)$ 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 ($K_{(aq)}^+ + Cl_{(aq)}^-$) 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 : $\lambda_{K^+} = 7,35 mS.m^2.mol^{-1}$,

$\lambda_{Cl^-} = 7,63 mS.m^2.mol^{-1}$, $M_{Na} = 23 g/mol$, $M_{Cl} = 35,5 g/mol$, $M_K = 39 g/mol$.

التمرين (6)

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

(1) أنجز شكل يمثل التركيب التجريبي المستعمل من أجل تحديد ناقلية جزء من محلول شاردي .

(2) بواسطة خلية قياس الناقلية ندرس جزء من محلول شاردي (S_1) لكلور البوتاسيوم ($K^+ + Cl^-$) تركيزه

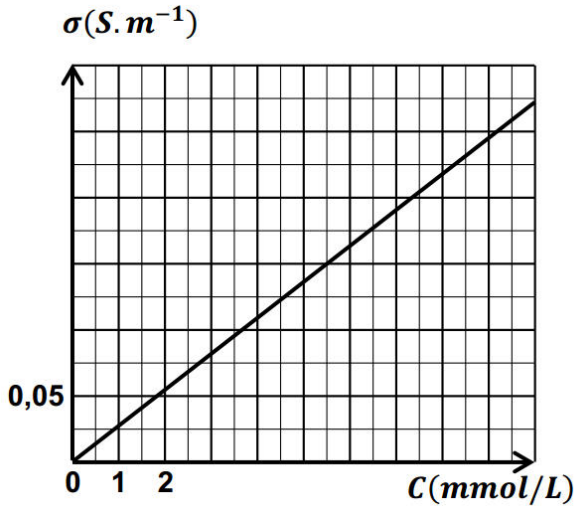
$C = 5 \times 10^{-3} mol/L$. عندما يكون التوتر بين مربطي الصفحتين $U_1 = 0,8V$ فان شدة التيار الكهربائي

المر 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) لكور 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 Rb^+ و Cl^- .
- 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 لكور الكالسيوم $CaCl_2$ في الدرجة $25^\circ C$ بدلالة



تراكيزها المولية . استعملنا خلية ثابتها $K = 1cm$. نريد استعمال هذا البيان من أجل تحديد التركيز المولي لمحلول (S_1) لكور الكالسيوم في الدرجة $25^\circ C$. 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 $G_2 = 1,5ms$

- أكتب معادلة انحلال كلور الكالسيوم في الماء .
 - ما هو معامل التمديد عند تحضير المحلول (S_2) ؟
 - أوجد من البيان التركيز المولي للمحلول (S_2) . ثم استنتج التركيز المولي للمحلول (S_1) .
 - بطريقة أخرى وجدنا التركيز الكتلي للمحلول (S_1) $C_m = 61g/L$ هل تتوافق هذه النتيجة مع نتيجتك ؟
 - 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.

- لمعايرة الخلية نستعمل محلولاً عياراً هو محلول ($K^+ + Cl^-$) تركيزه المولي $0,01mol/L$ وناقليته النوعية $1,239mS/cm$ نطبق توتراً بين مربطي الصفيحتين قيمته الفعالة $U = 6,85V$ فيمر في المحلول تياراً شدته الفعالة $I = 322mA$. درجة حرارة المحلول $23^\circ C$.
- أحسب قيمة المقاومة R للمحلول واستنتج قيمة الناقلية G .
- نعرف الثابتة k للخلية بالعلاقة : $G = \sigma k$.

- حدد القيمة التجريبية للثابتة k_{exp} مبرزا وحدتها في النظام العالمي للوحدات.
- شكل الصفيحتين مستطيلين ذو أبعاد: $(5,0cm \times 8,0cm)$ والمسافة الفاصلة بينهما $L = 1,0cm$. قارن القيمة النظرية للثابتة k_{th} مع قيمتها المحددة تجريبياً.
- نحدد ناقلية محلول ($H^+ + Cl^-$) تركيزه المولي $C = 0,01mol/L$ 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 جيبييا 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)

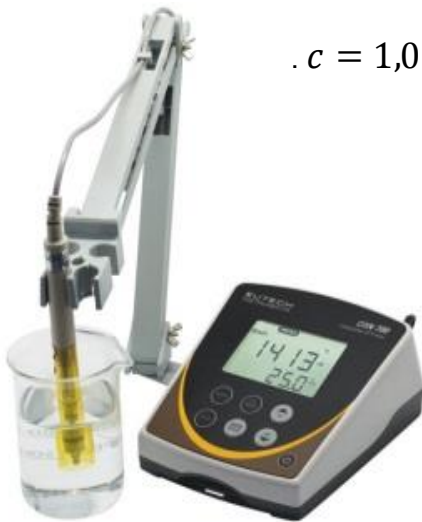
محلول مائي لكلور الصوديوم $NaCl_{(aq)}$ حجمه $V_0 = 10mL$ وكتلة $NaCl_{(s)}$ فيه $m = 58,5mg$.
لدينا 5 كؤوس بيشر أحجامها : $80mL$ ، $60mL$ ، $40mL$ ، $20mL$ ، $10mL$.

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 $S.m^{-1}$:
 $0,031$ ، $0,042$ ، $0,063$ ، $0,126$ ، $0,252$.

- (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 ناقلية 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 $(Na^+_{(aq)} + Cl^-_{(aq)})$	137
كلور البوتاسيوم $(K^+_{(aq)} + Cl^-_{(aq)})$	171
هيدروكسيد الصوديوم $(Na^+_{(aq)} + OH^-_{(aq)})$	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 محلولاً لكلوريد الصوديوم ($Na^+_{(aq)} + Cl^-_{(aq)}$) تركيزه المولي الابتدائي $C_0 = 25 \cdot 10^{-3} mol \cdot L^{-1}$ وذلك بإذابة كتلة m من كلور الصوديوم الصلب $NaCl$ في $50 cm^3$ من الماء المقطر ، نضع المحلول المحصل عليه في دورق و نقيس ناقلية النوعية σ باستعمال جهاز قياس الناقلية (Conductimètre). نضيف للمحلول المحصل عليه $50 cm^3$ أخرى من الماء المقطر و نقيس ناقلية الجديدة ، نُعيد التجربة عدة مرات بإضافة نفس الكمية من الماء في كل مرة ، فنحصل على جدول القياسات التالي حيث V يمثل حجم المحلول المخفف بعد إضافة الماء .

$V (cm^3)$	50	100	150	200	250	300
$\sigma (mS \cdot cm^{-1})$	2.80	1.44	0.98	0.74	0.60	0.50
$C (mol \cdot L^{-1}) \cdot 10^{-3}$	25					

- اكمل الجدول أعلاه مع التعليل .
- ارسم المنحنى البياني الممثل للعلاقة : $\sigma = f(C)$ على ورقة ميليمترية ، باستعمال سلم رسم مناسب. ماذا يمكنك استنتاجه من المنحنى الناتج ؟
- إذا كانت الناقلية النوعية لمحلول كلور الصوديوم عند نقطة معينة هي $\sigma = 2.50 mS/cm$ ، فكم يكون تركيزه C ؟
- أحسب الناقلية النوعية لمحلول كلور الصوديوم تركيزه $5 \cdot 10^{-3} mol/L$ وقارن هذه النتيجة مع النتيجة المحصل عليها بواسطة التجربة . علما أن عند الدرجة $25^\circ C$ تكون : $\lambda_{Cl^-} = 7,63 \cdot 10^{-3} S \cdot m^2/mol$ و $\lambda_{Na^+} = 5,01 \cdot 10^{-3} S \cdot m^2/mol$
- استنتج قيمة كتلة كلور الصوديوم m المستعملة في تحضير المحلول الابتدائي ، علما أن درجة نقاوة ملح كلور الصوديوم $NaCl$ الصلب هي $p = 90\%$ ، $M_{Na} = 23 g/mol$ ، $M_{Cl} = 35,5 g/mol$

التمرين (13)

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

- اكتب معادلة ذوبان $Ca(OH)_2$ في الماء .
- احسب التركيز المولي C للجسم المذاب واستنتج التركيز المولي لكل من الشاردين Ca^{2+} و OH^- .
- اوجد عبارة الناقلية النوعية للمحلول بدلالة λ_{OH^-} و $\lambda_{Ca^{2+}}$ و التركيز المولي للجسم المذاب C ، ثم احسب قيمتها نعطي : $\lambda_{OH^-} = 19,8 mS \cdot m^2/mol$ ، $\lambda_{Ca^{2+}} = 12 mS \cdot m^2/mol$ ، $M(Ca(OH)_2) = 74 g/mol$
- نريد تحديد تركيز محلول مائي (S) لكلور البوتاسيوم ($K^+_{(aq)} + Cl^-_{(aq)}$) بواسطة قياس الناقلية . لهذا نحضر من المحلول (S) الذي تركيزه المولي $C = 0,01 mol/L$ محاليل أخرى مخففة تركيزها المولية هي : $C_3 = 1,00 \cdot 10^{-3} mol/L$ ، $C_2 = 2,00 \cdot 10^{-3} mol/L$ ، $C_1 = 5,00 \cdot 10^{-3} mol/L$ نثبت توتر المولد GBF على القيمة الفعالة $U_{eff} = 1V$ ، ثم نغمر خلية قياس الناقلية في هذه المحاليل ثم في المحلول الأصلي . نحصل على النتائج التالية:

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

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

التمرين (14)

نقص بوتاسيوم 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 هذه الحقنة بقياس الناقلية.



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

$C (mmol \cdot L^{-1})$	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 : $M_K = 39,1 g/mol$ ، $M_{Cl} = 35,5 g/mol$

(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 هذا المنحنى. علل جوابك.

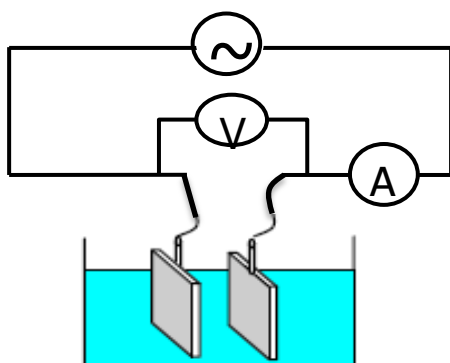
ب- باعتبار القيمتين $G_a = 293 mS$ و $G = 2,78 mS$ ، حدد أدنى قيمة لمعامل التخفيف الذي ينبغي استعماله.

(3) يخفف محتوى الحقنة 200 مرة، و يعطى 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 كلور البوتاسيوم ($K^+_{(aq)} + Cl^-_{(aq)}$) تركيزه

$C = 0,10 mol/L$ تساوي $\sigma = 1,167 S/m$ عند $20^\circ C$ ، وعند

نفس درجة الحرارة قياس الناقلية لمحلول مماثل أعطى القيمة

$G = 32,1 mS$ نقيس المسافة الفاصلة بين الصفيحتين المستويتين

والمتوازيتين للخلية فنجد القيمة $L = 1,00 cm$. أحسب قيمة المساحة

المغمورة في المحلول من الصفيحتين.

نعتبر محلولاً شاردياً ناقلية النوعية $\sigma = 2,78 S/m$ نستعمل صفيحتين مستويتين ومتوازيين مساحتهما المغمورة

$S = 5,2 cm^2$ لقياس الناقلية فنجد $G = 159 mS$. أحسب المسافة الفاصلة بين الصفيحتين

التمرين (1)

(1) حساب تركيز الشاردين $Ca_{(aq)}^{2+}$ و $OH_{(aq)}^-$.

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

$$[Ca_{(aq)}^{2+}] = C = 0,0268 \text{ mol/L}$$

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

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

• حساب الناقلية النوعية σ .

$$[Ca_{(aq)}^{2+}] = 26,8 \text{ mol/m}^3$$

$$[OH_{(aq)}^-] = 53,6 \text{ mol/m}^3$$

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

$$\sigma = 1,38 \text{ S/m} \quad \sigma = 11,9 \times 10^{-3} \times 26,8 + 19,9 \times 10^{-3} \times 53,6$$

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

$$G = \sigma K \quad G = 1,38 \times 2 \times 10^{-3} = 2,76 \times 10^{-3} \text{ S}$$

التمرين (2)

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

$NaOH_{(s)} \xrightarrow{H_2O} Na_{(aq)}^+ + OH_{(aq)}^-$			$NaCl_{(s)} \xrightarrow{H_2O} Na_{(aq)}^+ + Cl_{(aq)}^-$		
$C_1 V_1$	$C_1 V_1$	$C_1 V_1$	$C_2 V_2$	$C_2 V_2$	$C_2 V_2$

$$n(Na_{(aq)}^+) = n_1 + n_2 = C_1 V_1 + C_2 V_2$$

$$n(Na_{(aq)}^+) = 10^{-3} \times 50 \times 10^{-3} + 1,52 \cdot 10^{-3} \times 200 \times 10^{-3}$$

$$n(Na_{(aq)}^+) = 3,54 \times 10^{-4} \text{ mol}$$

$$n(OH_{(aq)}^-) = n_1 = C_1 V_1$$

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

$$n(Cl_{(aq)}^-) = n_2 = C_2 V_2$$

$$n(Cl_{(aq)}^-) = 1,52 \cdot 10^{-3} \times 200 \times 10^{-3} = 3,04 \times 10^{-4} \text{ mol}$$

(2) سنتج الناقلية النوعية σ للمزيج .

$$[Na^+_{(aq)}] = \frac{C_1V_1 + C_2V_2}{V_1 + V_2} = \frac{3,54 \times 10^{-4}}{250 \times 10^{-6}} = 1,416 \text{ mol/m}^3$$

$$[OH^-_{(aq)}] = \frac{C_1V_1}{V_1 + V_2} = \frac{5 \times 10^{-5}}{250 \times 10^{-6}} = 0,2 \text{ mol/m}^3$$

$$[Cl^-_{(aq)}] = \frac{C_2V_2}{V_1 + V_2} = \frac{3,04 \times 10^{-4}}{250 \times 10^{-6}} = 1,216 \text{ mol/m}^3$$

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

$$\sigma = 2,03 \times 10^{-2} \text{ S/m} \quad \sigma = 50,1 \cdot 10^{-4} \times 1,416 + 198,6 \cdot 10^{-4} \times 0,2 + 76,3 \cdot 10^{-4} \times 1,216$$

التمرين (3)

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

أ) حساب ناقلية المحلول G .

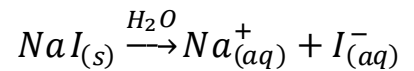
$$G = \frac{1}{R} \quad G = \frac{1}{20} = 5 \times 10^{-2} \text{ S}$$

ب) قيمة الناقلية النوعية للمحلول σ .

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

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

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



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

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

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

• حساب التركيز C .

$$C = \frac{1,25}{(5,01 \times 10^{-3} + 7,7 \times 10^{-3})} = 98,35 \text{ mol/m}^3$$

$$C = 9,835 \times 10^{-2} \text{ mol/L}$$

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

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

$$P = \frac{100 \times 9,835 \times 10^{-2} \times 1499 \times 0,5}{8,2} = 89,9\%$$

• هل يود الصوديوم التجاري مغشوش ام لا ؟

يود الصوديوم التجاري غير مغشوش لأن نسبة النقاوة نفسها .

(1) حساب الكتلة المستعملة :

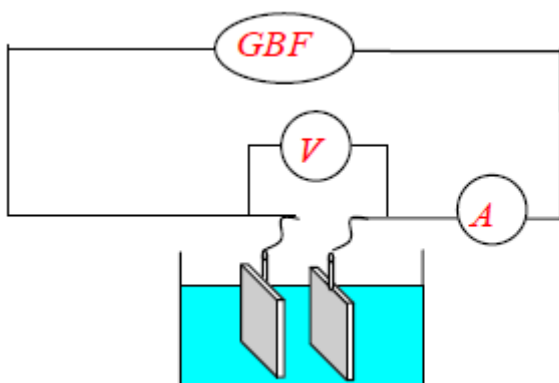
$$m = \frac{100 \times C \times V \times M}{P} = \frac{100 \times 20 \times 10^{-3} \times 0.1 \times 158.04}{91} = 0.35g$$

(2) حساب حجم الماء المضاف :

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

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

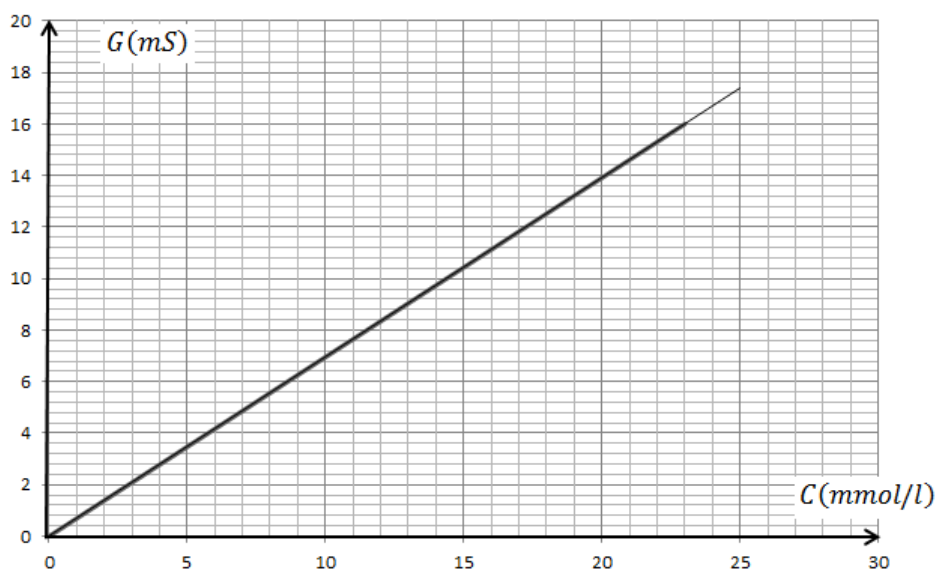
(3) التركيب التجريبي :



(4) اكمال لجداول :

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

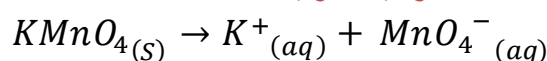
- رسم البيان : $G = f(C)$



عبارة البيان $G = a C$

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

(5) عبارة الناقلية بدلالة التراكيز والناقلات النوعية المولية :



$$[\text{MnO}_4^-] = C, \quad [\text{K}^+] = C$$

$$G = k \times \sigma = k(\lambda_{\text{K}^+} \times [\text{K}^+] + \lambda_{\text{MnO}_4^-} \times [\text{MnO}_4^-])$$

$$G = k(\lambda_{\text{K}^+} \times C + \lambda_{\text{MnO}_4^-} \times C) = k \times (\lambda_{\text{K}^+} + \lambda_{\text{MnO}_4^-}) \times C$$

حساب ثابت الخلية : $G = a C$

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

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

$$k = 5.1cm$$

$$G = \frac{I}{U} = \frac{55}{11.7} = 4.70 mS \quad (6) \text{ حساب تركيز المحلول :}$$

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

تركيز محلول القارورة :

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

(7) هذا المحلول لا يصلح بل يجب تخفيفه .

- البروتوكول التجريبي :

* حساب الحجم الواجب اخذه :

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

* يأخذ الحجم السابق بواسطة ممص مزود بإجاصة .

* يسكب هذا الحجم في حوالة 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 $NaCl(s)$ لتحضير محلول حجمه $V = 400 mL$ وتركيزه $C = 0,2 mol/L$ من عينة درجة نقاوتها $P = 80 \%$.

$$m' = \frac{100 \times 0.2 \times 58.5 \times 0.4}{80} = 5.85g \quad m' = \frac{100CMV}{P}$$

ii. استعملنا خلية قياس الناقلية المكونة من صفيحتين معدنيتين مساحة كل منهما $S = 3cm^2$ والبعد بينهما

$L = 1,5 cm$ في المحلول $(K_{(aq)}^+ + Cl_{(aq)}^-)$ فوجدنا مقاومتها $R = 50\Omega$.

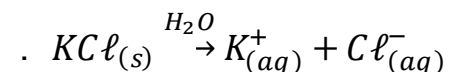
$$(1) \text{ حساب ثابت الخلية بوحدة } m \cdot k = \frac{S}{L} = \frac{3 \times 10^{-4}}{1.5 \times 10^{-2}} = 2 \times 10^{-2}m$$

(2) حساب الناقلية G للمحلول واستنتاج ناقليته النوعية σ .

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

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

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

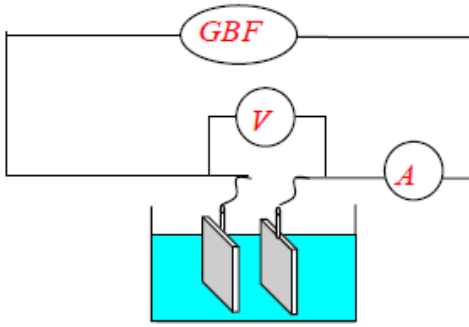


$$\sigma = \lambda_{K^+}[K_{(aq)}^+] + \lambda_{Cl^-}[Cl^-] \text{ و منه } \sigma = (\lambda_{K^+} + \lambda_{Cl^-})C \text{ إذن } C = \frac{\sigma}{(\lambda_{K^+} + \lambda_{Cl^-})}$$

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

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

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



(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 مرطبي الصفحتين $U_1 = 0,8V$ فان شدة التيار الكهربائي المار في المحلول $I_1 = 3,52mA$.

(أ) حساب الناقلية G_1 للجزء من المحلول .

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

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

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

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

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

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

وبالتالي $G_1 = \sigma_1 \times k$.

$$k = \frac{G_1}{\sigma_1} = \frac{4,4 \times 10^{-3}}{7,49 \times 10^{-2}} = 5,87 \times 10^{-2} m$$

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

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

$$\sigma_2 = (\lambda_{Rb^+} + \lambda_{Cl^-}) C$$

و منه $\sigma_2 = \lambda_{Rb^+} [Rb^+_{(aq)}] + \lambda_{Cl^-} [Cl^-_{(aq)}]$

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

$$G_2 = k (\lambda_{Rb^+} + \lambda_{Cl^-}) C$$

$$\lambda_{Rb^+} = \frac{G_2}{k \times C} = \frac{4,53 \times 10^{-3}}{5,87 \times 10^{-2} \times 5} = 7,63 \times 10^{-3} S \cdot m^2 \cdot mol^{-1}$$

(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 .

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

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

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

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

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

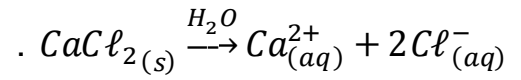
و منه $\sigma_3 = \left(\frac{1}{2} \lambda_{K^+} + \frac{1}{2} \lambda_{Rb^+} + \lambda_{Cl^-} \right) \times C$

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

$$\sigma_3 = \frac{1}{2} (\sigma_1 + \sigma_2)$$

التمرين (7)

(1) معادلة انحلال كلور الكالسيوم في الماء .



(2) معامل التمديد عند تحضير المحلول (S_2) .

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

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

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

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

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

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

نعم تتوافق هذه النتيجة مع النتيجة المحصل عليها .

(5) باستعمال البيان أوجد الناقلية النوعية المولية

الشاردية لشاردة الكلور .

البيان هو عبارة عن خط مستقيم يمر من المبدأ معادلته .

$$\sigma = aC \text{ حيث } a \text{ يمثل ميل البيان .}$$

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

$$a = \lambda_{Ca^{2+}} + 2\lambda_{Cl^{-}} \text{ . ومنه } \lambda_{Cl^{-}} = \frac{a - \lambda_{Ca^{2+}}}{2}$$

$$\lambda_{Cl^{-}} = 7,63 \times 10^{-3} \text{ S.m}^2 \cdot \text{mol}^{-1} \quad \lambda_{Cl^{-}} = \frac{27,27 \times 10^{-3} - 12 \times 10^{-3}}{2}$$

تمرين (8)

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

$$G = \frac{1}{R} = \frac{1}{21,27} = 4,7 \times 10^{-2} \text{ S}$$

$$R = \frac{6,85}{322 \times 10^{-3}} = 21,27 \Omega \quad R = \frac{U}{I}$$

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

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

$$G = \sigma k_{exp} \text{ ومنه } k_{exp} = \frac{G}{\sigma} \quad k_{exp} = \frac{4,7 \times 10^{-2}}{1,239 \times 10^{-1}} = 0,38 \text{ m}$$

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

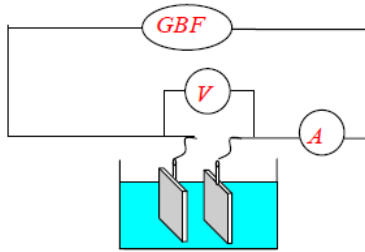
$$k_{th} = \frac{S}{L} = \frac{40 \times 10^{-4}}{10^{-2}} = 0,4 \text{ m} \text{ القيمة متقاربة .}$$

(3) نحدد ناقلية محلول ($H^+ + Cl^-$) تركيزه المولي $C = 0,01 \text{ mol/L}$ عند نفس درجة الحرارة باستعمال نفس

الخلية حيث $G = 145 \text{ mS}$. أحسب الناقلية النوعية لهذا المحلول .

$$\sigma = \frac{G}{k} = \frac{145 \times 10^{-3}}{0,4} = 0,36 \text{ S/m}$$

تمرين (9)



- (1) التركيب التجريبي المستعمل.
 (2) فسر لماذا نستعمل توترا متناوبا جيبييا 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.

$$R = \frac{U}{I} = \frac{5,42}{2,74 \times 10^{-3}} = 1978 \Omega$$

(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 $\sigma = f(C)$.

$$C_0 = \frac{m}{MV_0} = \frac{58,5 \times 10^{-3}}{58,5 \times 10 \times 10^{-3}} = 0,1 \text{ mol/L}$$

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

قانون التمديد $C_0 V_0 = CV$

$$C_2 = \frac{0,2}{20} = 0,01 \text{ mol/L} \quad C_1 = \frac{C_0 V_0}{V_1} = \frac{0,1 \times 2}{10} = \frac{0,2}{10} = 0,02 \text{ mol/L}$$

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

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

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

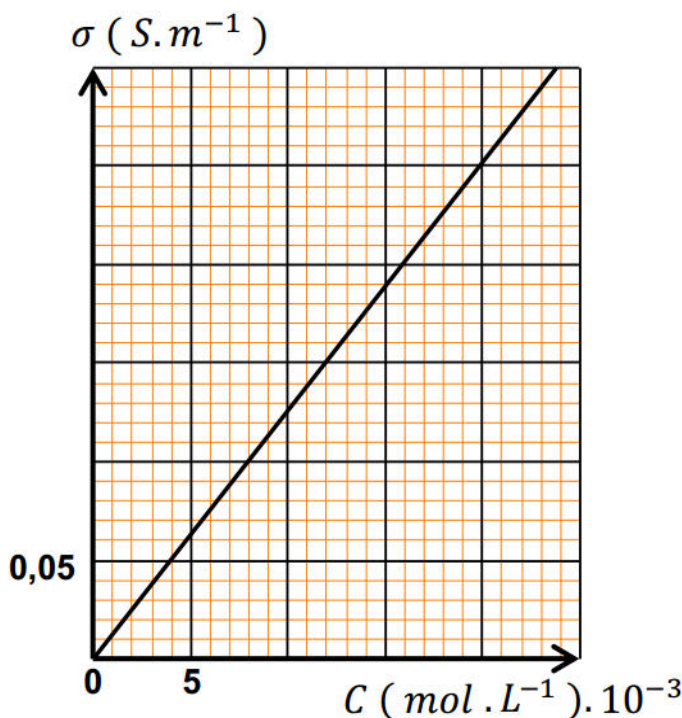
البيان عبارة عن خط مستقيم يمر من المبدأ معادلته من الشكل.

$$\sigma = aC \quad \text{حيث } a \text{ يمثل ميل البيان.}$$

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

$$\lambda_{Cl^-} = a - \lambda_{Na^+} \quad \text{ومنه } a = \lambda_{Na^+} + \lambda_{Cl^-}$$

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



التمرين (11)

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

$$G = k \sigma$$

$$G_1 = k(\lambda_{Na^+}[Na^+] + \lambda_{Cl^-}[Cl^-]) \dots (1) \text{ محلول كلور الصوديوم}$$

$$G_2 = k(\lambda_{K^+}[K^+] + \lambda_{Cl^-}[Cl^-]) \dots (2) \text{ محلول كلور البوتاسيوم}$$

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

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

$$G_2 + G_3 = k(\lambda_{K^+}[K^+] + \lambda_{Cl^-}[Cl^-]) + k(\lambda_{Na^+}[Na^+] + \lambda_{OH^-}[OH^-]) \dots (5) \text{ ومنه (2) + (3)}$$

$$(5) - (1) \text{ نجد}$$

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

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

$$G_4 = G_2 + G_3 - G_1$$

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

التمرين (12)

1) اكمل الجدول أعلاه مع التعليل .

$$C = \frac{C_0 V_0}{V} \text{ ومنه } C_0 V_0 = CV \text{ نستعمل قانون التخفيف}$$

$$C_1 = \frac{C_0 V_0}{V_1} = \frac{25 \times 50}{100} = 12,5 \text{ mmol/L}$$

$$C_2 = \frac{C_0 V_0}{V_2} = \frac{25 \times 50}{150} = 8,33 \text{ mmol/L}$$

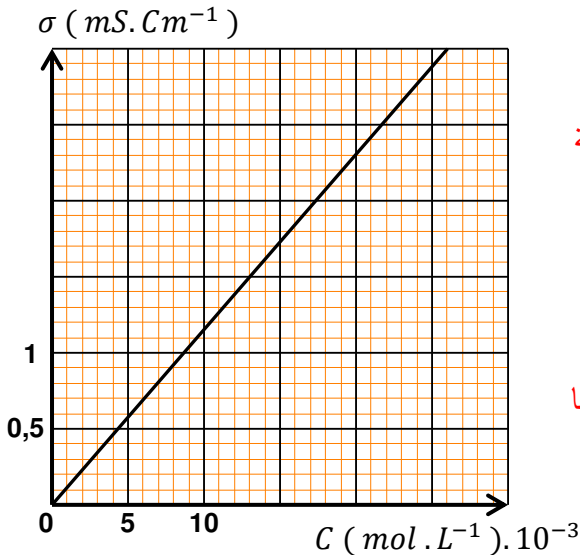
$$C_3 = \frac{C_0 V_0}{V_3} = \frac{25 \times 50}{200} = 6,25 \text{ mmol/L}$$

$$C_4 = \frac{C_0 V_0}{V_4} = \frac{25 \times 50}{250} = 5 \text{ mmol/L}$$

$$C_5 = \frac{C_0 V_0}{V_5} = \frac{25 \times 50}{300} = 4,16 \text{ mmol/L}$$

$V (cm^3)$	50	100	150	200	250	300
$\sigma (mS \cdot cm^{-1})$	2.80	1.44	0.98	0.74	0.60	0.50
$C (mol \cdot L^{-1}) \cdot 10^{-3}$	25	12,5	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 $\sigma = 2.50 \text{ mS/Cm}$ ، فكم يكون تركيزه C ؟

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

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

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

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

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

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

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

مقاربة 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 $NaCl$ الصلب هي $p = 90\%$ ، $M_{Na} = 23 \text{ g/mol}$ ، $M_{Cl} = 35,5 \text{ g/mol}$

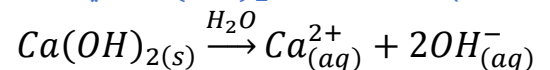
$$m = \frac{100CMV}{p}$$

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

التمرين (13)

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

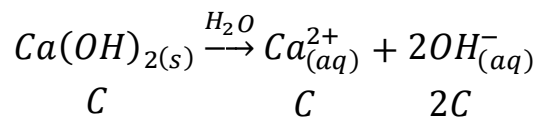
(1) معادلة ذوبان $Ca(OH)_2$ في الماء .



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

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

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



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

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

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

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

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

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

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

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

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

$$\sigma = 0,516 S/m$$

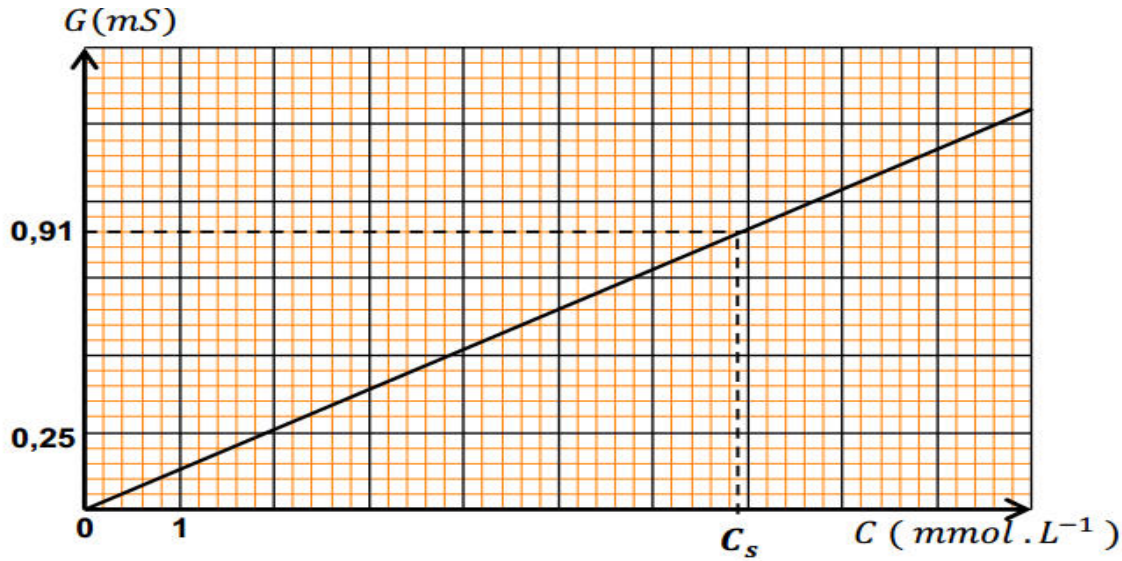
i. نريد تحديد تركيز محلول مائي (S) لكلور البوتاسيوم ($K_{(aq)}^{+} + Cl_{(aq)}^{-}$) بواسطة قياس الناقلية .

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

لا تتغير الناقلية .

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

$C (mmol \cdot L^{-1})$	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

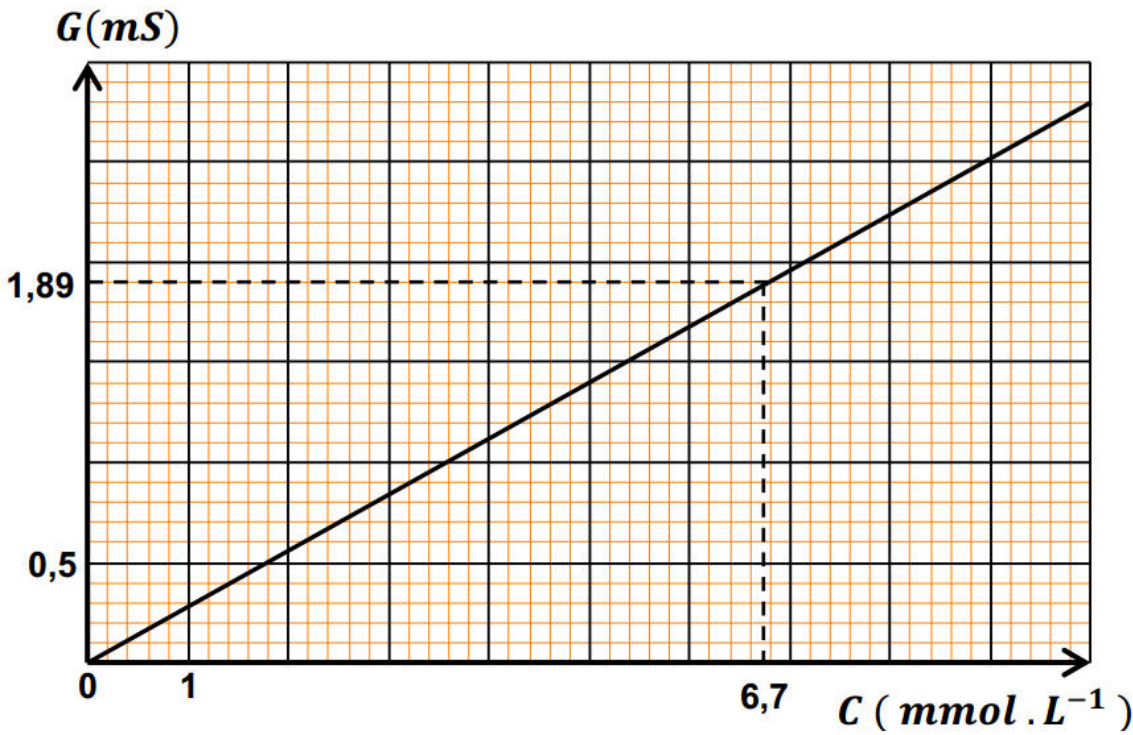


(3) استنتج بيانيا التركيز المولي للمحلول (S) . $C_s = 6,9 mmol \cdot L^{-1}$

(4) لو أن التركيز المولي للمحلول (S) يفوق عشرة 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 $G_a = 293 \text{ mS}$.
 أ) هل يمكن استنتاج التركيز المولي لمحلول الحقنة مباشرة باستعمال هذا المنحنى. علل جوابك.
 كما نلاحظ أن $G_{max} = 2,78 \text{ mS}$ لا يمكن استنتاج التركيز المولي لمحلول الحقنة مباشرة باستعمال هذا المنحنى لأن G_a خارج المجال.

ب) باعتبار القيمتين $G_a = 293 \text{ mS}$ و $G = 2,78 \text{ mS}$ ، 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 يعطى قياس ناقلية المحلول المخفف عند نفس الشروط التجريبية القيمة $G_d = 1,89 \text{ mS}$.

أ) استنتج قيمة التركيز المولي C_d للمحلول المخفف. تم التركيز المولي C_a لمحلول الحقنة.
 من البيان $C_d = 6,7 \text{ mmol.L}^{-1}$.

$$C_a = 200 \times C_d$$

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

ب) احسب قيمة الكتلة m .

$$m = C_a MV$$

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

التمرين (15)

(1) قيمة المساحة المغمورة في المحلول من الصفيحتين

$$G = \sigma \frac{S}{L} \text{ ومنه } S = \frac{G \cdot L}{\sigma}$$

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

(2) المسافة الفاصلة بين الصفيحتين

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

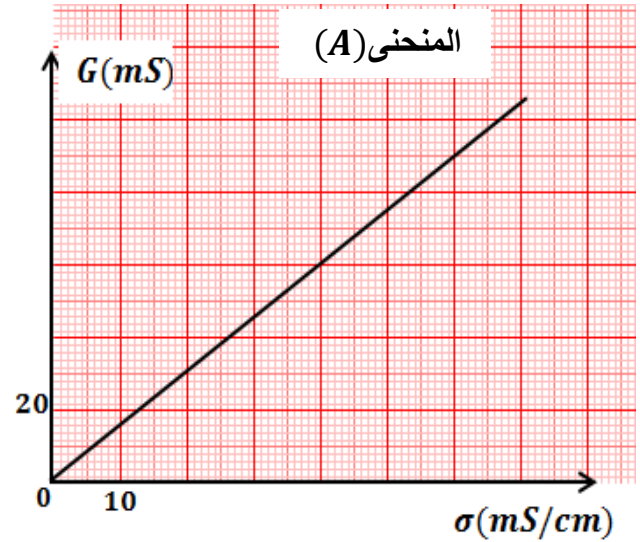
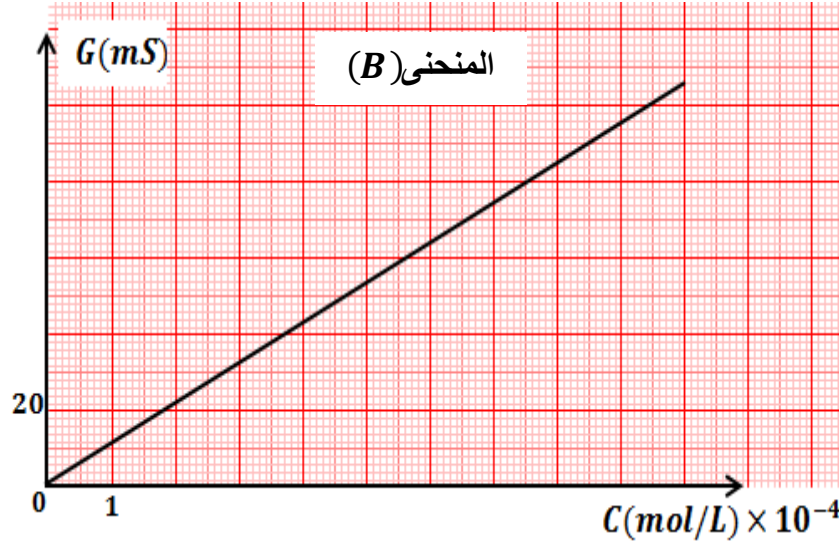
التمرين (15)

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



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

نحضر في المختبر عدة محاليل لفلوريد الصوديوم تراكيزها مختلفة ونجري مجموعة من القياسات عند درجة الحرارة ($25^{\circ}C$) وبنفس خلية قياس الناقلية ، تحصلنا على المنحنيين التاليين:



- 1- أكتب المعادلة البيانية للمنحنى (A).
 - 2- ما هو المقدار الفيزيائي الذي يمثل ميل المنحنى (A) ، علل جوابك ثم اوجد قيمة هذا المقدار بالوحدة الدولية.
 - 3- نذيب قرص واحد من فلوريد الصوديوم في $V = 50 \text{ mL}$ من الماء المقطر فنحصل على محلول مائي (S) تركيزه المولي C القياسات التجريبية في نفس الشروط السابقة أعطت النتائج التالية: $U = 1,5 \text{ V} / I = 75 \text{ mA}$
 - أ- أكتب معادلة انحلال فلور الصوديوم في الماء
 - ب- احسب الناقلية G للمحلول (S).
 - ج- استنتج الناقلية النوعية σ للمحلول (S).
 - د- بالاعتماد على المنحنى (B) اوجد التركيز المولي C للمحلول (S).
- هـ- استنتج كتلة فلوريد الصوديوم في القرص الواحد . يعطى: $(NaF) = 42 \text{ g} \cdot \text{mol}^{-1}$
- 4- نحضر أربعة كؤوس بيشر ونضع في كل كأس 50 mL من محلول فلوريد الصوديوم تركيزه المولي C ، و نجري سلسلة من التجارب كما هو مبين في الجدول التالي:

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

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

حل التمرين (15)

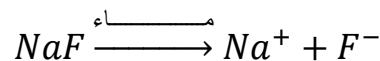
1- كتابة المعادلة البيانية للمنحنى (A):

المنحنى $G = f(\sigma)$ خط مستقيم يمر بالمبدأ معادلته من الشكل: $G = a \times \sigma$ حيث: a
 $a = \frac{\Delta G}{\Delta \sigma} = \frac{60-0}{40-0} = 1,5 \text{ Cm} = 1,5 \times 10^{-2} \text{ m}$ إذن: (1) $G = 1,5 \times \sigma$

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

لدينا نظريا: (2) $G = K \times \sigma$ نجد: (1) و (2) نجد: $a = K$
 الميل يمثل ثابت الخلية $K = 1,5 \times 10^{-2} \text{ m}$
 -3

أ- كتابة معادلة انحلال فلور الصوديوم في الماء:



ب- حساب الناقلية G للمحلول (S):

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

ج- استنتاج الناقلية النوعية σ للمحلول (S):

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

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

د- ايجاد التركيز المولي C للمحلول (S):

من أجل $G = 50 \text{ mS}$ بالإسقاط على المنحنى (B) نجد: $C = 4,6 \times 10^{-4} \text{ mol.L}^{-1}$
 هـ- استنتاج كتلة فلوريد الصوديوم في القرص الواحد:

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

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

• 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 .