قياس الناقلية

1 - المحاليل المائية

1 - الخلائط والمحاليل المائية

نشاط: التمييز بين الخلائط المتجانسة واللامتجانسة.

- **الأدوات:** أنابيب اختبار، مواد كيميائية، بيشر، زجاجات ساعة.

التجربة

- خذ أنابيب اختبار ورقمها من 1 إلى 10 كما في الجدول ثم أملأها بالماء المقطر إلى الثلثين تقريبا.

رقم الأنبوب	المادة المضافة	رقم الأنبوب	المادة المضافة
1	(a) برمنغنات البوتاسيوم	6	(f) كحول إيثيلي
2	(b) كلور الصوديوم	7	(g) شراب النعناع
3	(c) كبريتات النحاس	8	(h) كبريتات الباريوم
4	(d) سكر	9	(k) زيت
5	(e) سكر+ كلور الصوديوم	10	(m) رمل

- أضف لكل أنبوب المادة المقترحة في الجدول، مع رجها قليلا ثم اتركها تهدأ.
- ماذا تلاحظ في كل أنبوب ؟.
- أكمل الجدول التالي بوضع علامة X في الخانة المناسبة مع التعليل.

رقم الأنبوب	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
خليط متجانس										
خليط غير متجانس										

أكمل العبارات التالية:

الخليط مزيج من ..... أو أكثر، نعتبره غير ..... إذا أمكن تمييز ..... بالعين المجردة، وإذا تعذر ذلك نقول أنه ..... ونسميه حينئذ محلولا.

2 - المحاليل المائية

نشاط1: مفهوم المحلول المائي.

الأدوات: 4 أنابيب اختبار، برمنغنات البوتاسيوم (a)، كلور الصوديوم (b)، كبريتات النحاس (c)، سكر(d) ، ماء مقطر

التجربة

خذ أربعة أنابيب اختبار ورقمها من 1 إلى 4، ثم املأ الأنابيب بالماء المقطر إلى الثلثين تقريبا، ضع في كل أنبوب المادة المناسبة كما في الشكل وقم برج وتحريك المحاليل.

- ماذا تلاحظ في كل أنبوب؟ كيف تفسر توزع اللون في الأنبوب الأول والثالث؟

أكمل العبارات التالية: المحلول المائي خليط متجانس يتكون من مادتين أو .....، لا يمكن أن نميز بينها بالعين المجردة، وتكون لجميع أجزائه نفس .....

قياس الناقلية

أكمل العبارات التالية :

لغاز كلور الهيدروجين جزيء .... ، لذلك ..... بشراهة في الماء. فعند ضغط 1 بار ينحل 13.5mol في1L من الماء. ذرة الكلور مثل ذرة الأكسجين لها ..... أكبر من ذرة الهيدروجين. فهي تجذب الزوج الإلكتروني للرابطة بين الكلور ..... ، لتتشكل شحنة عنصرية ..... على ذرة الكلور وشحنة عنصرية موجبة على ذرة ..... ، إذن هذه الرابطة مستقطبة.

3- محلول كلور الهيدروجين

نشاط : محلول كلور الهيدروجين يحتوي شوارد.

الأدوات : الأمبير متر، أسلاك توصيل، قاطعة، وعاء، بطارية، محلول HCl.

تجربة 1

املأ الوعاء إلى ثلثي حجمه بمحلول مائي لـ HCl ، ثم أغمس فيه لبوسين من النحاس، وأوصله على التسلسل مع أمبير متر، ومولد، وقاطعة.

- ارسم الدارة الكهربائية.
- هل المحلول يمرر التيار الكهربائي ؟
- هل محلول كلور الهيدروجين شاردي ؟
- أكتب معادلة التفاعل أثناء الانحلال.

أكمل العبارات التالية :

يمر ..... في المحلول المائي لكلور الهيدروجين فنستنتج أن انحلال ..... في الماء يصاحبه تشكل شاردة ..... وشاردة الهيدرونيوم .....

WWW.DZPEN.COM | قلم الجزائر

تحضير المحاليل الكيميائية

1 – التركيز المولي

عندما نحضر محلولا مائيا لجسم صلب شاردي فإننا نضع كمية من مادته في حجم من الماء المقطر ثم نحرك حتى تنحل فيه. فمثلا، حمض الأزوت وحمض كلور الماء وحمض الكبريت تنحل كلية في الماء مشكلة شوارد وفق المعادلات:

$$HNO_3 + H_2O \longrightarrow H_3O^+_{aq} + NO_{3\,aq}^-$$

$$H_2SO_4 + 2H_2O \longrightarrow 2H_3O^+_{aq} + SO_4^{2-}{}_{aq}$$

$$HCl + H_2O \longrightarrow H_3Oaq^+ + Cl^-_{aq}$$

عند انحلال NaCl في الماء تتشكل شوارد Na^+ و Cl^- وفق المعادلة:

$$NaCl \longrightarrow Na^+_{aq} + Cl^-_{aq}$$

نعرف التركيز المولي للمذاب والتركيز المولي للشوارد في المحلول كما يلي :

التركيز المولي C_A(mol/L) للمذاب A هو النسبة بين n_A(mol) عدد مولات المذاب A في المحلول (بالمول) و V(L) حجم المحلول باللتر أي: $C_A = \frac{n_A}{V}$ $\quad [X] = n/V$

2 – التركيز المولي للشوارد في المحلول

نعرف التركيز المولي للشاردة ونرمز له $[X]$ بأنه النسبة بين n عدد مولات الشاردة X في المحلول (بالمول) و V حجم المحلول باللتر. أي: $[X] = \frac{n_x}{V}$

والعلاقة بين $[X]$ و C_A فيمكن إيجادها اعتمادا على جدول تقدم التفاعل Tableau d'avancement

$$H_2SO_4 + 2\,H_2O \longrightarrow 2\,H_3O^+ + SO_4^{2-}$$

النوع الكيميائي	H_2SO_4	H_3O^+	SO_4^{2-}
الكمية الابتدائية	n_0	0	0
الكمية بعد الانحلال	0	$2n_0$	n_0

من الجدول لدينا: $C_A = n_0 / V$ و $[H_3O^+] = 2.n_0 / V$ و $[SO_4^{2-}] = n_0 / V$

ومنه نجد: $[H_3O^+] = 2.C_A$ و $[SO_4^{2-}] = C_A$

WWW.DZPEN.COM | قلم الجزائر

قياس الناقلية

2 – النقل الكهربائي للمحاليل الشاردية

1 – التيار الكهربائي والمحاليل

نشاط 1 : تبرز بعض الشوارد لونا مميزا لها في المحاليل المائية التي تحتويها.

الأدوات : بيشر، أنابيب اختبار، كبريتات البوتاسيوم K_2SO_4 ، كبريتات النحاس $CuSO_4$، بيكرومات البوتاسيوم $K_2Cr_2O_7$، ماء.

التجربة

– ما هي الشوارد المشكلة لهذه الأملاح؟

– ذوب كمية من كل ملح في أنبوب اختبار. ماذا تلاحظ في كل أنبوب؟

– ما هو لون كل محلول؟ لأي سبب ترجع اللونين الناتجين؟ علّل إجابتك.

– لماذا قمنا بتحضير المحلول غير الملون؟ ما دوره هنا؟ اشرح.

استنتج بإكمال العبارات التالية

– يحتوي محلول كبريتات النحاس على شاردتي .... و..... ولونه ..... .

– يحتوي محلول كبريتات البوتاسيوم على شاردتي .... و..... ولا ..... له.

– يحتوي محلول بيكرومات البوتاسيوم على شاردتي .... و..... ولونه .....

– إذن يعود اللون .... لمحلول كبريتات النحاس لاحتوائه شوارد .... فقط بينما يعود اللون .... لمحلول بيكرومات البوتاسيوم لاحتوائه شوارد .... فقط لأن شاردتي ..... و.... لا تلون المحلول المائي الذي يحتويها وذلك ما لحظناه عن تذويب بلورات من .... في الماء.

نشاط 2 : التيار الكهربائي في المحاليل ناتج عن انتقال الشوارد

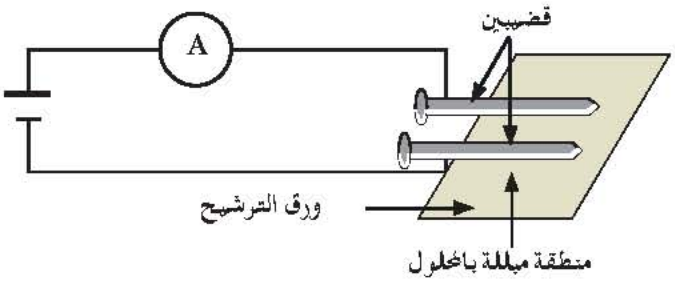
الأدوات : ورقة ترشيح، محاليل Na_2SO_4، $CuSO_4.5H_2O$ و$K_2Cr_2O_7$، مولد توتر مستمر، لبوسين (صفيحتين صغيرتين من النحاس مثلا)، أمبيرمتر، أسلاك توصيل.

التجربة

– خذ ورقة ترشيح، بللها بمحلول K_2SO_4 وضع عليها اللبوسين المتقابلين ثم اغلق الدارة (أنظر الشكل).

– افرغ بين الصفيحتين مزيجا من $CuSO_4.5H_2O$ و$K_2Cr_2O_7$،

– صف ماذا تشاهد على الورقة بعد غلق الدارة مباشرة .



– هل يمر التيار في الدارة؟

– صف ماذا يحدث بعد مدة (10 دقائق أو أكثر)؟

– حدد اللون الظاهر على ورقة الترشيح من جانب المصعد ومن جانب المهبط. كيف تفسر ذلك ولماذا؟

– ما طبيعة التيار الكهربائي في المحاليل الشاردية؟ اشرح آلية حدوثه.

– قارن آلية النقل الكهربائي في المعادن مع آلية النقل الكهربائي في المحاليل الشاردية مبرزا مميزاتها.

WWW.DZPEN.COM | قلم الجزائر

الناقلية النوعية لمحلول شاردي

1. الناقلية النوعية σ لمحلول شاردي

بالتعريف الناقلية G لجزء من محلول محصور بين لبوسين ناقلين مساحة كل منهما S والبعد بينهما L تعطى بالعلاقة: $G = \sigma \frac{S}{L}$ حيث المقدار $\frac{S}{L}$ يميز الخلية المستعملة في القياس ويسمى ثابت الخلية.

نسمي المقدار σ الناقلية النوعية للمحلول وحدتها Siemens/mètre

يعتبر σ مؤشرا على قدرة المحلول لنقل التيار الكهربائي.

2. علاقة التركيز C بالناقلية النوعية σ لمحلول

من العلاقة السابقة $G = \sigma \frac{S}{L}$ نكتب $\sigma = G \frac{L}{S}$ وبما أن $\frac{L}{S}$ مقدار ثابت فان σ تتناسب طردا مع G.

باستخدام مخطط المعايرة للخلية وجدنا سابقا $G = kC$ وبما أن σ تتناسب طردا مع G فالناقلية النوعية σ تتناسب اذن طردا مع التركيز C للمحلول.

النتيجة في محلول شاردي مخفف تركيزه صغير (أقل من 0.01mol/L)، الناقلية النوعية σ تتناسب طردا مع التركيز C للمحلول. ونكتب $\sigma = \lambda . C$

3. الناقلية النوعية المولية λ للمذاب

من الفقرة السابقة رأينا أن الناقلية النوعية σ لمحلول تتناسب طردا مع التركيز C لمحلول .نسمي ثابت تناسب الناقلية النوعية المولية للمذاب أو الحلالة (وهي في تجربتنا ملح كلور الصوديوم) ونرمز له λ ونكتب $\sigma = \lambda . C$

ونستنتج : $\lambda = \frac{\sigma}{C}$ حيث C : تركيز المحلول وحدته mol/m^3

σ : الناقلية النوعية للمحلول وحدتها : $S.m^{-1}$ و λ: الناقلية النوعية المولية للمذاب وحدتها : $S.m^2.mol^{-1}$

4. الناقلية النوعية المولية λ_{X^+} للشاردة الموجبة ،وλ_{X^-} للشاردة السالبة

لدينا مم سبق $G = I/U$ أين I هي شدة التيار الكلي الذي يسري في المحلول والذي نعلم أنه ناتج عن حركتي الشحنات (الشوارد) الموجبة والسالبة في اتجاهين متعاكسين أي أن التيار الكلي هو مجموع التيارين وشدته تساوي شدة تيار الشحنات الموجبة + شدة تيار الشحنات السالبة في المحلول أي $I = I(x^+) + I(x^-)$ حيث $I(x^+)$ شدة التيار الناتج عن حركة الشحنات الموجبة، و$I(x^-)$ شدة التيار الناتج عن حركة الشحنات السالبة أي يمكن كتابة علاقة الناقلية على النحو التالي : $G = I(x^+)/U + I(x^-)/U$ لتصبح: $G = G(x^+) + G(x^-)$

حيث : $G(x^+)$ ناقلية الشحنات الموجبة أي تعبر عن مساهمة هذه الشوارد في ناقلية المحلول،

و $G(x^-)$ ناقلية الشحنات السالبة وبما أن σ تتناسب طردا مع G، إذن يمكن كتابة العلاقة على الشكل التالي $\sigma = \sigma(x^+) + \sigma(x^-)$ وبالتعويض في العلاقة $\sigma = \lambda . C$

نكتب: $\sigma(x^+) = \lambda(x^+).C$ و $\sigma(x^-) = \lambda(x^-).C$ أي: $\sigma = \lambda.C = [\lambda(x^+) + \lambda(x^-)].C$

ومنه نجد أن الناقلية النوعية المولية الشاردية λ للمذاب تساوي مجموع الناقليتين النوعيتين الموليتين للشاردتين الموجبة والسالبة المحتواة في المحلول : $\lambda = \lambda_{X^+} + \lambda_{X^-}$

تنبيه هام: الناقلية النوعية المولية λ للشاردة مقدار فيزيائي خاص بكل شاردة ولا يتعلق إلا بدرجة الحرارة

فمثلا، حسب العلاقة السابقة، في محلول كلور الصوديوم نكتب: $\lambda = \lambda_{Cl^-} + \lambda_{Na^+}$

فتكون الناقلية النوعية لمحلول كلور الصوديوم حيث $[Na^+] = [Cl^-] = C$:

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

قانون كولروش (Kohlrausch)

في محلول شاردي مخفف يحتوي على الشوارد الموجبة X^+ والشوارد السالبة X^- تركيزهما $[X^+]$، و$[X^-]$ على الترتيب، الناقلية النوعية للمحلول σ تحسب بالعلاقة: $\sigma = [X^+].\lambda_{X^+} + [X^-].\lambda_{X^-}$

وعندما يحتوي المحلول على عدة شوارد مختلفة، يمكن بنفس الطريقة البرهان أن الناقلية النوعية σ للمحلول تساوي مجموع جداء الناقلية المولية النوعية لكل شاردة في تركيزها وهو ما يعرف قانون كولروش:

$$\sigma = \Sigma([X^+].\lambda_{X^+} + [X^-].\lambda_{X^-})$$

جدول قيم الناقلية النوعية المولية لبعض الشوارد في درجة الحرارة 25°C

المهبطيات		المصعديات	
الصيغة	$\lambda(mS.m^2.mol^{-1})$	الصيغة	$\lambda(mS.m^2.mol^{-1})$
H_3O^+	35.0	HO^-	19.9
Na^+	5.01	Cl^-	7.63
K^+	7.35	Br^-	7.81
Ag^+	6.19	I^-	7.70
Ca^{2+}	11.9	NO_3^-	7.14
Fe^{2+}	10.7	SO_4^{2-}	16.0
Fe^{3+}	20.4	HCO_3^-	5.46
Mn^{2+}	10.7	CO_3^{2-}	13.9
Zn^{2+}	10.6	PO_4^{3-}	27.9
NH_4^+	7.35	MnO_4^-	6.10
$1/3\ Al^{3+}$	6.10	$CH_3\text{-}COO^-$	4.09
$\frac{1}{2}\ Mg^{2+}$	5.30	$H\text{-}COO^-$	5.46
$1/3\ Cr^{3+}$	6.70	$\frac{1}{2}\ SO_4^{2-}$	8.00
$\frac{1}{2}\ Pb^{2+}$	7.10	$\frac{1}{2}\ S_2O_8^{2-}$	8.60
$\frac{1}{2}\ Ba^{2+}$	6.36	$\frac{1}{2}\ CrO_4^{2-}$	8.50

WWW.DZPEN.COM | قلم الجزائر

طرح الاشكالية :

نريد في هذه الدراسة أن نحدد كمية المادة لكلور الصوديوم NaCl المنحلة في 1L من المصل الفيزيولوجي عن طريق قياس الناقلية G للمحلول ومقارنتها مع القيم المدونة على العلبة (أنظر الصورة)، للتأكد من مدى إحترام الصانع لمعايير الجودة.

– اقترح بروتوكولا تجريبيا يمكنك من الوصول إلى حل الإشكالية المطروحة.

– اشرح في فقرة قصيرة خطوات البروتوكول التجريبي المقترح.

– أعط قائمة الأدوات المستعملة أثناء كل تجربة

–ارسم التجهيز التجريبي المستعمل في كل خطوة موضحا البيانات.

– دون القياسات اللازمة في كل تجربة واحسب كمية المادة للملح NaCl المنحلة في 1L من المصل.

–قارن نتائج القياس بالقيم المكتوبة على العلبة.

– هل الصانع يحترم معايير الجودة إذا علمت أن الخطأ المسموح به في قياس الكتلة هو ±5% ؟

الحل

البروتوكول التجريبي المقترح :

I. معايرة خلية قياس الناقلية المستعملة في قياس ناقلية المصل الفيزيولوجي وتتم وفق الخطوات الآتية:

1 – تحضير محاليل قياسية من كلور الصوديوم تركيزها : $10^{-3}\ mol/L < C < 10^{-2}\ mol/L$

2 – قياس الناقلية G لجزء من هذه المحاليل المحصورة بين لبوسي خلية القياس

3 – رسم البيان $G = f(C)$ (مخطط المعايرة لخلية قياس الناقلية)

II. تخفيف المصل الفيزيولوجي (Serum)، ثم قياس ناقليته بنفس خلية القياس المستعملة وفي نفس درجة الحرارة ومطابقة قيمتها على المخطط $G = f(C)$، واستنتاج قيمة التركيز C لمحلول المصل المخفف والمحلول الأصلي.

III. حساب كمية المادة والكتلة في 1L من المصل الفيزيولوجي ومقارنته مع القيمة المكتوبة في العلبة ثم استنتاج مدى إحترام الصانع لمعايير الجودة.

أدوات التجربة :

خلية قياس الناقلية، أمبيرمتر، فولط متر، أسلاك توصيل، مصل فيزيولوجي من كلور الصوديوم، مولد (f = 500 Hz و GBF U = 1.5V)

شرح خطوات التجربة :

نقوم في البداية برسم مخطط المعايرة لخلية قياس الناقلية التي سوف نستعملها في عملية القياس وذلك بقياس ناقلية المحاليل ذات التراكيز المعروفة حيث : $10^{-3}\ mol/L < C < 10^{-2}\ mol/L$.

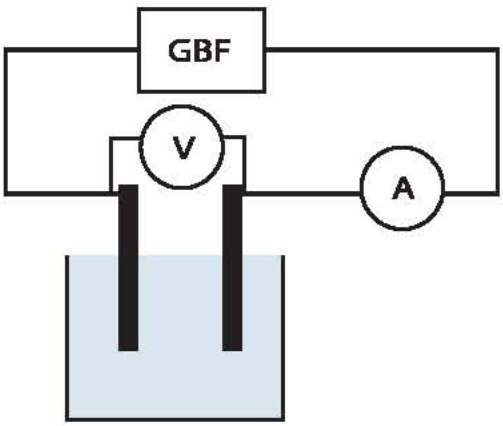
حساب تركيز مصل فيزيولوجي Sérum physiologique عن طريق قياس الناقلية

نبدأ بتحضير محلول تركيزه 10^{-2} mol/L وحجمه 1L بحساب كتلة الملح اللازم إذابتها في 1L من الماء المقطر باستخدام العلاقة المعطاة في البطاقة التقنية لتحضير المحاليل مع الأخذ بعين الاعتبار درجة النقاوة d المكتوبة في العلبة وهي $m = C.V.M/d$.

أين C: تركيز المحلول المطلوب (0.01 mol/L)، V: حجم المحلول المطلوب تحضيره (1L)، M: الكتلة المولية لملح كلور الصوديوم $M = 58.5\ g/mol$ و d: درجة النقاوة المكتوبة في العلبة التي تحتوي الملح.

1 – نذيب كمية الملح المحسوبة في كمية قليلة من الماء المقطر داخل حوجلة نظيفة ثم نكمل الحجم إلى 1L وهذا المحلول سوف نستعمله في تحضير محاليل حجمها V= 100 mL مخففة لقايس ناقليتها.

– باستخدام قانون التخفيف $C.V=C_1.V_1$ نحسب V_1 الذي نأخذه من المحلول المحضر سابقا وحجمه 1L وتركيزه $C_1 = 0.01mol/L$ لنضيف إليه الحجم V_2 من الماء المقطر فنحصل على المحلول المخفف وحجمه $V= V_1 + V_2 = 100mL$.



2 – نحضر عشرة محاليل مختلفة التراكيز حسب الجدول أسفله.

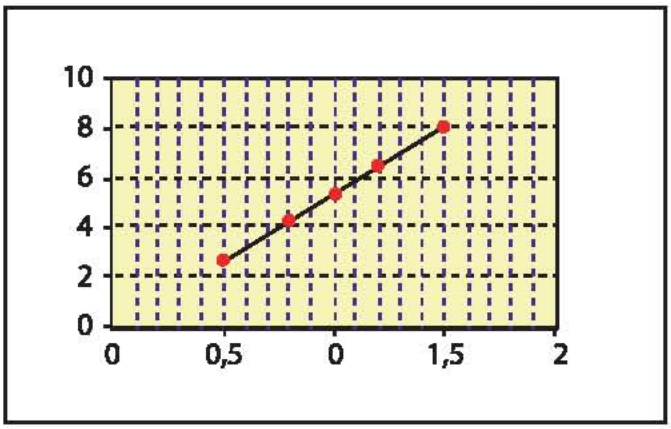
3 – نركب الدارة الموضحة باستخدام مولد GBF (U = 0.5V و f = 500 Hz) ونقيس في كل مرة شدة التيار I المار في الدارة وU فرق الكمون بين لبوسي خلية القياس فتكون القياسات كما في الجدول:

ملاحظة: يجب التدرج في اخذ القياسات باستعمال المحلول المخفف ثم الأكثر تركيز أي نبدأ بالمحلول 1... إلى10. وهذا لتفادي تغير التركيز. كما لا ننسى أن نغسل بشكل جيد الخلية بالماء المقطر ثم تنشيفها قبل إعادة استعمالها.

رقم المحلول	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
V(ml)	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100
V_2(ml)	10	80	70	60	50	40	30	20	10	0
V_1(ml)	90	20	30	40	50	60	70	80	90	100
C(mmol/L)	1.0	2.0	3.0	4.0	5.0	6.0	7.0	8.0	9.0	10.0
U (V)	1.50	1.50	1.50	1.50	1.50	1.50	1.50	1.50	1.50	1.50
I (mA)	1.31	2.63	3.92	5.25	6.54	7.85	9.16	10.5	11.8	13.1
G (mS)	0.87	1.75	2.61	3.50	4.36	5.23	6.11	7.00	7.87	8.73

عمل تطبيقي معلول

WWW.DZPEN.COM | قلم الجزائر



● **مخطط المعايرة**

نرسم على ورق مليمتري مخطط المعايرة لهذه الخلية أو نستعين بالبرنامج EXCEL لرسم المخطط G = f(C) فيكون البيان كما يلي :

● **قياس شدة التيار**

– لا نعاير المصل الفيزيولوجي مباشرة بل نخففه حتى يقل تركيزه ونتبع الطريقة التالية :

– نأخذ 20mL من المصل الفيزيولوجي ونفرغها في حوجلة مغسولة بالماء المقطر وناشفة ثم نضيف إليها 480mL من الماء المقطر ليصبح لديك حجم 500mL من محلول المصل الفيزيولوجي وهو محلول لملح كلور الصوديوم مخفف 25 مرة (يجب تخفيف المصل الفيزيولوجي 25 مرة لنقوم بقياس ناقليته).

نضع المحلول المخفف من المصل في كأس بيشر وندخل فيه الخلية ثم نغلق الدارة ونقيس شدة التيار الكهربائي المار فيه فنجدها I=7.95mA

● **حساب الناقلية G_1** : لدينا $G_1 = I/U$ ومنه $G_1 = 7.95 * 10^{-3} / 1.5$ نجد $G_1 = 5.30.10^{-3}$ S

ومنه : $G_1 = 5.3mS$

● **حساب تركيز المحلول المخفف للمصل**

نستغل المخطط G= f(C) بحيث نحدد عليه النقطة التي توافق القيمة $G_1 = 5.30mS$ وبالإسقاط على المحور C نجد $C_1 = 6.1$ mmol/L

● **حساب التركيز المولي للمصل (غير المخفف)**

وجدنا تركيز المصل المخفف $C_1 = 6.1m$ mol/L حيث حجمه $V_1 = 500ml$ والمحلول الأصلي (غير المخفف) حجمه $V_2 = 20$ ml إذن باستخدام قانون التخفيف $C_2.V_2 = C_1.V_1$ نجد $C_2 = C_1.V_1 / V_2$

$C_2 = 6.1*500/25 = 152.5$ mmol/L =0.152mol/L ومنه $C_2 = 0.152mol/L$

● **تحديد كمية المادة** :

كمية المادة لكلور الصوديوم المنحلة في 1L من المصل الفيزيولوجي هي عدد المولات ونحسبه بالقانون n=C.V

أي $n=0.152*1=0.152mol$ ومنه نحصل : $n = 0.152$ moL

● **حساب كتلة كلور الصوديوم المنحلة في 1L من المصل الفيزيولوجي** :

لدينا $m = n*M$ حيث M الكتلة المولية لكلور الصوديوم M =23+35.5=58.5g/mol

ومنه $m = 0.152 . 58.5 = 8.89$ g/L أي : $m = 8.89$ g/L

في علبة المصل نجد أن التركيز الكتلي يساوي0.9% علما أن الخطأ المسموح به هو ±5%

أو بتعبير كتلي $8.55 \leq m \leq 9.45$ وبما أننا وجدنا الكتلة المنحلة 8.89g/L فهي محصورة في مجال الخطأ المسموح به، ولذلك يمكن القول أن **الصانع يحترم مقاييس الجودة.**

أحتفظ بالأهم

- المحلول هو خليط متجانس من نوعين كيميائيين أو أكثر، لا يمكن تمييز مكوناته بالعين المجردة .
- نسمي النوع الكيميائي الذي تكون كمية مادته أكبر في المحلول بالمذيب أو المحل والنوع الكيميائي الذي تكون كمية مادته أقل بالمذاب أو الحلالة.
- المحلول المائي يكون فيه الماء هو المذيب والأجسام المنحلة فيه بكمية مادتها أقل.
- يتميز المحلول المائي لنوع كيميائيX بتركيزه المولي C حيث $C = n(X)/V$
حيث : V حجم المحلول وn(X) : عدد مولات النوع الكيميائي X.
أو $C = m/M.V$ حيث m: كتلة النوع الكيميائي المذاب X ، وM : كتلته المولية.
- الناقلية G لناقل كهربائي، مقدار فيزيائي يساوي النسبة بين شدة التيار I المار فيه وفرق الكمون U المطبق بين طرفيه أي: $G=I/U$
- في نظام الوحدات الدولية، تقدر الناقلية بالسيمانس Siemens ورمزه S.
- تتعلق ناقلية محلول مائي بخصائص خلية القياس والناقلية النوعية للمحلول: $G = \sigma.S/L$
حيث: S سطح لبوسي الخلية و L البعد بينهما وσ الناقلية النوعية للمحلول
- نسمي المقدار $K = S/L$ ثابت الخلية ونكتب العلاقة على الشكل: $G = K.\sigma$
- تتعلق الناقلية النوعية للمحلول σ بعدة عوامل وهي: تركيز المحلول، طبيعة الشوارد ودرجة الحرارة
- في محلول شاردي مخفف يحتوي على الشوارد الموجبة X^+ والشوارد السالبة X^- تركيزهما $[X^+]$ و$[X^-]$ على الترتيب، الناقلية النوعية للمحلول σ تحسب بالعلاقة : $\sigma = [X^+].\lambda_{X^+} + [X^-].\lambda_{X^-}$
λ_{X^+}: الناقلية النوعية المولية الشاردية للشاردة X^+ و λ_{X^-}: الناقلية النوعية المولية الشاردية للشاردة X^-
الناقلية النوعية المولية الشاردية ثابت فيزيائي يتعلق بطبيعة الشاردة ودرجة الحرارة فقط.
تعطي الجداول الفيزيائية قيم λ_{X^+} و λ_{X^-} في درجة الحرارة 25°C .
$[X^+]$: التركيز المولي للشاردة X^+ و$[X^-]$ التركيز المولي للشاردة X^- في المحلول بـ . $mol.m^{-3}$
- في حالة محلول يحتوي عدة شوارد فان الناقلية النوعية المولية للمحلول تحسب بالعلاقة

$$\sigma = \Sigma(\lambda_{X^+}.[X^+] + \lambda_{X^-}.[X^-])$$

- كل خلية قياس الناقلية تتميز بمخطط معايرة $G=f(C) =k.C$ عند درجة حرارة ثابتة وهو بيان تغيرات الناقلية G للمحلول المحصور بين لبوسيها بدلالة التركيز C. يمكن استخدامه لقياس تركيز محلول مجهول قمنا بقياس ناقلية جزء منه بين لبوسي هذه الخلية.

أحتفظ بالأهم

تمارين... تمارين..

1 أجب بصحيح أم خطأ

1 – التيار الكهربائي في المعادن ناتج عن حركة الإلكترونات الحرة بينما في المحاليل فهو ناتج عن حركة الشوارد الموجبة نحو المصعد والسالبة نحو المهبط.

2 – تتكون خلية قياس الناقلية أساسا من سطحين ناقلين متوازيين سطحهما S وتفصلهما مسافة L.

3 – يمكن كتابة العلاقة $G = I/U = \sigma\ S/L = 1/R$ حيث R مقاومة جزء المحلول المحصور بين سطحي خلية قياس الناقلية.

4 – تتعلق الناقلية النوعية σ لجزء من محلول كيميائي بنوع الشوارد X_i في المحلول وتركيزها $[X_i]$ ونكتبها $\sigma = \lambda_1 [X_1] + \lambda_2 [X_2] + \lambda_3 [X_3] + \lambda_4 [X_4] + \ldots$ أين λ_i هي الناقلية النوعية المولية الشاردية للشاردة X_i

5 – λ_i مقدار ثابت يخص شاردة X_i في درجة حرارة معينة وله علاقة بأبعاد الخلية المستعملة في القياس.

6 – يسمى المقدار L/S ثابت الخلية المستعملة في قياس الناقلية.

7 – للشاردتين OH^- وH_3O^+ أكبر ناقلية نوعية مولية شاردية من أغلب الشوارد الأخرى.

2 عين الإجابة الصحيحة :

1 – ثابت الخلية k يتغير إذا: أ) تغير سطح اللبوسين و البعد بينهما. ب) تغير فرق الكمون U بين طرفي الخلية. جـ) غيرنا المحلول.

2 – الناقلية النوعية σ تتعلق بـ: أ) درجة حرارة المحلول. ب) الناقلية للجزء المحصور بين المصعد والمهبط. جـ) طبيعة وتركيز الشوارد في المحلول.

– بين العبارات الصحيحة من الخاطئة في الجمل التالية :

- خلية قياس الناقلية تتكون من مصعد وهبط معدنيين
- الناقلية هي مقلوب المقاومة وحدتها Siemens/mètre
- للشوارد ذات الشحنة +1، نفس الناقلية النوعية المولية الشاردية.

3 احسب الناقلية النوعية المولية لمحلول :

– كلور البوتاسيوم $(K^+ + Cl^-)$ تركيزه المولي $C = 0.0352\ mol/L$

–محلول هيدروكسيد الكالسيوم $(Ca^{2+} + 2OH^-)$ تركيزه المولي $C = 0.0268\ mol/L$

– علما أن الناقلية النوعية المولية الشاردية λ للشوارد في الدرجة 25°C

المهبطيات	λ	المصعديات	λ
Ca^{2+}	$11.9 .10^{-3}$	OH^-	$19.9 .10^{-3}$
K^+	$7.35 . 10^{-3}$	Cl^-	$7.63 .10^{-3}$

الجواب : $\sigma = 1.39\ S/m$. $\sigma = 0.527\ S/m$

WWW.DZPEN.COM | قلم الجزائر

4

لدينا خلية قياس الناقلية التالية : $S = 1.0\ cm^2$ ، $L = 1.5\ cm$

1 – احسب ثابت الخلية k.

2 – نقيس بواسطتها الناقلية G لمحلول شاردي تركيزه C فنجد $G = 128\ mS$.

احسب الناقلية النوعية σ للمحلول.

الجواب : $k = 0.67cm$ ، $\sigma = 19\ S/m$.

5

1 – احسب الناقلية النوعية لمحلول برمنغنات البوتاسيوم $(K^+ + MnO_4^-)$ في درجة الحرارة 25°C علما أنه عند درجة الحرارة هذه يكون $\lambda_{K^+} = 7,35\ mS.m^2/mol$ و $\lambda_{MnO4^-} = 6,10\ mS.m^2/mol$

2 – قسنا ناقلية محلول $(K^+ + MnO_4^-)$ في نفس درجة الحرارة فوجدنا $G = 85,1\ mS$.

احسب التركيز الكتلي للمحلول.

6

1 – احسب التركيز المولي لمحلول يود الصوديوم NaI تركيزه الكتلي 2g/L.

2 – ما هي الناقلية النوعية لمحلول يود الصوديوم عند درجة الحرارة 25°C علما ان :

$\lambda_{Na^+} = 5,01\ mS.m^2/mol$ $\lambda_{I^-} = 7,70\ mS.m^2/mol$

7

قمنا بقياس الناقلية G لثلاثة محاليل متساوية التركيز للأملاح التالية : KNO_3 ، KCl ، NaCl.

فوجدناها على الترتيب : 1,33mS، 1,37mS، 1,16mS.

1 – بين انه يمكن حساب ناقلية محلول نترات الصوديوم $NaNO_3$ له نفس التركيز، في نفس درجة الحرارة وبنفس خلية القياس اعتمادا على نتائج القياس في المحاليل السابقة.

2 – احسب $G(Na^+ + NO_3^-)$

3 – عين المحلول الذي له نقل كهربائي أكبر، من بين المحاليل السابقة.

8

نقيس بواسطة خلية ناقلية جزء من محلول تركيزه 5,0 mol/L

1 – عبر عن ناقلية المحلول G بدلالة مميزات الخلية (L; S) وتركيزه C والناقلية النوعية المولية λ لكل شاردة إذا كان المحلول الشاردي المستعمل هو :

أ – هيدروكسيد الصوديوم (NaOH) . ب – كلور الصوديوم (NaCl) جـ – كلور البوتاسيوم (KCl)

2 – بين أن القياسات السابقة، $G(Na^+ + OH^-)$ و $G(Na^+ + Cl^-)$ و $G(K^+ + Cl^-)$، يمكن الحصول عليها من قياس ناقلية محلول هيدروكسيد البوتاسيوم $G(K^+ + OH^-)$ في نفس درجة الحرارة دون القيام بالقياسات الأخرى.

تطبيق عددي $G(Na^+ + OH^-) = 3,19\ mS$ ؛ $G(Na^+ + Cl^-) = 1,56mS$ ؛ $G(K^+ + Cl^-) = 1,85mS$

تمارين... تمارين..

9 نريد تعيين تركيز محلول كلور الأمونيوم NH_4Cl في محلول. اكتب معادلة انحلال NH_4Cl في الماء.
نعاير خلية قياس الناقلية، ونقيس ناقلية محاليل قياسية معلومة التركيز عند درجة حرارة 21°C ،
نسجل النتائج في الجدول التالي:

C(mmol/L)	1.00	2.00	4.00	6.00	8.00	10.0
G(mS)	0.31	0.62	1.23	1.57	2.50	3.09

1 – ارسم البيان G=f(C)

2 – نقيس بواسطة هذه الخلية ناقلية محلول كلور الأمونيوم، ما هي الشروط التي تسمح استعمال مخطط المعايرة G=f(C) في تحديد تركيز محلول NH_4Cl؟

3 – في عملية القياس تحصلنا على G=1,48mS. احسب التركيز المولي للمحلول.

10 نريد تعيين تركيز محلول نترات البوتاسيوم KNO_3 بواسطة قياس الناقلية. نعاير خلية قياس الناقلية بواسطة محاليل قياسية معلومة التركيز كانت النتائج التالية (أنظر الجدول المرفق)

C(mmol/L)	1.00	2.50	5.00	7.50	10.0
G(mS)	0.26	0.63	1.27	1.87	2.49

1 – اكتب معادلة انحلال KNO_3 في الماء

2 – اشرح كيف نحسب التركيز G اعتمادا على هذه النتائج؟

3 – ارسم البيان G= f (c).

4 – عندما نغمس لبوسي خلية القياس في محلول KNO_3 يكون I_{eff} = 0,88mA و U_{eff} = 1V.
احسب التركيز المولي للمحلول.

11 نريد قياس، عند نفس درجة الحرارة، ناقلية 6 محاليل لكبريتات الصوديوم بتراكيز مختلفة

1 – اكتب معادلة انحلال كبريتات الصوديوم في الماء .

2 – نطبق فرق كمون جيبي تواتره 500Hz بين لبوسي خلية القياس المغمورين في المحلول.
نقيس فرق الكمون U بين طرفي اللبوسين ، وشدة التيار I المار في الدارة.
نكرر التجربة مع كل محلول بعد غسل الخلية جيدا بالماء المقطر، فكانت النتائج كما يلي:

	S_1	S_2	S_3	S_4	S_5	S_6
C(mol/L)	$1.0\ 10^{-2}$	$7.5\ 10^{-3}$	$5.0\ 10^{-3}$	$1.0\ 10^{-3}$	$5.0\ 10^{-4}$	C_6
U(V)	0.904	0.850	0.851	0.851	0.851	0.808
I(mA)	2.070	1.485	1.01	0.212	0.125	0.700
G(...)						

– ارسم مخطط تركيب الدارة المستعملة في هذه التجربة.

– أعط عبارة الناقلية G وعين وحدتها، ثم احسب ناقلية كل محلول.

– ارسم البيان G = f(C) . ماذا تلاحظ ؟ استنتج بيانيا C_6 (تركيز المحلول S_6). ماذا يمثل هذا البيان؟.

– احسب تركيز كل شاردة موجود في المحلول S_6.

WWW.DZPEN.COM | قلم الجزائر

تمارين... تمارين..

12 محلول كلور الكالسيوم المقترح في حقنة زجاجية سعتها 10mL تحتوي على 1g من $CaCl_2xH_2O$، نريد إيجاد العدد x عن طريق قياس الناقلية. لمعايرة خلية قياس الناقلية نستعمل تراكيز لمحلول كلور الكالسيوم لنحصل على الناقليات المختلفة للمحاليل كما في الجدول التالي:

C(mmol/L)	1	2.5	5	7.5	10
G(mS)	0.53	1.32	2.63	3.95	5.21

– ارسم البيان G=f(C)

أعطى قياس الناقلية، بعد تخفف محتوى الحقنة 100 مرة، G = 2.42 mS .

– استنتج قيمة تركيز المحلول المخفف. ثم قيمة تركيز المحلول الأصلي للحقنة.

– احسب الكتلة m لكلور الكالسيوم المحتواة في الحقنة الزجاجية واستنتج العدد x .

الجواب: $CaCl_2\,6H_2O$ ،0.46mol/L ، $4.6 . 10^{-3}$ mol/L

13 احسب التركيز المولي لشوارد في محلول لنترات الكالسيوم $Ca(NO_3)_2$ تركيزه 1.5g/L؟

– أحسب ناقلية المحلول في 25°C؟

ت.ع: في 25°C ، $\lambda_{Ca^{2+}} = 11,90 mS.m^2/mol$ ، $\lambda_{NO_3^-} = 7,14 mS.m^2/mol$

14 حددنا بنفس التركيب وفي نفس درجة الحرارة، ناقلية المحاليل التالية: كلور الصوديوم NaCl، كلور البوتاسيوم KCl و نترات البوتاسيوم KNO_3 حيث تركيز كل منها 4mmol/L ووجدنا:

$G(K^+ + Cl^-) = 1,33$ mS ، $G(K^+ + NO_3^-) = 1.37$ mS ، $G(Na^+ + Cl^-) = 1,16$ mS

– بين أن المعطيات تسمح بحساب ناقلية محلول نترات الصوديوم $NaNO_3$ بنفس التركيز ونفس التركيب وعند نفس درجة الحرارة. احسب قيمة هذه الناقلية.

– أي، من الأربع محاليل، أكثر ناقلية للتيار الكهربائي؟

الجواب: [$\lambda_{Na^+} + \lambda_{NO_3^-}$] $=4.10^{-3}$ ، 1.12 محلول كلور البوتاسيوم

15 اكتب صيغة فلور الكالسيوم واحسب ناقليته المولية في درجة حرارة 18°C .

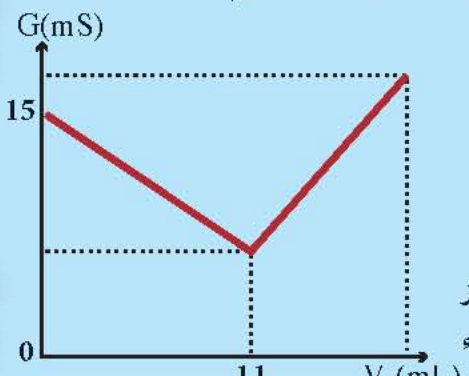
– الناقلية النوعية لمحلول فلور الكالسيوم هي 3,71mS/m في درجة حرارة 18°C، استنتج التركيز المولي لشوارد المحلول

ت.ع: في درجة حرارة 18°C، $\lambda_{Ca^{2+}} = 10.50 mS\ m^2\ mol^{-1}$ ، $\lambda_{F^-} = 4.04 mS\ m^2\ mol^{-1}$

الجواب: CaF_2 ، $[F^-] = 0.4$ mol/L ، $[Ca^{2+}] = 0.2$ mol/L

16 نريد تعيين تركيز حمض كلور الماء، لهذا الغرض نخفف المحلول الأصلي 200 مرة.

نأخذ V=100ml من المحلول المخفف الحاصل، ونضيف له محلول هيدروكسيد الصوديوم NaOH بتركيز 0,096mol/L مع الرج. نقيس ناقلية المحلول ونحصل على البيان التالي:



– كيف نحقق تخفيف المحلول الأصلي ؟

– ما هي معادلة التفاعل للمعايرة؟ أكتب معادلة التفاعل.

– اشرح كيفيا تطور الناقلية خلال المعايرة.

– استنتج الحجم المسكوب في نقطة التكافؤ، ثم استنتج تركيز شوارد الهيدرونيوم في المحلول، ثم تركيز حمض كلور الماء الأصلي.

WWW.DZPEN.COM | قلم الجزائر