المـــــادة : فيـــزيـــــاء
المجـــــال : المادة و تحولاتها .

المستوى : السنة الثانية

الوحدة 4 : قياس الناقلية :طريقة جديدة لقياس كمية المادة في المحاليل الشاردية

1-المحاليل المائية :

1-1- الخلائط و المحاليل المائية :

** الخليط هو مزيج من مادتين أو أكثر ، نعتبره غير متجانس إذا أمكن تمييز مكوناته بالعين المجردة ، و إذا تعذر ذلك نقول أنه متجانسا و نسميه حينئذ محلولا بحيث تكون لأجزاءه نفس الخواص .

** المحاليل عبارة عن مزيج من مذيب $(solvant)$ و مذاب $(soluté)$ أو أكثر ، و إذا كان المذيب هو الماء يسمى محلول مائي و يمكن تصنيفها من حيث الحالة الفيزيائية للمادة المذابة (غاز مثل HCl ، سائل مثل الكحول ، صلبة مثل ملح الطعام $NaCl$) .

1-2- الجزيئات المستقطبة :

** إن الإستقطاب خاصية تمتاز بها جزيئات الماء و جزيئات أخرى سواءا كانت حالتها غازية أو سائلة .

- مثل : غاز HCl جزيئ مستقطب لأن كهروسلبية الكلور فيه أكبر من كهروسلبية الهيدروجين لذلك ينحل بشراهة في الماء فيمكننا من الحصول على محلول شاردي .

1-3- المحلول الشاردي و بنيته :

- المحاليل الشاردية هي محاليل ناتجة عن تفكك مركبات شاردية في الماء و هي محاليل ناقلة للتيار مثل محلول ملح الطعام .

$$NaCl \xrightarrow{H_2O} Na^+ + Cl^-$$

1-4- التركيز المولي :

** التركيز المولي C لمحلول : التركيز المولي للمذاب x رمزه c_a أو $[x]$ يعرف كمايلي : $C_a = [x] = \frac{n}{V}$ و حدته : (mol/L)

بحيث : $n = \frac{m}{M}$ و إذا كان المذاب غاز يمكن استعمال العبارة : $n = \frac{V_g}{V_M}$

** التركيز الكتلي C_m لمحلول : هو النسبة بين كتلة المادة المذابة و حجم المحلول $C_m = \frac{m}{V}$ و حدته : (g/L)

** العلاقة بين التركيز المولي و التركيز الكتلي : $C_m = M \times C$ أو $t = M \times C$ بحيث M : الكتلة المولية .

** التركيز المولي لشوارد المحلول : التركيز المولي لشاردة y هو $[y]$ حيث : $[y] = \frac{n_y}{V}$

** مثال : التفاعل تام

المعادلة الكيميائية	$H_2SO_4 + 2H_2O = 2H_3O^+ + SO_4^{-2}$			
الحالة الإبتدائية	n_0	/	0	0
الحالة النهائية	0	/	$2n_0$	n_0

$$c_a = [H_2SO_4] = \frac{n_0}{V}$$

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

$$[H_3O^+] = \frac{2n_0}{V} = 2c_a$$

** تمرين : نذيب في الشرطين النظاميين 500 ml من غاز الهيدروجين HCl في 0,5 l من الماء .

أ- أكتب معادلة التفاعل الحادث و اشرح ماذا حدث . ب- أحسب التركيز المولي C للمحلول الناتج .

ج– استنتج التركيز المولي لشوارد المحلول . (بفرض أن الحجم لا يتغير خلال الإنحلال) .

** الحل :

أ– معادلة التفاعل : $HCl + H_2O \rightarrow H_3O^+ + Cl^-$ ، إن جزيئات غاز HCl تأينت بفعل الإستقطاب و ينتج H_3O^+ , Cl^- .

ب– حساب C : لدينا : $C = \frac{n}{V}$ بحيث : $n = \frac{V_g}{V_M} \Rightarrow n = \frac{0,5}{22,4} = 0,0223\ mol$ ومنه : $C = \frac{0,0223}{0,5}$

$C = 4,46\times10^{-2} mol/l$ ⇐

ج– استنتاج التراكيز : من معادلة التفاعل نجد $\left[H_3O^+\right] = \left[Cl^-\right] = C = 4,46\times10^{-2} mol/l$

2–النقل الكهربائي للمحاليل الشاردية :

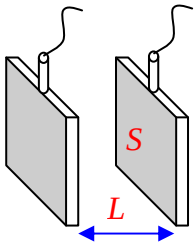
2–1– التفسير المجهري للنقل الكهربائي :

** نقل المحاليل الشاردية للتيار الكهربائي راجع إلى الحركة المزدوجة و في الإتجاهين المتعاكسين للشوارد الموجبة (الكاتيونات) و السالبة (الأنيونات)

2–2– الناقلية G لجزأ من محلول شاردي : (عمل مخبري)

من خلال ملاحظتنا لبطاقة محلول فيزيولوجي $(Sérum)$ عبارة عن محلول $NaCl$ نجد النسبة : 0,9 % أي أن كل 0,9 g من $NaCl$ في 100 ml من الماء أي $t = 0,9\ g/l$.

** تعريف الناقلية : عندما نطبق بين مسريي وعاء التحليل الكهربائي توترا U يمر تيار شدته $I = \frac{U}{R}$ بحيث R : مقاومة المحلول وحدتها (Ω)

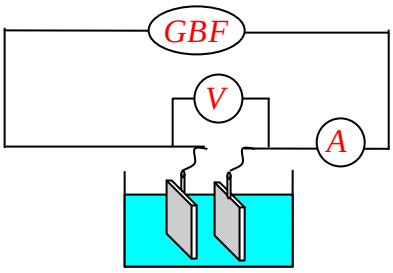


** قيمة مقلوب المقاومة تدعى الناقلية G بحيث : $G = \frac{1}{R}$. وحدتها : (S)

** خلية قياس الناقلية : هي جهاز عبارة عن صفيحتين متوازيتين بحيث مساحة السطح المغمور منها S ، $(S = h\times l)$ و البعد بين الصفيحتين المسافة L .

2–3– دراسة العوامل المؤثرة على الناقلية محلول شاردي :

** تجارب : نحقق التركيب الموضح على الشكل و نغير في كل تجربة في قيم أحد المتغيرات و ندرس تغير الناقلية G في كل حالة ، و ذلك باستعمال محلول $NaCl$ محضر تركيزه $10^{-2} mol/l$

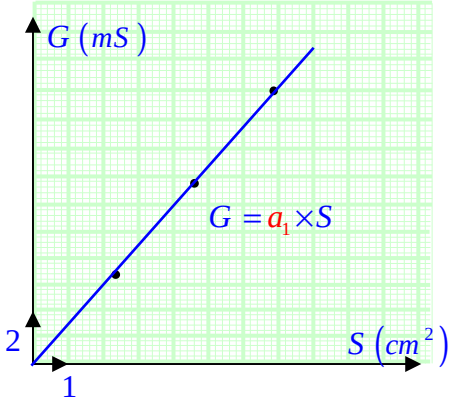


أ– هندسة الخلية :

** مساحة الجزء المغمور S للمسريين : نثبت المسافة $L = 1\ Cm$ و درجة الحرارة و نغير في السطح S فنحصل على النتائج التالية :

** تزداد الناقلية G كلما زادت مساحة السطح المغمور S $\boxed{G = a_1 \times S}$

$S\ (Cm^2)$	$G = \frac{I}{U}\ (ms)$
2,3	3,3
4,6	6,9
6,9	10
11,5	14,2



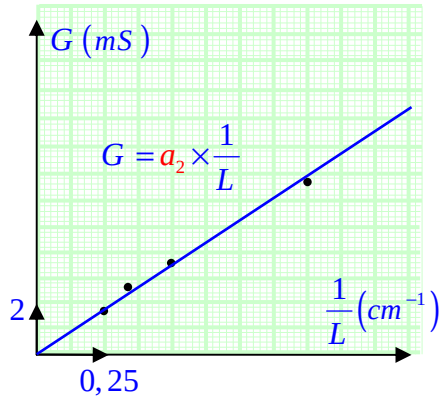
** المسافة L بين المسريين : نثبت S بضبط العلو و نغير في قيم المسافة L و نسجل النتائج :

$L\,(Cm)$	$\frac{1}{L}\left(Cm^{-1}\right)$	$G=\frac{I}{U}\ (ms)$
1	1	6,8
2,0	0,5	3,7
3,0	0,33	2,7
4,0	0,25	1,7

** تتناقص الناقلية G بتزايد المسافة L بين المسريين (تناسب عكسي)

** تتناسب الناقلية G مع $\frac{1}{L}$.

$$G=a_2\times\frac{1}{L}$$



ب- درجة الحرارة : نثبت S و L و نقيس U و I لنفس المحلول في درجة حرارة مختلفة فنجد النتائج التالية :

$\theta\left(C^0\right)$	$G=\frac{I}{U}\ (ms)$
2	5,0
17	7,2
53	15,2

** تتزايد الناقلية G بتزايد درجة حرارة المحلول (تناسب طردي)

ج- طبيعة المحلول : نثبت S و θ و L و نقيس ناقلية ثلاث محاليل فنجد :

المحلول	$G=\frac{I}{U}\ (ms)$
$\left(Na^+ + Cl^-\right)$	7,1
$\left(K^+ + Cl^-\right)$	8,7
$\left(Na^+ + OH^-\right)$	13,6

** نلاحظ أن الناقلية تختلف باختلاف المحلول .

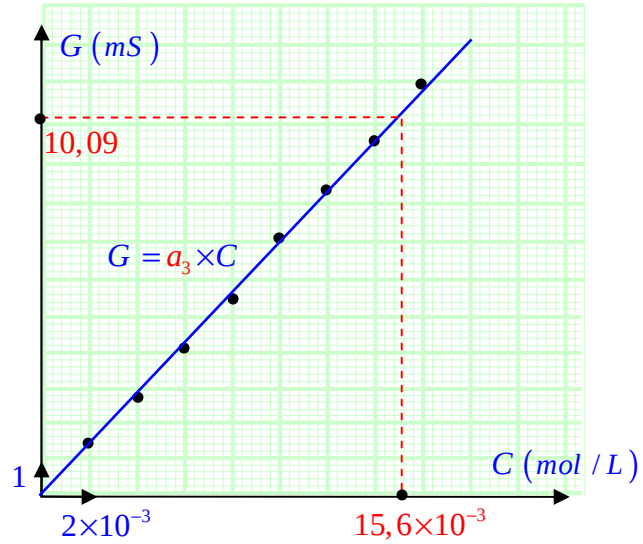
إذن قيمة الناقلية تتعلق بطبيعة المحلول .

د- التركيز المولي للمحلول : نثبت جميع المتغيرات و نقيس ناقلية محاليل ذات تراكيز مختلفة فنجد النتائج التالية :

$C\times10^{-3}\,(mol/l)$	2	4	6	8	10	12	14	16
$G=\frac{I}{U}\ (ms)$	1,5	2,9	4.1	5,5	7,1	8,4	9,6	11,0

** تتناسب الناقلية G طردا مع التركيز C بحيث :

$$G=a_3\times C$$



2-4- الناقلية النوعية σ لمحلول شاردي :

تتناسب الناقلية G طردا مع مساحة الجزأ المغمور S و عكسا مع المسافة بين المسريين L ومنه : $G=a\times\frac{S}{L}$ فنجد العلاقة :

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

بحيث : σ : ثابت تناسب يدعى الناقلية النوعية للمحلول الشاردي وحدتها S/m تزداد كلما زادت درجة الحرارة .

2-5- الناقلية النوعية المولية الشاردية λ_i :

الناقلية σ للمحاليل الشاردية تساهم فيها الشوارد الموجبة و السالبة معا و تتناسب كل منها مع تركيز شواردها

مثال : $AB \rightarrow A^+ + B^-$

وجدنا أن الناقلية النوعية σ للمحلول تعطى بالعلاقة : $\boxed{\sigma = \lambda_{A^+}\left[A^+\right] + \lambda_{B^-}\left[B^-\right]}$

** التمرين الأول : خلية قياس الناقلية تتميز بمايلي $S = 1\ m^2$ ، $L = 1\ cm$ بحيث $U = 2,5\ V$ و $I = 5\ mA$

أ- أحسب ناقلية جزء المحلول الشاردي المحصور بين المسريين . ب- استنتج الناقلية النوعية الموافقة .

** الحل : (1) - حساب الناقلية G : $G = \frac{1}{R} \Rightarrow G = \frac{5\times10^{-3}}{2,5} \Rightarrow G = 2\times10^{-3}s$

(2) - حساب الناقلية σ : $G = \sigma\times\frac{S}{L} \Rightarrow \sigma = \frac{G\times L}{S} \Rightarrow \sigma = \frac{2\times10^{-3}\times10^{-2}}{1} \Rightarrow \sigma = 0,2\ s/m$

2-6- العلاقات $\sigma = \sum \lambda_i \left[X_i\right]$ و $G = a\times C$:

الجدول التالي يبين قيم الناقلية النوعية σ لثلاثة محاليل من كلور الصوديوم لها حجوم مختلفة

بحيث : $NaCl \xrightarrow{H_2O} Na^+ + Cl^-$

$C\ (mol/l)$	10^{-3}	2×10^{-3}	3×10^{-3}
$\sigma(s/m)$	126×10^{-4}	250×10^{-4}	380×10^{-4}

** نلاحظ أن الناقلية σ تتناسب طردا مع التركيز C

بحيث $\sigma = \sum \lambda_i \left[X_i\right]$

** من أجل المحاليل الممددة $C \prec 10^{-2} mol/l$ نجد أن G تتناسب طردا مع C بحيث : $G = a\times C$

** النتيجة النهائية :

من خلال النشاط الأول للمصل الفيزيولوجي نأخذ $10\ ml$ منه و نمدده عشرة مرات إلى $100\ ml$ بالماء المقطر و نقيس ناقليته نجدها $G = 10,9\ ms$ ، و من خلال بيان الناقلية بدلالة التركيز :

نجد أن تركيز المحلول الممدد : $C_1 = 15,6\times10^{-3} mol/l$ - كما هو موضح في الشكل -

ومنه تركيز المحلول الأم (المركز) $C = 10\ C_1 = 0,156\ mol/l$ و لدينا $t = C\times M$ بحيث : $M_{NaCl} = 58,5\ g/mol$

فنجد : $t = 9,13\ g/l$ و منه نستنتج صحة ما كتب على البطاقة

** من خلال قياس الناقلية تعرفنا على طريقة فيزيائية لحساب تركيز محلول و كمية مادته