

امثلة ثابت حاصل الذائبية الترموديناميكي فقط بدلالة الفعالية  
حيث أن :-

$$K_{th} = (a_{Pb^{2+}}) (a_{SO_4^{2-}})$$

$$= \gamma_{\pm} [Pb^{2+}] [SO_4^{2-}]$$

∴ الخلل يكون مفضلاً فان معدل معامك الفعالية (  $\gamma_{\pm}$  ) (لايونية)  
متساوي واحد، وبذلك فان حاصل الذائبية الترموديناميكي (ثابتة)  
التفكك) يساوي حاصل الذائبية المحسوب منه الذائبية (التركيز).

⊙ تعيين الحاصل الأيوني للماء :-  $K_w$ .

ان قيمة الموصلية النوعية لعينة من الماء النقي جداً حوالي (5,5  
 $\times 10^{-8}$ ) أو تم! سم! . ولكونه الماء محلولاً مفضلاً جداً يفهم كلا  
الأيونين  $H_3O^+$  و  $OH^-$ . لذا نستطيع استخدام المعادلة التالية :-

$$C = \frac{k}{\lambda_{H^+} + \lambda_{OH^-}}$$

$$= \frac{5.5 \times 10^{-8} \text{ ohm}^{-1} \cdot \text{cm}^{-1}}{(349.85 + 197.06) \text{ S} \cdot \text{cm}^2 \cdot \text{mole}^{-1}}$$

$$= 1.0547 \times 10^{-10} \text{ cm}^3 \cdot \text{mole}^{-1}$$

عطياً من قيمة الموصلية (G) وقيمة ثابت الخلية المستعملة في  
القياس ، كسب قيمة التوصيلية (التوصيل النوعي).

وعليه فإن التوصيل الأيونى عند هذه الحالة يعتمد على تركز الأيونات في المحلول أو يعتمد على الجزء الذائب من الملح أو الذائبيته .  
وعما كانه تعبيرا الألكترولى السحيح الذوبان يعنى إمكانية اعتبار تركزه مساويا للصفر تقريبا . لذا يمكن الاستقامة عنه كد  $\Lambda$

$$\Lambda = \Lambda_0 = \frac{k}{c} \times 10^{-3} \quad \text{بالحد } \Lambda_0$$

$$\left[ c = s = \frac{k \times 10^{-3}}{\Lambda_0} \right] \quad \text{--- ①}$$

لذا عطيّا يتم قياس المواملة للمحلول المصح (G) وبالإعقاد على قيمة ثابتة الخلية (K) ، بحسب قيمة التوصيلية (k) حيث أن :-

$$\left[ k = K G \right] \quad \text{--- ②}$$

وبحسب قيمة ( $\Lambda_0$ ) من قيم المواملة المولارية الأيونية من الجداول حيث أن :-

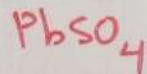
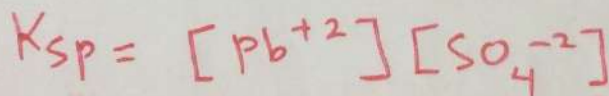
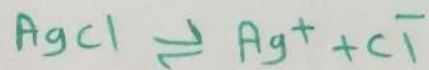
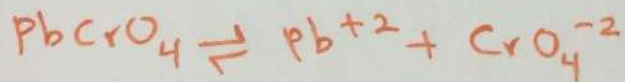
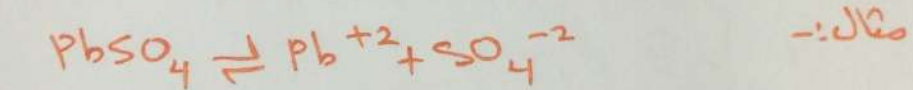
$$\left[ \Lambda_0 \text{ PbSO}_4 = \Lambda_0^{\text{Pb}^{+2}} + \Lambda_0^{\text{SO}_4^{-2}} \right] \quad \text{③}$$

وتقوم من القيم من المعادلة ② و ③ في المعادلة ① حصل على الذائبيته (S) ومنها قيمة حاصل الأذابة حيث أنه :-

$$K_{sp} = [\text{Pb}^{+2}] [\text{SO}_4^{-2}] = S^2$$

التطبيقات العملية لقياسات الموصلية الكهربائية :-  
 لقياس الموصلية الكهربائية لطبيقتان عظمية واسعة جداً ويمكن  
 الاعتماد عليها لاجراء الكثير من القوابت، ومن أهم هذه التطبيقات  
 بالإضافة إلى التجارب العملية :-

1- تعيين قابلية الذوبان للأملاح السخوية الذوبان :-  
 المعقود بالاملاح السخوية الذوبان هي التي تكون ذاتيية قليلة  
 جداً في مذيب معين، لذا مهما كان محلول مثل هذه الاملاح مخففاً  
 فانه يكون مسجاً. ولذا فان الذائبية تعرف على انها تركز  
 المحلول المسج ويمكن ايجاد هذه القيمة بطرق التحليل الكميائي  
 المختلفة. اما طريقة قياس الموصلية الكهربائية فانها تساعدنا على  
 قياس الموصلية لمحلول مسج من هذه الاملاح.



وكل من  $S = [Pb^{+2}] = [SO_4^{-2}]$  (لذايبية).

$$\Lambda_0(316 \times 10^{-6}) = 55.95 \times 10^{-3}$$

$$\Lambda_0 = 177.057 \text{ س}^2 \text{ cm}^2 \text{ mole}^{-1}$$

$$= 0.0177057 \text{ س}^2 \cdot \text{m}^2 \cdot \text{mole}^{-1}$$

$$\Lambda_0 = \Lambda^{\circ+} + \Lambda^{\circ-}$$

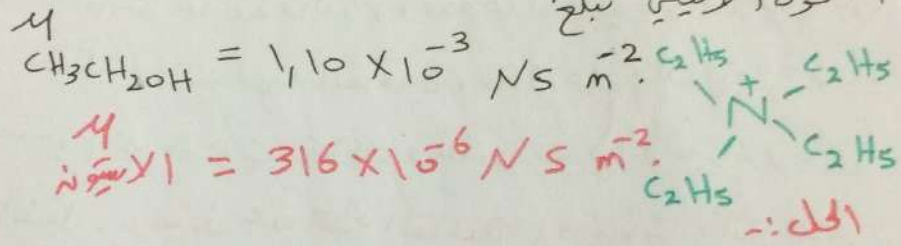
$$\Lambda^{\circ+} = \Lambda_0 - \Lambda^{\circ-}$$

$$= 0.0177057 - 0.008242$$

$$= 0.00946 \text{ س}^2 \cdot \text{m}^2 \cdot \text{mole}^{-1}$$

$$= 94.6 \text{ س}^2 \cdot \text{cm}^2 \text{ mole}^{-1}$$

مثال :- وجد ان قيمة الموصلية المولارية المحددة لحلول رابع أثيل الامونيوم (٨٥) في الكحول الإيثيلي تساوي (٥٥,٤ أوم سم صول<sup>-١</sup>) عند درجة حرارة ٢٥°. احسب قيمة الموصلية المولارية المحددة لأيون رابع أثيل الامونيوم الموجب في صديا الاستيونه عند نفس لدرجة الحرارة، علماً ان  $\lambda_{\infty}$  أيون البيكرات السالب في الاستيونه تساوي = ٨٢,٤٢ أوم سم صول<sup>-١</sup> وان لزوجة المذاب في الكحول الإيثيلي تبلغ



الحل :-

نظراً لأن الأيون غير متذبذب، اذن تنطبق عليه قاعدة فالدين

$$\lambda_{\infty \mu} = \text{constant} \quad (\text{لاي الكتروليت})$$

$$\lambda_{\infty \mu} = \text{constant} \quad (\text{لأي أيون غير متذبذب})$$

$$\lambda_{\infty \mu} = 55,4 \text{ ohm}^{-1} \cdot \text{cm}^2 \cdot \text{mole}^{-1} \times 1,10 \times 10^{-3} \text{ N s m}^{-2}$$

$$= 55,95 \times 10^{-3}$$

من قيمة الثابت ولزوجة الاستيونه كسب قيمة  $\lambda_{\infty}$  في الاستيونه

قاعدة فالدين :-

منه المعروف ان الموصلية لاي الكتروليت تتناسب طردياً مع سرعة الهجرة الايونية طلاك المذيب تمت تأثير المجال الكهربائي المصطلح، لذا فان الموصلية المولارية عند التركيز صفر ٨٥ تتناسب عكسياً مع لزوجة المذيب عند درجة الحرارة الثابتة ، أي ان :-

$$\Lambda_0 \propto \frac{1}{\eta}, [\Lambda_0 \eta = \text{constant}]$$

متصل هذه المعادلة بقاعدة فالدين، وقد وجد ان ايونات المذاب لكبيرة الحجم والمحاثة تخضع لهذه القاعدة، مثال على ذلك املاح صابون اميل الامونيوم في مذيبات كالكاء والكحولات والاصيونه ونشائي كلوريد الميثيل. وسيذ عن هذه القاعدة الايونات ذات الحجم الصغير كايون الامونيوم  $\text{NH}_4^+$  او ايون الكلوريد، ويمكن تفسير ذلك على عدم امتلاك تلك الايونات الصغيرة لأضاف أقطار مؤثرة في مختلف المذيبات وهذا ما يجعل دليلاً جديراً على قابليتها للتدوير ضمن المحاليل المتواجدة فيها.

$$\Lambda_0 = \Lambda_0^+ + \Lambda_0^- \quad \frac{1}{\eta} [\Lambda_0 \eta = \text{constant}]$$

وسيستفاد من هذه القاعدة في صياغة قيمة  $\Lambda_0$  في مذيب معين من معرفة لزوجة المذيب وقيمة الثابت.

مثال .. تطلع قيمة الموصلية المولارية المحلول هيتوي على (  $2.5 \times 10^{-3}$  )  
مول. لتر من كبريتات النحاس  $188,14$  أو أسم صول<sup>3</sup> عند درجة  
حرارة  $25^\circ\text{C}$ . كما يمكن التعبير عن معادلة أو معادلات الحدرة لنفس  
اللاكترولية بالعلاقة التالية :-

$$\Lambda = 267.20 - 485.84 \sqrt{I}$$

حيث عند  $I$  السعة الأيونية. كذلك يمكن تمثيل معدل معامل  
الفعال للأيونات الحرة ذات السعة  $Z$  عند نفس درجة  
الحرارة أعلاه بالعلاقة التالية :-

$$-\log \gamma_{\pm} = \frac{0.509 Z^2 \sqrt{I}}{1 + \sqrt{I}} - 0.20I$$

أوجد مقدار ثابت التفكك لكبريتات النحاس.

في حالة الخليلج المائية للأكتروليتات / في حالة وجود النوعيات ذات الشحنات الكهربائية .

مثلاً : في معالجة اقتران حاضنه الخليلج / يمكن التعبير عن ثابت الاتزان (الذي له مقدار ثابت ولا يعتمد على درجة التركيز)

$$K_{th} = \frac{(a_{H^+})(a_{Ac^-})}{[HAc]} \Rightarrow \frac{(a_{H^+})(a_{Ac^-})}{a_{HAc}}$$

كما يلي :-  
ثابت (لاتزان الحقيقي).

يمكن التعبير عن معامل الفعالية  $\gamma$  كالآتي :-

$$a_{H^+} = \gamma_{H^+} [H^+], \quad a_{Ac^-} = \gamma_{Ac^-} [Ac^-]$$

$$K_h = \gamma_{H^+} \gamma_{Ac^-} \frac{[H^+][Ac^-]}{[HAc]} \quad \therefore$$

$$K_A = \left[ \frac{m\alpha^2}{1-\alpha} \right] \gamma_+ \gamma_- [HAc]$$

أو يمكن التعبير عن معادلة رياضي - هيكل الموسعة لإيجاد معاملات فعالية الأيونات كما يلي :-

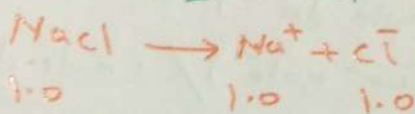
$$\log \gamma_{\pm} = -A Z^2 \sqrt{I}$$

$$A = 0.5115 \text{ mole}^{-\frac{1}{2}} \text{ Kg}^{\frac{1}{2}} .$$



غير للتالي المفروض بطلقة جميع ايونات المحلول على الايونات  
الناتجة من الكتروليت معلوم في المحلول.  
مثال :- احسب الشدة ايونية محلول تركيزه (1.0) مولالي من  
كلوريد الصوديوم ؟

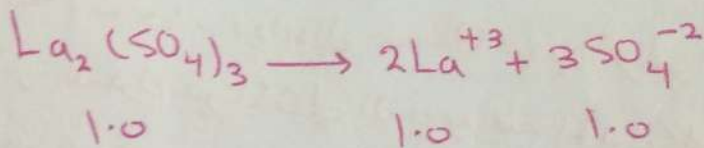
$$I = \frac{1}{2} \sum c_i z_i^2$$



$$I = \left[ \frac{1}{2} [1.0 \times (1)^2 + 1.0 \times (-1)^2] \right]$$

$$= 1 \text{ mole Kg}^{-1}$$

اما بالنسبة لمحلول تركيزه 1.0 مولالي من  $\text{La}_2(\text{SO}_4)_3$



$$I = \frac{1}{2} [2 \times 1.0 \times (3)^2 + 3 \times 1.0 \times (-2)^2]$$

$$= \frac{1}{2} [18 + 12] = 15.0 \text{ mole} \cdot \text{Kg}^{-1}$$

اما مصطلح الفعالية  $a$ ، اي التراكيز الفعالة بدلاً من درجات  
التركيز المعينة بالطرق التحليلية، ويكون هذا المصطلح ضروري

$$\Lambda_0 = 149.3 \text{ cm}^2 \cdot \text{mole}^{-1}, S = 79.14 \text{ (cm}^2 \cdot \text{mole}^{-1}) / \text{mole} \cdot \text{dm}^{-3}$$

$$S = A\Lambda_0 + B \quad \text{من معادلة أوستوالد}$$

من الجدول كمثل :-

$$\Lambda_0 = 149.8 \text{ cm}^2 \cdot \text{mole}^{-1}$$

$$A = 0.229 \text{ (mole} \cdot \text{dm}^{-3})^{-\frac{1}{2}}$$

$$B = 60.2 \text{ (cm}^2 \cdot \text{mole}^{-1}) / \text{(mole} \cdot \text{dm}^{-3})$$

$$A\Lambda_0 + B = 94.4 \text{ (cm}^2 \cdot \text{mole}^{-1}) / \text{(mole} \cdot \text{dm}^{-3})^{\frac{1}{2}}$$

الفرو بين القيمتين يرجع الى الحسابات النظرية .

معاملات العنالية الايونية واعتمادها على الشدة الايونية للحلول :-

ادخل العالم لوبيس - ورااندال مصطلحاً جديداً وهو الشدة الايونية كحقياس للملوحة غير المتكافئة الذي يفرضه المحلول على اي لكتروليت متفكك في المحلول :-

وتعتبر الشدة الايونية I خاصية مميزة للحلول وتعرف بحوالي :-

$$I = \frac{1}{2} \sum_i m_i z_i^2$$

حيث تمثل  $m_i$  ،  $z_i$  التركيز المولالي وشحنة ايونه من النوع ا  
هذا وتعتبر الشدة الايونية للمحاليل المخففة مقياساً جيداً للملوحة

تم تطور البحث والدراسة لاجبار معادلات أو نظريات متطورة  
أكثر تشمل على كل من التأثيرين الكهرووونوريين والأستروااء  
بالإضافة إلى تكوين المزدوجات الأيونية وأكثرها تطوراً  
هي معادلة "لي ونجستونه" والتي يمكن بواسطتها حساب كل من  
ثابت التفكك والتوصيل المولاري بدرجة التركيز صفر، وأقرب  
صفاة بين مركز الأيونات في المحلول الألكتروليتي .

مثال :-

في دراسة كولوراش للالكتروليتات القوية في محالها المخففة عبر  
عنه التعبير بين التوصيل المولاري مع التركيز بالعلاقة التجريبية:

$$\Lambda = \Lambda_0 - S\sqrt{C}$$

حيث أنه  $S$  يعهد معامل كولوراش، فإذا كانت النتائج المدونة  
أزناه، قد تم الحصول عليها للحلول المائي من  $KCl$ ، أو جد قيمة  
 $S$ ، ثم أو جد قيمة النظرية التي يمكن أن تعطىها معادلة  
أونفاكر.

$C$ (mole·dm <sup>-3</sup> ):	0.001	0.005	0.01	0.02
$\Lambda$ (cm <sup>2</sup> mole <sup>-1</sup> Ω <sup>-1</sup> ):	146.9	143.5	141.2	138.2

الحل :-

ترسم قيم التوصيل المولاري مع الجذر التربيعي للتركيز ومنه  
الرسم البياني فضل على :-

$$\lambda = \lambda_0 - \left( \frac{8.204 \times 10^5}{(\epsilon T)^{3/2}} \lambda_0 + \frac{22.50}{(\epsilon T)^{1/2}} \right) \sqrt{c}$$

وهي تصف المعادلة أكثر شمولاً على كافة الألكتروليتات إضافة  
للالكتروليت أحادي- أحادي التكافؤ، حيث يتناقص عند التركيز  
(c) بالسرعة الأيونية I. حيث أنه :-

$$[\lambda = \lambda_0 - (A\lambda_0 + B)\sqrt{I}]$$

حيث أنه :- I = نقل القوة (السرعة) الأيونية للحلول والتي  
تعطى بالمعادلة التالية :-

$$[I = \frac{1}{2} \sum m_i z_i^2]$$

$m_i$  = التركيز المولالي للأيونات في المحلول.

$z_i$  = شحنة الأيونات.

وفي حالة استخدام التركيز المولالي بدلاً من التركيز المولالي

$$I = \frac{1}{2f_0} \sum c_i z_i^2 \quad \text{فإنه المعادلة تصح :-}$$

م تجربته كثافة المذيب

ويمكن تطبيق معادلة أوساكر على الألكتروليتات الضعيفة أيضاً،  
وذلك باستبدال الحد  $\sqrt{c}$  بالحد  $\sqrt{\alpha c}$  ، حيث  $\alpha$  تمثل درجة

التفكك.

وبعد ما جاء الظلم "ديباي - هيكل" بأعطاء أولى التفسيرات النظرية للثابت (S) ، ثم عالج "أوساكر" وبصورة كمية وبطريقة رياضية وتوصل إلى المعادلة التي تعبر كل من (تأثير الاسترداد والتأثير الكهرو فورييه) على التوصيل المولاري والتي سميت بقانون أوساكر المحدد للذاتكتروليتات المخففة .

$$\Lambda = \Lambda_0 - (A\Lambda_0 + B)\sqrt{c} = \Lambda_0 - S\sqrt{c} \quad \text{①}$$

وتتوي هذه المعادلة على معامل تجريبي واحد يتصل في  $\Lambda_0$  ، والميل مساوي  $(A\Lambda_0 + B)$  ، اضافة كل من A و B (وهما قيمتان ثابتتان) ، فتعتمد على خواصه المذيب ، على تأثير اللزوجة  $\eta$  وثابت العزل الكهربائي للمذيب  $\epsilon$  ونوعيه المشحنة الخاصة بالألكتروليت ودرجة الحرارة ، اضافة إلى الثوابت العامة ، حيث تصبح المعادلة ① في حالة الألكتروليتات اهارية - اهارية التكافؤ على النحو الآتي :-

$$A = \frac{8.204 \times 10^5}{(\epsilon T)^{3/2}} = 0.229 \quad \text{(تأثير عدم التساخر)}$$

$$B = \frac{82.50}{4(\epsilon T)^{1/2}} = 60.2 \quad \text{(التأثير الكهرو فورييه)}$$

في حالة تخفيف النظام الألكتروليتي، فإنه الأيونات وكذلك جزيئات المذيب المتجمعة حولها تصبح ممتدة، وبذلك تقل عرقلة الأيونات أثناء حركتها مما يؤدي إلى ازدياد قيمة الموصلية المولارية كما قل تركيز الألكتروليت.

مما تقدم يمكن استنتاج أن تأثير عدم التناظر (عدم الاستواء) يعبر بتخفيف القوة الكهربائية، والتأثير الكهروستاتيكي يزيد من مقاومة المذيب لحركة الأيون المركزي، والتأثيرين يؤدي إلى التقليل من سرعة الأيون وبالتالي قيمة الانتقال الكهربائي (الأيون)، وهذا يعني أنه ( $\lambda, \infty$ ) متناقص مع زيادة التركيز.

نظريات الموصلية :-

أن أول معادلة خاصة بالموصلية المولارية هي العلاقة التجريبية التي توصل إليها كولوراشي والتي سُميت بأسمه حينئذ :-

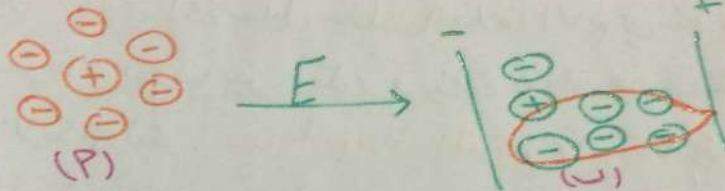
$$[\lambda = \lambda_0 - S\sqrt{C}]$$

ولكن كولوراشي لم يستطع أن يعطي تفسير لقيمة ( $S$ )، واكتفى بأن ( $S$ ) كمية ثابتة تعتمد على طبيعة الألكتروليت وتحسب من ميل الخط البياني، وهذا ينطبق فقط على الألكتروليتات القوية.

وسبب هذا التأثير بتأثير الاسترخاء أو تأثير عدم التماسق. كما نرى هنا عامل مهم يدعى زمن الاسترخاء ( زمن تأثير عدم التماسق ) والذي يعبر عن الفترة الزمنية اللازمة لإعادة بناء الغلاف الأيوني الصغالي حول الأيون المتحرك . ان تخفيف المحلول الألكتروليتي يؤدي الى تقليل سمك الغلاف الأيوني مما يجعل عامل الاسترخاء ذو تأثير أقل ، وبذلك تزداد قيمة الموصلية المولارية للألكتروليت . عندما يزداد التركيز فان كثافة الأيونات في الجو الأيوني ستزداد وهذا يؤدي الى نقصان أكثر في سرعة انتقال الأيون .

⑤ ان التأثير الكهربائي الأخر الذي يخفف من انتقال الأيونات يسمى التأثير الكهروفوري أو التأثير الألكتروليتي . ومن المعلوم ان الأيونات المكونة للغلاف الأيوني والمحيط بالأيون المركزي تتحرك هي الأخرى باتجاه مضاد لذلك الأيون تحت تأثير المجال الكهربائي المسلط . ولما كانت أيونات الغلاف الأيوني متداوية ، فلا بد ان تحمل معها جزيئات المذيب المتجمعة حولها بسبب عملية التداوب ، وتساب جزيئات المذيب في اتجاه مضاد لحركة أي أيون مركزي ، والمتداوب هو الأخر ، مما يؤدي الى ظهور قوة معرولة لحركة الأيون المعني . ان هذه القوة هي التأثير الكهروفوري .

① ان أي ايون في حالة السكونه يجب ان يحاط بجموعه من الأيونات الأخرى المضارة له في السخنه ، مما ينتج عنه تكوين الغلاف أو الجواثيوني ، الذي يحيط بالايون المركزي المعاكس له بالسخنه ، كما موضح في الشكل (١) .



الشكل (١) -١٢- الغلاف الايوني لأي ايون في حالة السكونه (وضع التناسق)

(١) :- الغلاف الايوني حول الايون المتحرك (وضع عدم التناسق).

عند تسليط مجال كهربائي ، فلا بد للأيون ان يميل لسحب الجموعه الأيونية المضارة له بالسخنه معه ، اما الغلاف الايوني لا بد له ان يتصرف بقصور ذاتي معين وهذا ما يجعله غير قادر على اعاده تنظيم نفسه وبسرعة سريعة لوضعية الايون المركزي الجديدة ، وهكذا يصبح الغلاف الايوني غير متماثل حول الايون المركزي المتحرك كما في الشكل (١) ب ، مما ينتج عنه لتجمع لسحنات مضارة خلف نفس الايون ، ويتمثل ذلك في هيئة عائق أو تاثير كهروستاتيكي حورياً الى تقليل سرعة الايون المركزي في اتجاه المجال الكهربائي



كيفية تأثير التركيز على سرعة الأيون (التوصيلية) :-  
 من المعروف ان التوصيلية للمحاليل الألكتروليتية تتغير بتغير التركيز  
 وكذلك التوصيل المولاري / صفة ومد ان التوصيل المولاري  
 للألكتروليتات الصغينة يزداد كلما اقترب التركيز من الصفر ويعود  
 سبب هذه الزيادة الى زيادة درجة تفكك الألكتروليت .  
 اما السبب الذي يؤدي الى زيادة التوصيل المولاري مع انخفاض  
 التركيز بالنسبة للألكتروليت القوي فلا يمكن تفسيره على أساس  
 زيادة درجة التفكك ولكن يمكن القول بزيادة التوصيل يمكن  
 ان ينشأ من ضعف القوة المحبوسة بين الأيونات ومنها تكوين  
 الأزواج التي تؤدي الى تخفيض التراكيز الأيونية في المحلول.

ولو رجعا الى معادلة التوصيل الأيوني المولاري وعلاقتها  
 بالانتقال الكهربائي الأيوني ، لا يوجد في المعادلة حد التركيز

حيث انه

$$[u_{\pm} = U_{\pm} F]$$

وهو متوسط السرعة  
 الانتقالية الأيونية ✓ وأن  $[\lambda_{\pm} = |z_{\pm}| F U_{\pm}]$

ومن هذه المعادلة يظهر ان سرعة الأيون وبالتالي التوصيل الأيوني  
 المولاري الأيوني يعتمد على المجال الكهربائي المصلط وليس له  
 علاقة بالتركيز ، ومع هذا يمكن تفسير أعمق سرعة الأيون  
 على التركيز للأسباب التالية :-

$$\epsilon_+ + \epsilon_- = 1.$$

$$\epsilon_- = 1 - 0.4337 = 0.5663.$$

مثال (٤١) :- وجد في تجربة الحد الفاصل المتحرك، أن محلولاً لكوريد البوتاسيوم تركيزه (0.1 M) يتحرك مسافة قدرها (4,64) سم خلال فترة زمنية مقدارها (67) دقيقة وذلك عند مرور تيار كهربائي شحنته (5,21 × 10<sup>-3</sup> أمبير). فإذا علمت أنه مسامحة المقطع العرضي لأنيون الكلوريد المستخدمة ساري (0.23 سم<sup>2</sup>) وأنه صوصلية الخلول تبلغ (1,29 أوم<sup>-1</sup> م<sup>-1</sup>) بدرجة حرارة 25°، اوجد قوة المجال الكهربائي وأنقلية أيون البوتاسيوم.

الحل :-

$$E = \frac{I}{a \kappa} = \frac{(5.21 \times 10^{-3} \text{ A})}{(0.23 \times 10^{-4} \text{ m}^2) (1.29 \text{ } \Omega \cdot \text{m}^{-1})}$$

$$= 176 \text{ V m}^{-1}$$

$$\bar{u} = \frac{c \bar{S}}{V} \Rightarrow v = \frac{c \bar{S}}{V}$$

$$u = \frac{x}{t * E} = \frac{0.0464 \text{ m}}{(67 \times 60) \text{ s} (176) \text{ V m}^{-1}}$$

$$= 6.56 \times 10^{-8} \text{ m}^2 \text{ s}^{-1} \cdot \text{V}^{-1}$$

$$U_+ = \frac{U_+}{E} \dots (3)$$

بتعريف المعادلة ① و ② في المعادلة ③ نجد على :-

$$U_+ = \frac{(X)(A)(k)}{(t)(I)} = \frac{(X)(A)(k)}{Q}$$

$$[ U_+ = \frac{(V)(k)}{Q} ] \dots (4)$$

حيث أن  $V = (A)(X) =$  حجم المحلول .

مثال !!- طبقاً لطريقة الحد الفاصل المتحرك على المحلول المائي

$CdCl_2$  ( $0.33 \times 10^{-4} \text{ mole cm}^{-3}$ ) باستخدام ( $33.27 \text{ mole m}^{-3}$ ) بإختلاف  
 $LiCl$  كمحلول تابع، وعند مرور تيار ثابت مقداره (5.594 mA)  
 تحرك الحد الفاصل بين علامتين على الأنبوبة في زمن  
 مقداره (4406 sec) ، أما حجم المحلول بين هاتين العلامتين  
 سيباري ( $1.11 \text{ cm}^3$ ) ، أوجد أعداد الانتقال للأيونات الموجبة  
 والسالبة في محلول  $CdCl_2$  .

$$t_+ = \frac{F(A)(X)CZ^+}{I \times t} = \frac{F(V)CZ^+}{I \times t}$$

$$= \frac{(96500) (1.11 \times 10^{-6} \text{ m}^3) (33.27 \text{ mole m}^{-3}) (3)}{(5.594 \times 10^{-3} \text{ A}) (4406) \text{ sec}}$$

$$= 0.4337$$