

## الفصل الخامس

### محاليل الالكتروليتات

#### مقدمة

- تقسم موصلات التيار الكهربائي إلى موصلات الكترونية أو موصلات من النوع الأول، وموصلات أيونية أو موصلات من النوع الثاني. تدخل في عداد موصلات النوع الأول الفلزات في الحالتين الصلبة والمصهورة. ويتم نقل الكهرباء فيها من جراء حركة الكترولونات الغاز الألكتروني.

- أما سبب حدوث الموصلية (conductivity) الفلزية، فيعود إلى وجود هذه الألكتروونات، التي تنتقل بسهولة من ذرة إلى أخرى داخل الفلز.  
- وتتصف موصلات النوع الأول بأن مرور التيار فيها لا ترافقه تغيرات كيميائية في المادة.

- تنتمي إلى موصلات النوع الثاني بعض محاليل الأملاح والأحماض والقواعد وكذلك بعض المواد، وبصورة رئيسية الأملاح الموجودة في حالة مصهورة. ويتم نقل الكهرباء فيها عن طريق حركة الأيونات الموجبة والسالبة على حد سواء. هذا وتوجد أيضا مواد تتمتع بموصلية مختلطة.

- يقال غالبا بأن مرور التيار خلال موصلات النوع الثاني ترافقه عمليات كيميائية تنطوي تحت اسم عام هو التحليل بالكهرباء (electrolysis). ولكن هذا القول ليس صحيحا تماما. فمرور التيار عبر المحلول لا يسبب أية تحولات كيميائية. ولكن التيار يصل دائما من المنبع بواسطة سلك فلزي، أي عن طريق موصل من النوع الأول.

- أذن ففي الأماكن، التي تتغير فيها آلية نقل التيار تتفرغ (كلياً أو جزئياً) أيونات الألكتروليت، أو على العكس، فقد تكسب الذرات المحايدة أو المجموعات الذرية، شحنة ما. وهذه العمليات بالذات ترافقها تحولات كيميائية. وعلى هذا الأساس تحدث التحولات الكيميائية اعتماداً على الألكترولونات دائماً.

- يسمى الألكترولود الموجب في عملية التحليل بالكهرباء بـ "الأنود"، ويسمى الألكترولود السالب بـ "الكاثود".

- ولقد أطلق اسم "الأيونات" (من اليونانية وتعني الذاهب نحو الأنود) على الأيونات السالبة نظرا لأنها تتحرك باتجاه الأنود. وسميت الأيونات الموجبة بـ "الكاثيونات" (الذاهبة نحو الكاثود).
- كان الاعتقاد سائدا في أول الأمر بأن الأيونات تتكون في المحلول (أو الصهارة) تحت تأثير التيار الكهربائي.
- ولكن هذا الاعتقاد لم تثبت صحته. إذ توجد الأيونات في المحاليل (أو الصهارات) الموصلة للتيار الكهربائي بغض النظر عن مرور التيار فيها.

### فرضية التحلل الالكتروليتي

- في عام 1805م، شرح العالم اللتواني "ف. جروتوس" نظريته حول التحليل بالكهرباء، وقال بأن جسيمات المواد المذابة تتألف من أجزاء موجبة وسالبة، وأن هذه الأجزاء تتوجه بشكل قانوني تحت تأثير المجال الكهربائي حيث تتوضع على هيئة سلاسل يتجه فيها الجزء الموجب من كل جسيم نحو الكاثود بينما يتجه الجزء السالب نحو الأنود.
- وتحت تأثير التيار تتفكك الجسيمات القريبة من الألكترودات وتقدم إلى هذه الأخيرة أيونات مناظرة. أما الأجزاء المتبقية منها، فتدخل في تبادل مع الجسيمات التالية. ولقد كانت هذه الآراء مع بعض التغيرات التي طرأت عليها متعارفا عليها حتى الثمانينات من القرن الماضي.
- وفي عام 1881 أثبت "ن. كايندر" أن هناك توازيا بين الفاعلية الكيميائية لمحاليل الأحماض المائية وموصليتها الكهربائية. كما برهن أيضا على أن الأحماض تتمتع بأعلى فاعلية كيميائية وأكبر موصلية كهربائية جزئية في المحاليل المخففة جدا، وأن تأثير طبيعة المذيب واحد على كل من (الطاقة الكيميائية للأجسام) والموصلية الكهربائية لمحاليلها.
- وقد قدم "كايندر" رأيا حول إمكانية تفكك جزيئات الأحماض في المحلول حيث قال بهذا الصدد إن (كمية الجسيمات التي اكتسبت قدرة على التبادل تدعوها بالجسيمات المنفصلة) في حجم معين من محلول الحامض تتناسب مع كمية المذيب المضاف، وإن الجسيمات المنفصلة هي وحدها التي تتفاعل.
- إن كل هذه الأعمال وغيرها مهدت الطريق أمام ظهور فرضية التفكك الكهربائي، التي وضعها "س. أرهينيوس" عام 1887م.

- اعتمد إثبات فرضية التفكك على المقارنة بين:

- 1- قدرة المحاليل المائية المخففة للملاح والأحماض والقواعد على توصيل التيار الكهربائي.

2- الانحرافات المنتظمة لبعض خواص هذه المحاليل (كدرجة التجمد ودرجة الغليان وضغط البخار المشبع والضغط الأوزموزي وغيرها) من مثيلاتها في المحاليل المخففة الأخرى.

- إن المحاليل التي تظهر انحرافات أكبر في الخواص المذكورة تتمتع، بوجه عام، بموصلية كهربائية أكبر أيضاً.

- وبناء على فرضية التفكك الكهربائي، فإن جزيئات الأملاح والأحماض والقواعد تتعرض أثناء ذوبانها في الماء إلى تفكك تتحول من جرائه إلى أيونات.

- أتاحت فرضية أرهينيوس إمكانية تفسير العديد من المزايا في الخواص الكيميائية لمحاليل الألكتروليتات (كتفاعلات الحلمأة وأهمية تركيز الأيونات الأيدروجينية وغيرها). إذ تبين أن ماعطيه هذه الفرضية من علاقات كمية بين مختلف خواص المحاليل كالموصلة الكهربائية ودرجات التجمد وغيرها تتفق مع المعطيات التجريبية (وإن كان هذا لايسري على جميع الألكتروليتات). ولقد ساعد ذلك إلى حد كبير على الاعتراف بصحة المبادئ الأصلية لهذه الفرضية.

- ولكن محلول الألكتروليت يعتبر حسب فرضية أرهينيوس كخليط ميكانيكي مؤلف من جزيئات المذيب وأيونات وجزيئات الألكتروليت، أي أن هذه الفرضية لم تأخذ بعين الاعتبار التأثير المتبادل بين جميع هذه الجسيمات.

- ساعدت أعمال "ى. كابلوكوف" و "نرنت" و "جونس" وغيرهم على تطور فرضية التفكك الكهربائي.

- ويعود الفضل الأكبر في صياغة الفكرة الصحيحة حول التأثير المتبادل بين الجسيمات في محاليل الألكتروليتات إلى أعمال "كابلوكوف". فلقد أكد هذا الأخير معتمداً على نظرية المحاليل لمنديليف بأن الأيونات تستطيع الدخول في تفاعل مع الماء مكونة أيدرات (ذات تركيب متغير).

- وكتب "كابلوكوف" في رسالته للدكتوراه (عام 1891م): (حسب اعتقادي، فإن الماء بتفكيكه لجسيمات الجسم المذاب، يدخل مع الأيونات في مركبات غير ثابتة، بينما يرى أرهينيوس أن الأيونات تتحرك بحرية، وذلك على غرار الذرات المستقلة، التي تنشأ أثناء تفكك جزيء الهاليدات عند درجة حرارة مرتفعة). ولقد أكد التطور اللاحق للعلم بشكل كامل صحة هذا الاستنتاج الذي وضعه "ى. كابلوكوف".

- لاتحدث ظاهرة التفكك الكهربائي في المحاليل المائية فقط. ففي المذيبات الأخرى وخاصة التي تتمتع بثابت عزل كبير (بما فيها المذيبات العضوية) يحدث تفكك كهربائي للألكتروليت المذاب.

- ولا شك في أن ظاهرة التفكك مرتبطة في هذه الحالات بالتأثير المتبادل بين أيونات الألكتروليت وجزيئات المذيب والذي يرافقه ظهور متداويات (solvates) على شكل مركبات تغير التركيب.
- غير أن الدراسة المنتظمة لخصائص البناء الداخلي وخواص المحاليل اللامائية للألكتروليتات بدأت بصورة رئيسية في السنوات الأخيرة فقط (أعمال ك. ميشنكو وغيره).
- وسيكون الاهتمام الرئيسي في هذا الباب موجهًا نحو المحاليل المائية للألكتروليتات نظراً لأنها مدروسة بصورة أفضل ولأنها تستخدم عملياً على نطاق أوسع وذلك بالمقارنة مع المذيبات الأخرى.

### تأين الألكتروليتات أثناء الذوبان (أسباب التفكك الكهربائي)

- بقيت فرضية التفكك الكهربائي فترة طويلة دون أن تحظى بقبول عام بالرغم من التطابق الجيد بين النتائج الكثيرة التي تقدمها والحقائق المعروفة. ويعود السبب الرئيسي في ذلك إلى أنه لم يكن بالإمكان استناداً إلى الأفكار التي كانت شائعة في القرن الماضي حول الذرات باعتبارها جسيمات لا تقبل التجزئة فهم سبب وجوه هذه الظاهرة، ولم يكن بالإمكان تفسير الاختلاف الكبير بين خواص الذرة المحايدة وخواص الأيون الناتج منها.
- وكان من نتيجة تطور النظريات الألكترونية للتكافؤ أن ثبت أن البنية الألكترونية للأيون تختلف عن البنية الألكترونية للذرة المحايدة وبالتالي فإن خواصهما مختلفة.
- ونحن الآن نعتبر من الأمور البديهية أن أيون الصوديوم لا يتمتع بنفس الخواص، التي تتصف بها ذرته المحايدة. كما نعلم أن الخواص الكيميائية لذرة الصوديوم تتوقف على احتوائها على الكترون واحد ضعيف الارتباط بها، وأن هذا الألكترون غير موجود في أيون الصوديوم.
- وقد توضحت الأسباب الفيزيائية لظاهرة التفكك الكهربائي نفسها وذلك بالاعتماد على النظرية الألكترونية للتكافؤ.
- لا تحتوي جزيئات أو بلورات المركبات ذات الرابطة الأيونية على الذرات المحايدة للعناصر، وإنما تتألف من أيونات هذه العناصر. فمثلاً، يكون كلوريد الصوديوم في المحاليل المائية أو في أية حالة أخرى على شكل أيونات  $\text{Na}^+$  و  $\text{Cl}^-$ . وتتألف بلورة ملح الطعام وجزيئات  $\text{NaCl}$  الموجودة في البخار من هذه الأيونات أيضاً.
- وعلى هذا، فإن تطور النظرية الألكترونية للتكافؤ قد أراح فرضية التفكك الكهربائي من مهمة تفسير عملية تشكل الأيونات في المركبات الأيونية وذلك لأنه أثناء ذوبان هذا الألكتروليت يتم انفصال الأيونات وليس تشكلها.

- ويحدث انتقال الأيونات إلى المحلول من جراء التفاعل المتبادل بينها وبين جزيئات المذيب ونتيجة تشكل الروابط بين الأيون وجزيئات المذيب (تداوب الأيونات) أو الماء في حالة خاصة (إماهة الأيونات).

- عند ذوبان المواد، التي تتمتع بجزيئات شديدة القطبية ( $H_2SO_4$ ) مثلا، تضعف الرابطة بين قسَمي الجزيء المشحونين بشحنتين متعاكستين ويحدث استقطابها، ويؤدي ذلك إلى تشكل الأيونات. ويمكن تفسير ذلك بأن قوة التجاذب الأستاتيكي الكهربائي بين الأيونات تضعف في وسط ذي ثابت عزل كبير. بينما يكون ثابت العزل عاليا في المذيبات التي تتمتع بقدرة تفككية جيدة. في حين نرى أن المذيبات التي تملك ثابت عزل منخفضا (كالبنزول وغيره) لا تتمتع، كقاعدة عامة، بقدرة تفككية.

- ولقد ساعد التطور اللاحق لعلم البنية القطبية للجزيئات، إلى حد ما، على اكتشاف أهمية ثابت العزل في هذه الحالة، ذلك لأن السوائل ذات الجزيئات الشديدة القطبية هي عادة التي تتمتع بثابت عزل كبير.

- تنجذب جزيئات المذيب (الماء مثلا) القطبية من قبل الأيونات وتتوجه بالقرب منها، وذلك تحت تأثير المجالات الكهربائية التي تختلقها أيونات الألكتروليت. وهذه الجزيئات تجذب بدورها الأيونات نحوها حيث تضعف بذلك الرابطة الكائنة بين هذه الأخيرة. وبنفس الصورة تؤثر الجزيئات المذكورة على الأيونات التي تتكون منها شبكة البلورة الأيونية.

- ولكن الأمر لا يقتصر على ذلك، إذ عندما يحدث التفكك في مذيبات تستطيع جزيئاتها تشكيل روابط أيديروجينية وتناسقية فإن هذا النوع من التأثير المتبادل بين جزيئات المذيب وجسيمات الألكتروليت يمكن أن يؤثر تأثيرا ملموسا على سير العملية.

- ففي المذيبات ذات القدرة التفككية العالية ( $H_2O$ ,  $HF$ ) يلعب غالبا هذا التأثير المتبادل دورا أساسيا في عملية التفكك.

- وكما ذكرنا سابقا، فإن الرابطة عن طريق ذرة الأيدروجين تتكون من ذرات العناصر الأكثر سلبية كهربائية. فجزيئات الماء تتمتع بقدرة على تشكيل رابطة أيديروجينية ليس فقط فيما بينها وإنما مع جزيئات أخرى تحوي ذرات من عناصر شديدة السلبية الكهربائية.

- وفي مثل هذا التأثير المتبادل تستطيع جزيئات الماء عن طريق ذرتها الأيدروجينية أن ترتبط مع ذرات أكثر سلبية في جزيئات أخرى، أو أنها، على العكس، ترتبط مع ذرة أيدروجين لجزيء آخر عندما تمل هذه الذرة شحنة موجبة

كبيرة حيث ترفع بهذا الشكل من قطبية رابطته مع الجزيء. وفي الحالة الأخيرة يستطيع جزيء الماء أن يجذب نحوه هذا الأيدروجين على شكل أيون موجب مكونا بذلك أيون الأيدرونوم ( $H_3O^+$ ).

- ويتمتع الماء بفضل هذا التأثير المتبادل بالذات بقدرة على إحداث تفكك شديد لبعض المواد، التي تتبلور في شبكات جزيئية، وليس في شبكات أيونية)، مثل: (HCl) وعلى هذا يتفكك كلوريد الأيدروجين في الكحول الإيثيلي بدرجة قوية بينما يكون تفككه في ثنائي نيتروبنزول ضعيفا جدا بالرغم من أن ثابتي العزل لهذين المذيبين لا يختلفان إلا قليلا.

- يتم الشغل اللازم لفصل الأيونات أثناء الذوبان بصورة رئيسية على حساب تذاوبها (الذي يرافقه انخفاض في الجهد الأيسوباري للجلمة).

- إن مثل هذا التأثير المتبادل مع جزيئات المذيب ليس صفة خاصة بالجزيئات الأيونية فحسب بل وتتصف به أيضا، وإن كان ذلك بدرجة أضعف، الجزيئات ذات الرابطة الشديدة القطبية، ويؤدي هذا التأثير المتبادل إلى تفكك الجزيء إلى أيونات. وقد يطرأ الضعف الشديد على الروابط الشديدة القطبية فقط. ولهذا فإن حامض الخليك يتفكك إلى حد ما أثناء ذوبانه في الماء مكونا أيونات من الأيدروجين في حين نرى أن الكحولات والسكر لا تتمتع عمليا بمثل هذه القدرة على التفكك.

### إماهة وتذابوب الأيونات في المحلول

- إن الأفكار المعروضة حول آلية تشكل المحلول الأيوني تجبر على الاعتراف بوجود تأثير متبادل شديد بين جزيئات المذيب والأيونات سواء في عملية الذوبان أو في المحلول نفسه.

- ولقد تأكدت إماهة الأيونات في المحاليل المائية بفضل أبحاث "كابلوكوف" و "وجونس" وغيرها. فهي تبرز في جميع خواص هذه المحاليل. ومن نتائجها نذكر قدرة العديد من الألكتروليتات على ربط كمية ما من الماء عند انفصالها من المحاليل حيث تكون على شكل ماء متبلور.

- وإماهة الأيونات بالذات هي التي تعرقل ضم الأيونات وتحولها إلى جزيئاتمن جديد. ويكون التأثير المتبادل الأيوني ثنائي القطب أشد ما يمكن عند إماهة الأيونات الموجبة، التي تتمتع بنصف قطر صغير، مثل: ( $Li^+$ ) وخاصة الأيونات التي تتمتع في أن واحد بنصف قطر صغير وبشحنة كبيرة، مثل: ( $Al^{3+}$ ).

- تظهر علاقة درجة إماهة الأيونات بأبعادها واضحة لدى مقارنة الموصلية الكهربائية عند مختلف الألكتروليتات. إذ من الممكن التوقع بأنه طالما أن أنصاف الأقطار الأيونية للكاثيونات تزداد في الحالة البلورية من  $Li^+$  إلى  $Cs^+$ ، فإن

أشدها توصيلاً للتيار الكهربائي هو كلوريد الليثيوم وأضعفها هو كلوريد السيزيوم. وهذا ما تؤكدُه مقارنة التوصيلية الكهربائية عند الكلوريدات المصهورة.

- ولكن الأمر على عكس ذلك في المحاليل المائية، فالأيون  $Li^+$  يتميز بدرجة أكبر نظراً لصغر حجمه، وهذا يخفض كثيراً سرعة انتقاله في المحلول مما يجعل التوصيلية الكهربائية لكلوريد الليثيوم أقل منها عند الكلوريدات الأخرى. أما القول بأن درجة إمامة  $Li^+$  أكبر من غيرها فيؤكده كون أن حرارة إمامته كبيرة.

- تعرف حرارة الإمامة (أو طاقة الإمامة) بأنها كمية الطاقة التي توافق عملية انتقال الأيونات من الحالة الغازية إلى المحلول.

- ولكي نبين بصورة أوضح الأهمية الكبيرة لعمليات الإمامة، نشير إلى عملية ذوبان بلورة أيونية، مثل: كلوريد البوتاسيوم. فنحن نعلم أن مجرد الفرق البسيط للسطح وتحويله إلى مسحوق يتطلب صرف كمية كبيرة من الطاقة. ومن الواضح أنه ينبغي صرف طاقة أكبر بكثير كي يفصل الملح إلى أيونات مستقلة.

- وتبلغ كمية الطاقة هذه في حالة كلوريد البوتاسيوم 170 كيلو سعر / مول. إذن فمن أين تؤخذ هذه الكمية الكبيرة من الطاقة اللازمة لفصل الأيونات عن البلورة أثناء ذوبان كلوريد البوتاسيوم في الماء؟ إن هذه العملية تتم أساساً على حساب طاقة إمامة الأيونات. وتعاود هذه الطاقة من أجل كلوريد البوتاسيوم حوالي:

$$81 + 84 = 165 \text{ كيلو سعر/ مول.}$$

- وبالتالي فهي تغطي بالفعل القسم الأكبر من الطاقة الضرورية لفصل الأيونات من البلورة. أما الكمية المتبقية والبالغة  $170 - 165 = 5$  كيلو سعر/ مول، فتغطي على حساب طاقة الحركة الحرارية، كما أن الذوبان يرافقه امتصاص حرارة من الوسط المحيط.

- تتعرض الطبقات الإلكترونية في الأيونات نفسها إلى تشوهات ملموسة (استقطاب الأيونات) أثناء الإمامة. ومن المعروف جيداً، على سبيل المثال، أن لون المحاليل الحاوية على أيونات النحاس أو الكوبلت يتوقف على إمامتها.

- تستطيع أيونات الالكتروليت ربط جزيئات المذيب في المحاليل اللامائية أيضاً. وتقوم متداوبات الأيونات مقام أيونات في هذه الحالات.

- إن الكمية الكبيرة من الطاقة المنطلقة أثناء إمامة (أو تذاب) الأيونات تسهل إلى حد كبير عملية تفكك الالكتروليت الماصة للحرارة، كما تثبت، بالإضافة إلى ذلك، الأيونات حيث تعرقل عملية انضمامها المتبادل العكسية.

### خواص محاليل الالكتروليتات الضعيفة

- تقسم الالكتروليتات من حيث قدرتها على التفكك إلى الكتروليتات قوية والكتروليتات ضعيفة.

- تشمل الالكتروليتات القوية الأحماض القوية والقواعد القوية والأملاح، ولا يقتصر التصنيف هنا على الأملاح المتكونة من قاعدة قوية أو حامض قوي وإنما يشتمل في أغلب الأحيان على الأملاح المتكونة من قاعدة ضعيفة وحامض ضعيف.

- تتبلور غالبية الالكتروليتات القوية في بلورات ذات شبكة أيونية، ويطلق غالبا اسم الالكتروليتات القوية على هذه المواد فقط.

- تدخل في عداد الالكتروليتات الضعيفة، قبل كل شيء، الأحماض الضعيفة والقواعد الضعيفة وبعض الأملاح أيضا.

- وتدخل ضمن هذه الفئة غالبية الأحماض العضوية والفينولات والأمينات وحامض الكربونيك وحامض الايدروسيانيك وبعض الأملاح أيضا مثل كلوريد الزئبق وسيانيد الزئبق وغيرها.

- وبناء على المعطيات الحديثة، فإن الالكتروليتات القوية تتفكك بأكملها عمليا إلى أيونات في المحاليل المختلفة التركيز (يستثنى من ذلك المحاليل ذات التراكيز الكبيرة جدا وذلك بالنسبة إلى بعض الالكتروليتات).

- إن عملية تفكك الالكتروليتات الضعيفة عملية عكوسة، ذلك لأن الأيونات المختلفة في الإشارة تستطيع عند التقائها في المحلول أن تتضم من جديد متحولة إلى جزيئات.

- وتمثل عملية التفكك بالنسبة إلى الكتروليت من النوع  $B_2A$  بالمعادلة:



- وهنا أيضا يتحقق التوازن كما هو الحال في أية عملية عكوسة. إذ يمكن أن يعبر عنه كليا بثابت التوازن (ثابت التفكك -  $K_d$ ) الذي يتعين من أجل المحاليل المخففة لهذا الالكتروليت  $B_2A$  بالعلاقة:

$$K_d = C^2B + CA^2 \cdot C_m \quad (2-5)$$

حيث ترمز  $cB^+$  و  $cA^{2-}$  و  $cm$  إلى تراكيز الأيونات المناظرة وجزيئات الالكتروليت غير المفككة.

- تنطبق (2-5) على الالكتروليتات الضعيفة في المحاليل المخففة. أما في المحاليل الأكثر تركيزا أو عند وجود الكتروليتات أخرى بتركيز كبير، فمن الضروري

استخدام الفاعليات بدلا من التراكيز. ففي هذه الحالات تأخذ العلاقة (2-5) الشكل التالي :

$$K_{d,a} = a^2B^+ \cdot aA^{2-} - am \quad (3-5)$$

حيث ترمز  $aB^+$  و  $aA^{2-}$  و  $am$  إلى فاعلية الأيونات وجزيئات الالكتروليت غير المتفككة.

- غالبا ما يطلق اسم ثابت التفكك الترموديناميكي على ثابت التفكك المعين عن طريق الفاعليات بالمعادلة (3-5)، إلا أنه علميا تضطر عند عدم توفر معطيات عن الفاعلية أن تستخدم العلاقة (2-5) بدلا من العلاقة (3-5) وذلك من أجل المحاليل المركزة نسبيا. وقد يتغير  $K_d$  المحسوب بهذه الطريقة بتغير التركيز، وهو يسمى أحيانا بثابت التفكك الشرطي.

- يتعين تغير الجهد الأيسوباري في تفاعل التفكك بمعادلتَي أيسوثرم التفاعل الكيميائي اللتين تتضمنان قيم الفاعلية:

$$-\Delta G_d = RT (\ln K_{d,a} - \ln a^2B^+ \cdot aA^{2-} - am) \quad (4-5)$$

يتعلق هذا التغير بتركيب المحلول (تراكيز كل من الالكتروليت المدروس وغيره من المواد المذابة في المحلول)، وهو يساوي في الظروف القياسية:

$$(a'B^+ = a'A^{2-} = a'm = 1)$$

$$\Delta G^{\circ}_d = - RT \ln K_{d, a} \quad (5-5)$$

- وللتعبير عن حالة الالكتروليت الضعيف في المحلول يستخدم إلى جانب ثابت التفكك مقدار آخر هو درجة التفكك  $a$  التي تتعين بالعلاقة :

$$a = \frac{\text{العدد الكلي للجزيئات المذابة}}{\text{عدد الجزيئات المتفككة}}$$

- إن ثابت التفكك مقدار خاص بالالكتروليت المدروس، فهو يجب أن يكون ثابتا عند درجة حرارة ثابتة وفي مذيب واحد. أما درجة التفكك ترمز إلى حالة الالكتروليت في محلول ذي تركيز معين فقط، وهي تتغير بتغير هذا التركيز.

- فكلما ارتفع التركيز ازداد احتمال التقاء الأيونات في المحلول وتحولهما من جديد إلى جزيئات غير متفككة. ولهذا تنخفض عادة درجة التفكك بارتفاع التركيز. وبالمقابل، كلما انخفض التركيز ازدادت هذه الدرجة حيث تقترب من الواد أي من 100%.

## أسئلة عامة متنوعة

- 1- تكلم عن أنواع موصلات التيار الكهربائي؟
- 2- أشرح نظرية "جروتوس" حول التحليل الكهربائي؟
- 3- أشرح ما المقصود بـ "تأين الألكتروليتات" أثناء الذوبان، موضحاً أسباب التفكك الكهربائي؟
- 4- تكلم عن إمالة وتذبذب الأيونات في المحاليل؟
- 5- ناقش خواص محاليل الألكتروليتات الضعيفة؟