دولة ليبيا
وزارة التعليم
مركز المناهج التعليمية والبحوث التربوية

الكيمياء

للسنة الثانية من مرحلة التعليم الثانوي

(القسم العلمي)

الدرس الثالث

المدرسة الليبية بفرنسا ـ تور

العام الدراسي:
1441 / 1442 هـ . 2020 / 2021 م.

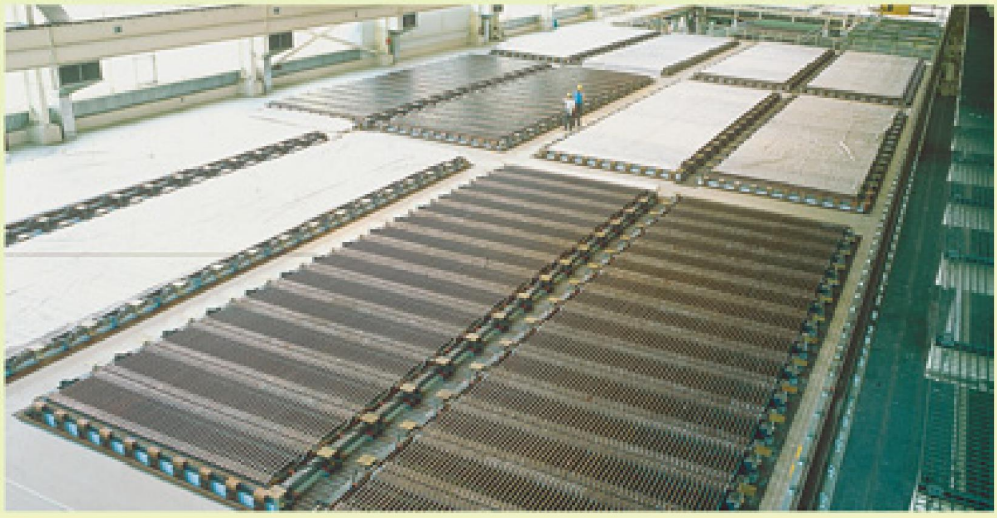
جميع الحقوق محفوظة لـ مركز المناهج التعليمية والبحوث التربوية ـ ليبيا

الوحدة

2

الكهرباء والكيمياء

Electricity and Chemistry



قد تحتوي الأنودات المصنوعة من النحاس غير النقي على 99.5% نحاس، ومع ذلك لا نعتبر نسبة النقاء هذه كافية للنحاس المستخدم في توصيل الكهرباء، حيث يتطلب نسبة نقاء 99.98%. تحتوي الشوائب من الأنود (راسب الأنود) على فلزات قيمة كالفضة والذهب.

أهداف التعلم

بعد الانتهاء من دراسة هذه الوحدة، سوف تكون قادرًا على أن :

- ✔ **تصف** التحليل الكهربائي كتحلل إلكتروليت (مركب أيوني يكون في صورة مصهور أو محلول) عن طريق توصيل الكهرباء.
- ✔ **تصف** التحليل الكهربائي كدليل على وجود أيونات متماسكة في شبكة بلورية عندما تكون صلبة، ولكنها تكون حرة الحركة عندما تكون منصهرة أو في محلول.
- ✔ **تتنبأ** بنواتج التحليل الكهربائي المحتملة لمصهور مركبات ثنائية.
- ✔ **تتنبأ** مستخدمًا فكرة التفريغ الانتقائي (المرتبطة بسلسلة الفاعلية الكيميائية للكاتيونات) بنواتج التحليل الكهربائي المحتملة للمحاليل المائية.
- ✔ **تكتب** المعادلات الأيونية للتفاعلات التي تحدث عند الأقطاب أثناء التحليل الكهربائي.
- ✔ **تصف** التحليل الكهربائي لمحلول كبريتات النحاس (II)، مع أقطاب النحاس، كوسيلة لتنقية النحاس.
- ✔ **تصف** الطلاء الكهربائي للفلزات، مثال على ذلك طلاء النحاس.
- ✔ **تصف** إنتاج الطاقة الكهربائية من خلايا بسيطة، وارتباط ذلك بسلسلة الفاعلية الكيميائية.

جميع الحقوق محفوظة لـ مركز المناهج التعليمية والبحوث التربوية ليبيا

1-2 الأدوات الكهربائية والرموز الدالة على الدائرة الكهربائية
Electrical Devices and Circuit Symbols

الخلية مصدر للكهرباء، ويطلق على أي مجموعة من الخلايا **نضيدة**. جميع الخلايا لها طرف سالب وآخر موجب. واتفق على الرمز للقطب الموجب بخط طويل ورفيع، وللقطب السالب بخط قصير وسميك. تسري الكهرباء من الخلية عند تكوين دائرة كهربائية، وتستخدم **المفاتيح** لوقف أو بدء سريان الكهرباء، وتستخدم **المصابيح** للاستدلال على سريان الكهرباء في الدائرة.

تستخدم أدوات كهربائية أخرى منها المقاومات الثابتة والمتغيرة (**الريوستات**)، للتأكد من سريان تيار كهربائي ثابت ومناسب. وتستخدم الأميترات لقياس كمية التيار الكهربائي **بالأمبير**. وتستخدم أيضًا **الفولتميترات** لقياس الجهد الكهربائي للخلايا والنضائد بالفولت. ويبين جدول 1 رموز الدائرة لتلك الأدوات الكهربائية.

تمر الكهرباء في التحليل الكهربائي من نضيدة خلال سائل قد يكون محلولًا أو مصهورًا. وتسمى الألواح التي تحمل الكهرباء إلى السائل **الأقطاب**.

الكاثود هو القطب المتصل بالطرف السالب للخلية.
الأنود هو القطب المتصل بالطرف الموجب للخلية.

تصنع عادة الأقطاب من مواد كالجرافيت، أو البلاتين، أو النحاس، وأحيانًا من الزئبق.

الأدوات الكهربائية	رمز الدائرة
خلية	
نضيدة (أربع خلايا)	
مصباح	
مفتاح توصيل	
أميتر	A
فولتميتر	V
مقاومة ثابتة	R
مقاومة متغيرة (ريوستات)	R

جدول 1 رموز الدائرة

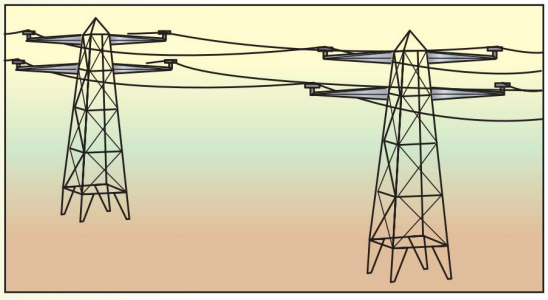
2-2 الموصلات واللاموصلات: الكهرباء والمواد الصلبة
Conductors and Non-Conductors: Electricity and Solids

الموصل مادة توصل الكهرباء، ولكنه لا يتغير كيميائيًا أثناء التوصيل. ويبين شكل 2-1 دائرة مناسبة لاستقصاء ما إذا كانت المادة الصلبة توصل الكهرباء أم لا. ويرجع توصيل الكهرباء خلال الفلز إلى إلكترونات التكافؤ حرة الحركة داخل بنية الفلز. وتتضمن الموصلات الصلبة جميع الفلزات والجرافيت (الكربون شكل من أشكال اللافلز).

اللاموصل مادة لا تسمح بمرور الكهرباء. وتستخدم أحيانًا بعض اللاموصلات لحماية الأشياء من الكهرباء. وتسمى في هذه الحالة **عوازل**.

المواد الصلبة غير الموصلة للكهرباء؛ تكون إلكترونات تكافؤ ذراتها في مواضع ثابتة بحيث تكون غير حرة الحركة. ومن أمثلة المواد غير الموصلة اللافلزات كالكبريت، والفوسفور، والماس، ومواد صلبة أخرى كثيرة كالأملاح البلورية، والخشب، والزجاج ... إلخ. اللدائن، والخزف لاموصلات أيضًا، ويسهل تشكيلها، فتستخدم لذلك كعوازل لتغليف موصلات الكهرباء المصنوعة من قلب فلزي (عادة نحاس، أو فولاذ، أو ألومنيوم).

شكل 2-1 مرور الكهرباء خلال المواد الصلبة



شكل 2-2 موصلات الكهرباء العلوية

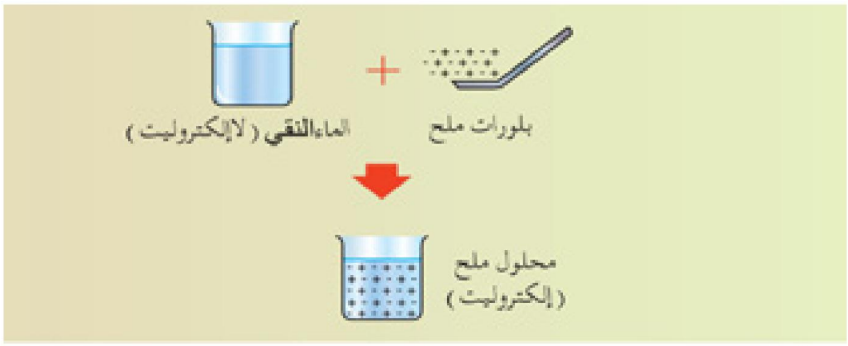
جميع الحقوق محفوظة لـ مركز المناهج التعليمية والبحوث التربوية ـ ليبيا

إذا كان موصل الكهرباء علويًّا، يفضل استخدام الألومنيوم لأنه فلز خفيف. وتعزل الموصلات العلوية عن الأبراج الكهربائية باستخدام ماسكات من الزجاج أو الخزف.

3-2 الإلكتروليتات واللاإلكتروليتات: الكهرباء والسوائل

Electrolytes and Non-Electrolytes: Electricity and Liquids

تنطبق هذه المصطلحات على **السوائل** فقط، بما في ذلك المحاليل والمواد الصلبة المصهورة. **الإلكتروليتات** مركبات توصل التيار الكهربائي عندما تكون مصهورة أو ذائبة في الماء، وتتحلل خلال عملية التوصيل. تمر الكهرباء خلال السائل عن طريق حركة الأيونات بين القطبين. ومن أمثلة الإلكتروليتات الأحماض، والقلويات، والأملاح الذائبة في الماء، أو الأملاح المصهورة. وهي كلها مواد **أيونية**.

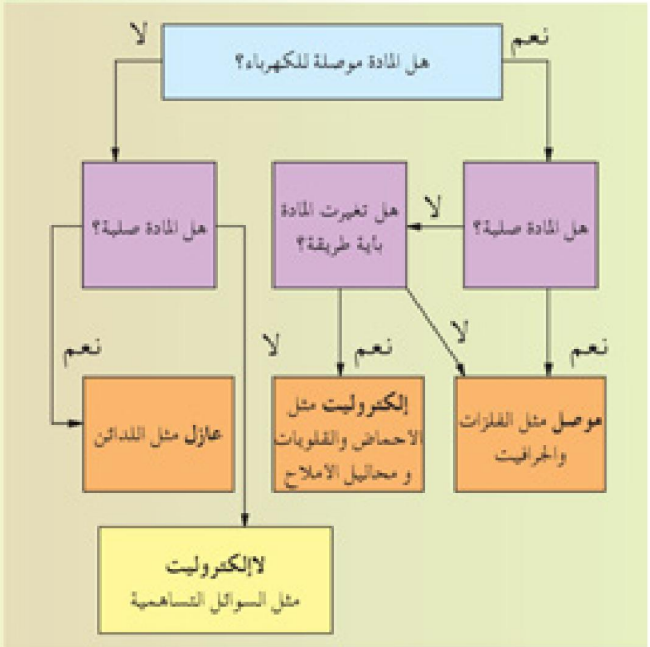


شكل 2-3 تحضير إلكتروليت

لا توصل المواد الأيونية الصلبة الكهرباء، حيث تكون أيوناتها متماسكة معًا في مواضع ثابتة بقوى قوية. ولكي تتحرك الأيونات يجب إذابة الجسم الصلب في الماء أو صهره، ويتم بذلك تدمير الشبكة الأيونية.

اللاإلكتروليت سائل لا يسمح بمرور التيار الكهربائي. ومن أمثلة اللاإلكتروليتات الماء المقطر، والكحول، وزيت التربنتينا، والبرافين، والعديد من المذيبات العضوية. تكون كل تلك المواد **تساهمية** لا تحتوي على أيونات.

وتكون بعض السوائل كالأحماض الضعيفة (الخل)، أو القلويات الضعيفة (محلول الأمونيا) في موقف وسط. فهي تحتوي على أيونات قليلة فقط، وتصنف على أنها **إلكتروليتات ضعيفة**، وذلك للتمييز بينها وبين الأحماض تامة التأين الأقوى التي تعتبر **إلكتروليتات قوية**. (انظر جدول 2).



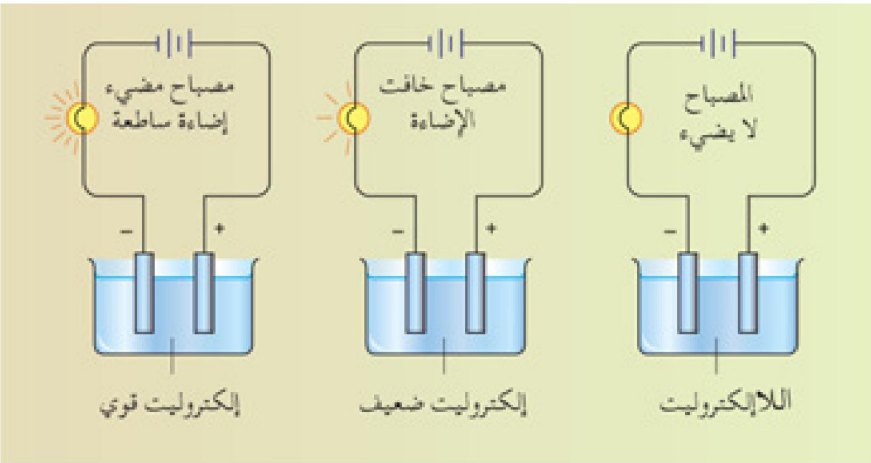
شكل 2-4 مفتاح الكهربائية

جميع الحقوق محفوظة لـ مركز المناهج التعليمية والبحوث التربوية - ليبيا

اللاإلكتروليتات	الإلكتروليتات الضعيفة	الإلكتروليتات القوية
سوائل عضوية أو محاليل	أحماض وقلويات ضعيفة	أحماض، وقلويات قوية، ومحاليل أملاح
↓	↓	↓
إيثانول $C_2H_5OH\ (\ell)$	ماء جير $Ca(OH)_2\ (aq)$	محلول حمض الكبريتيك $H_2SO_4\ (aq)$
رباعي كلوروميثان $CCl_4\ (\ell)$	محلول أمونيا $NH_3\ (aq)$	محلول حمض النيتريك $HNO_3\ (aq)$
ثلاثي كلوروميثان $CHCl_3\ (\ell)$	محلول حمض ايثانويك $CH_3COOH\ (aq)$	محلول حمض الهيدروكلوريك $HCl\ (aq)$
ماء نقي $H_2O\ (\ell)$	محلول حمض كبريتوز $H_2SO_3\ (aq)$	محلول هيدروكسيد البوتاسيوم $KOH\ (aq)$
محلول سكر $C_{12}H_{22}O_{11}\ (aq)$	محلول حمض كربونيك $H_2CO_3\ (aq)$	محلول هيدروكسيد الصوديوم $NaOH\ (aq)$
كبريت مصهور $S\ (\ell)$		محلول كبريتات النحاس (II) $CuSO_4\ (aq)$

جدول 2 إلكتروليتات مختلفة

للتمييز بين هذه الأنواع المختلفة من الإلكتروليتات، يمكن تصميم دائرة كالموضحة في شكل 2-5. تدل الإضاءة الأكثر سطوعًا لمصباح الدائرة على درجة التأين. وبناءً عليه يعطي المصباح إضاءة أكثر سطوعًا مع الإلكتروليت القوي، ويعطي إضاءة خافتة مع الإلكتروليت الضعيف، ولا يضيء مطلقًا مع اللاإلكتروليت.



شكل 2-5 التمييز بين الإلكتروليتات

اختبر فهمك 1

(1) ماذا يقيس الأميتر؟
(2) ماذا نسمي الجسم الصلب الذي لا يوصل الكهرباء؟
(3) ماذا نسمى السائل الذي لا يوصل الكهرباء؟
(4) ما الكاثود؟
(5) ما الأنود؟

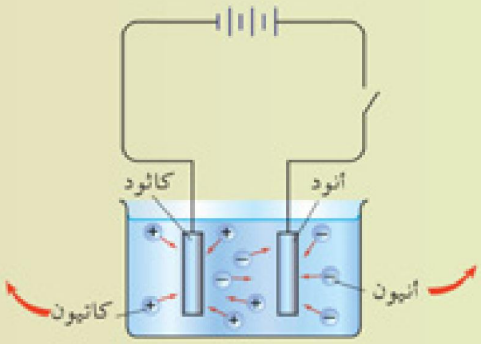
جميع الحقوق محفوظة لـ مركز المناهج التعليمية والبحوث التربوية ـ ليبيا

4-2 التحليل الكهربائي : التحلل بإمرار الكهرباء
Electrolysis: Decomposing Using the Passage of Electricity

عند إمرار تيار كهربائي خلال مادة إلكتروليتية، يحدث تحلل كيميائي. ويتضمن ذلك **انقسام** الإلكتروليت. جميع الإلكتروليتات مواد أيونية، مما يعني تكونها من أيونات موجبة الشحنة، وأخرى سالبة الشحنة. وعند مرور التيار الكهربائي خلال الإلكتروليت، تنتقل تلك الأيونات نحو القطب المخالف لشحنتها. تتحرك الأيونات سالبة الشحنة نحو الأنود الموجب، ولذلك تسمى **الأنيونات**. وتكون معظم الأنيونات أيونات لافلزية، وتتضمن الأكسيد (O^{2-})، والكلوريد (Cl^-)، والبروميد (Br^-) ... إلخ. تتحرك الأيونات موجبة الشحنة نحو الكاثود السالب، ولذلك تسمى **كاتيونات**. الكاتيونات أيونات فلزية، وتتضمن النحاس (Cu^{2+})، والفضة (Ag^+)، والرصاص (Pb^{2+}) ... إلخ، أو الهيدروجين (H^+).

يبين شكل 2-6 جهازًا مناسبًا للتحليل الكهربائي.

الأنيون	الصيغة
كبريتات	SO_4^{2-}
نترات	NO_3^-
هيدروكسيد	OH^-
كلوريد	Cl^-
بروميد	Br^-
يوديد	I^-



الكاتيون	الصيغة
بوتاسيوم	K^+
صوديوم	Na^+
كالسيوم	Ca^{2+}
ماغنسيوم	Mg^{2+}
خارصين	Zn^{2+}
حديد(II)	Fe^{2+}
حديد(III)	Fe^{3+}
رصاص	Pb^{2+}
هيدروجين	H^+
نحاس(II)	Cu^{2+}
فضة	Ag^+
ذهب	Au^+

شكل 2-6 تحليل كهربائي

تفقد الأيونات السالبة إلكتروناتها للأنود، الذي يكون جاهزًا لاستقبال الإلكترونات لأن شحنته موجبة، مما يعني وجود نقص لديه في الإلكترونات. تكتسب الأيونات الموجبة عند الكاثود إلكترونات من الكاثود، الزائدة لديه الإلكترونات؛ ومن ثم تكون شحنته الكلية سالبة. ويؤدي هذا الإطلاق للأيونات نحو الأقطاب المخالفة إلى التحلل الكيميائي للإلكتروليت. ويسمح ذلك أيضًا بانتقال الإلكترونات من الكاثود إلى الأنود. لذلك تسمح حركة الأيونات أثناء التحليل الكهربائي بتوصيل الكهرباء.

مراجعة سريعة

القطب لوح يحمل الكهرباء إلى السائل
الأنود قطب موجب
الكاثود قطب سالب
موصل مادة توصل الكهرباء
العازل مادة صلبة غير موصلة
إلكتروليت قوي سائل تام التأين، ويتحلل كهربائيًّا
إلكتروليت ضعيف سائل غير تام التأين، ولكن يتحلل كهربائيًّا
لاإلكتروليت سائل تساهمي لا يوصل الكهرباء
التحليل الكهربائي تحلل الإلكتروليت نتيجة لمرور الكهرباء

الأنيون أيون سالب الشحنة ينتقل إلى الأنود أثناء التحليل الكهربائي
الكاتيون أيون موجب الشحنة ينتقل إلى الكاثود أثناء التحليل الكهربائي

جميع الحقوق محفوظة لـ مركز المناهج التعليمية والبحوث التربوية