

[٩] الباب التاسع :

التحليل بالكهرباء

Splitting up chemicals with electricity

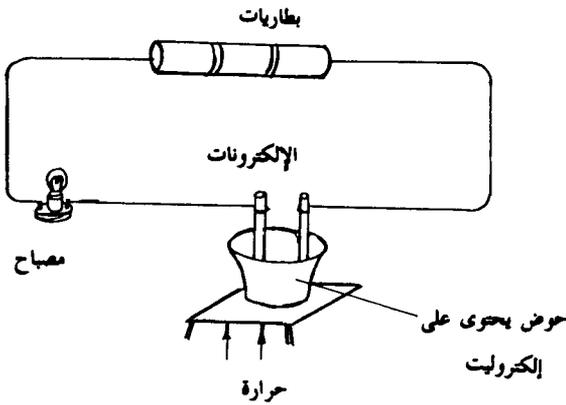
سبق وأن أوضحنا في الباب الثالث ، أنه يتم فقد جزء من الطاقة ، عادة ، عند تكوين مركب .

وعلى هذا فإن عملية تجزئ مركب ما تتطلب جزء من الطاقة واستخدام الكهرباء هي إحدى الطرق لتوفير هذه الطاقة ويُطلق على عملية تجزئ المركب بالكهرباء ، بالتحليل Electrolysis وتوجد بعض المركبات (وليس كلها) يطلق عليها بالإلكتروليتات Electrolytes يمكن تجزيها بالكهرباء .

[٩ - ١] تحليل مركب منصهر

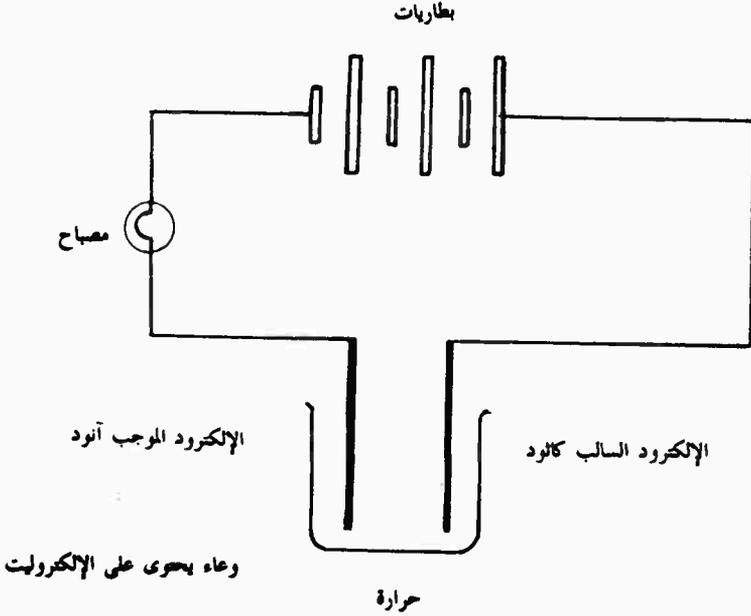
Electrolysis of a molten compound

يوضح شكل (٩ - ١) جهازاً يمكن استخدامه لتحليل مركب منصهر (أى فى الصورة السائلة) .



شكل (٩ - ١)
محلول من مركب منصهر

ويمكن تمثيل هذا الجهاز بالدائرة الموضحة بشكل (٩ - ٢) .



شكل (٩ - ٢)
الدائرة الكهربائية للشكل (٩ - ١)

وتمر الكهرباء في الإلكتروليت عبر عمودين من الكربون يعرفان
بالإلكترودات **electrodes** .

ويطلق على الإلكترود المتصل بالطرف الموجب للبطارية بـ **Anode**
أو المصعد .

في حين يطلق على الإلكترود المتصل بالطرف السالب للبطارية بـ الكاثود
Cathode أو المهبط .

ولا يضيء المصباح طالما كان الإلكتروليت صلباً ، وعندما ينصهر الإلكتروليت
فإن المصباح يضيء ويظل مضيئاً طالما بقي الإلكتروليت في الصورة المنصهرة
وتظهر نتائج التحليل عند الإلكترودات .

ويؤدي تحلل كلوريد الصوديوم المنصهر إلى ظهور الصوديوم عند الألكترود السالب ، وكلور عند الإلكترود الموجب .

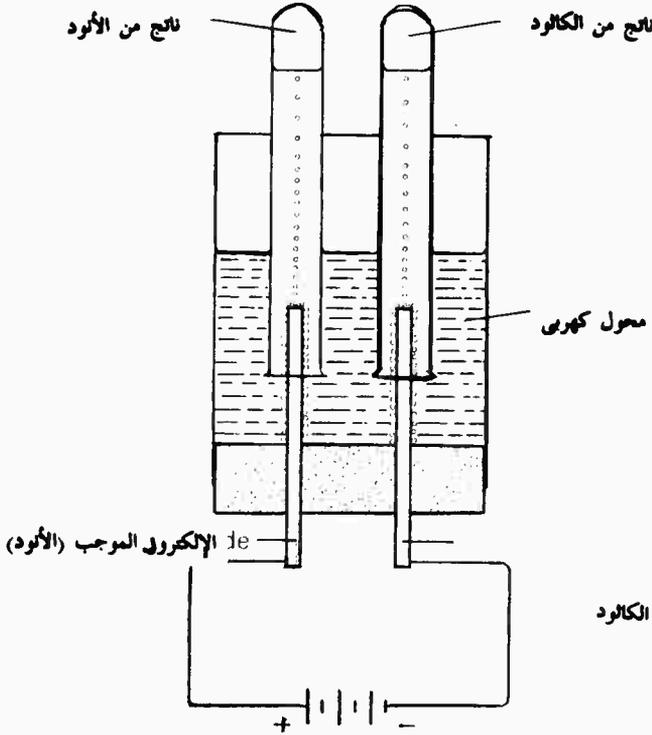
[٩ - ٢] تحليل المحاليل بالكهرباء

Electrolysis of solutions

يوضح شكل (٩ - ٣) جهازاً مناسباً لتحليل محلول إلكتروليت ويمكن الإسراع بعملية التحليل بواسطة :

- ١ - استخدام محلول إلكتروليت أكثر تركيزاً .
 - ٢ - استخدام بطاريات أكثر (أى زيادة الجهد) .
 - ٣ - استخدام إلكترودات أكبر .
 - ٤ - تقريب الإلكترودات من بعضها .
 - ٥ - رفع أنابيب الإختبار .
- وتكون نتائج التحليل الكهربى ، إما :
- (أ) غازات تتجمع فى أنابيب الإختبار وتحل محل الإلكتروليت .
- أو (ب) جسم صلب يتكون حول الإلكترود السالب (المهبط - الكاثود) .





شكل (٩ - ٣)
التحليل الكهربى للمحاليل

[٩ - ٣] الطلاء بالكهرباء *Electro plating* :

يمكن أن تتكون طبقة من النحاس على مسمار من الحديد مغموس فى محلول من كبريتات النحاس ، ويمكن إزالة هذه الطبقة بسهولة . إلا أنه يمكننا طلاء بعض المعادن بطبقة طلاء ثابتة ومتينة بواسطة الكهرباء - الطلاء بالكهرباء .

ويتم توصيل الكهرباء إلى الجسم المراد طلاؤه بحيث يصبح الإلكترود السالب فى الدائرة الكهربائية للتحليل .

فمثلاً فى شكل (٩ - ٤) ، يظهر لنا دائرة تخطيطية لطلاء قطعة من النحاس

بطبقة رقيقة من النيكل ، وكلما طال زمن تشغيل الدائرة كلما زاد سمك طبقة النيكل .

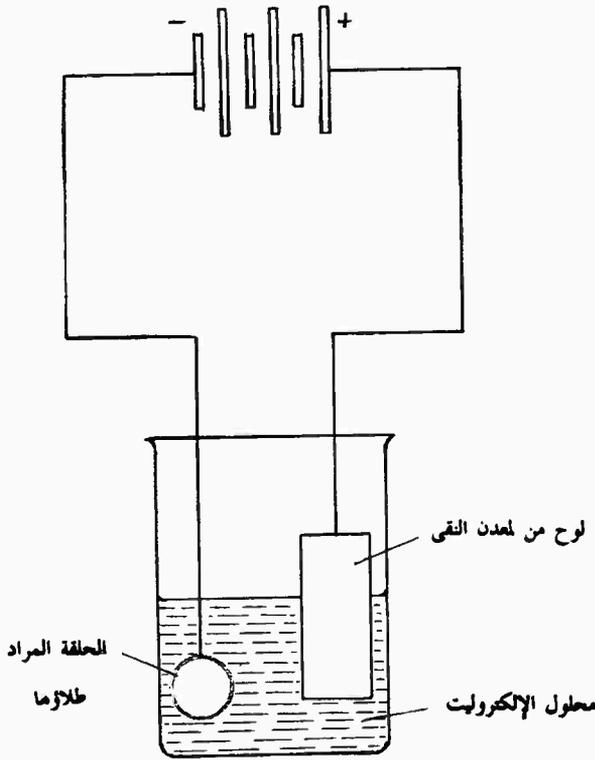
ويستخدم الطلاء بالكهرباء بكثرة في عمليات التشطيب النهائي للمنتجات الصناعية .

فمثلاً يتم طلاء أيدي توجيه الدراجات التي تصنع من مواسير من الصلب لأنها عرضة للصدأ .

حيث يتم طلاؤها أولاً بالنيكل ثم نهائياً بطبقة رقيقة جداً من الكروم يبلغ سمكها ٠,٠٠٠٠٣ مم وذلك لإعطاء المواسير الصلابة الكافية والسطح اللامع .

كما أنه يتم طلاء المقدمة المخروطية للصواريخ ، أحياناً بالذهب وذلك لمنع تفاعل معدن مقدمة الصاروخ مع الأوكسجين الجوي . حيث أن مقدمة الصاروخ تتعرض لحرارة عالية جداً أثناء إختراقها طبقات الغلاف الجوي . ويستخدم في مكوك الفضاء الأمريكي السيراميك لنفس الغرض .





شكل (٩ - ٤)
الدائرة الكهربائية لطلاء حلقة معدنية

[٩ - ٤] خلاصة :

التحليل هو عملية تجزئ للمركب الذي يعرف بالإلكتروليت وذلك بواسطة الكهرباء ويحدث هذا عندما يكون المركب في الصورة المنصهرة أو سائلاً . وتتكون نواتج التحليل عند الإلكترودات (المهبط والمصعد) . ويؤدي تحليل المحاليل المائية إلى تكون الهيدروجين عند الإلكترود السالب الذي يُعرف بالكاثود بينما يتكون الأوكسجين عند الإلكترود الموجب الذي يُعرف بالأنود .

وفيما يلي نبذة عن حياة أحد مشاهير الكيمياء :

ميشيل فاراداي Michael Faraday

(١٧٩١ - ١٨٦٧)

وُلد في نوينجتون وكان والده يعمل حداداً متنقلاً وقد تلقى تعليماً بسيطاً بمعنى أنه كان لديه المعلومات الأساسية في القراءة والكتابة والحساب .

وعندما بلغ من العمر ١٤ عاماً عمل كصبي تحت التمرين في مجال تجليد الكتب وبيعها وقد وجد المجال مناسباً أمامه فقرأ كل ما وصلت له يده من كتب في جميع المجالات .

وقد استهواه موضوع الكهرباء في أحد أجزاء الموسوعة البريطانية التي وقعت تحت يده وقرأ هذا الموضوع ، عدة مرات بعد أن استهواه وقد قرر في نفسه أن يصبح عالماً .

ولما كانت هذه الأمنية ليست سهلة التحقيق . إلا أنه أُتيحت له فرصة ذهبية في عام ١٨١٢ ، عندما التقى بالسير همفري ديفي **Humphrey Davy** في لندن حيث عمل معه كمساعد في التحليل الكيميائي .

فقد اكتشف البنزين **benzene** في عام ١٨٢٥ وقد درس كذلك مركبات الكربون والكلور .

وقد وضع تعريفاً واضحاً للتيار الكهربائي وفي عام ١٨٣٤ نشر قانونيه في التحليل الكهربائي .

ولم تلق معظم أعمال فاراداي أي صدى من العلماء المعاصرين له .

وقد عاش حياة هادئة في لندن مع زوجته وكانت له محاضرات دورية منتظمة في يوم الجمعة من كل إسبوع في المعهد الملكي البريطاني .

[٩ - ٥] تدريبات :

[١] يوضح جدول (٩ - ١) ، نواتج التحليل بالكهرباء لعدد من المحاليل (الإلكتروليات) .

اسم المحلول	النواتج عند الإلكترود الموجب الأنود	النواتج عند الإلكترود السالب الكاثود
حمض الكبريتيك	أو كسجين	هيدروجين
حمض النيتريك	أو كسجين	هيدروجين
كبريتات الصوديوم	أو كسجين	هيدروجين
كبريتات النحاس	أو كسجين	نحاس
نترات الرصاص	أو كسجين	رصاص
كلوريد النحاس	كلور	نحاس
كلوريد الصوديوم	كلور	صوديوم
كبريتات البوتاسيوم
نترات البوتاسيوم

جدول (٩ - ١)

(أ) أكمل جدول (٩ - ١) آ

(ب) استخدم المعلومات بجدول (٩ - ١) لتحديد صحة أو خطأ العبارة

التالية :

- ١ - ينتج دائماً هيدروجين ← عند الإلكترود السالب .
- ٢ - الفلزات النشيطة مثل الصوديوم والبوتاسيوم لا تكون أبداً نواتج تحليل للمحاليل المائية .
- ٣ - يمكن تكون الفلزات عند الأنود أثناء التحليل الكهربى .
- ٤ - نواتج التحليل الكهربى لمحلول من كلوريد الصوديوم ، هى نفسها نواتج التحليل الكهربى لكلوريد الصوديوم المنصهر .

٥ - الفلزات الناتجة من التحليل الكهربى تكون الأقل نشاطاً فى سلسلة النشاط الكيميائى .

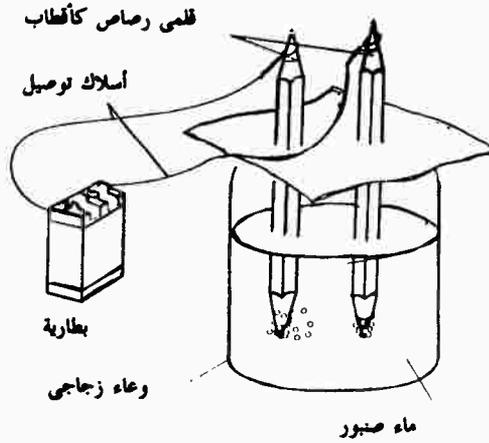
[٢] تحليل ماء الصنبور .

- يجب عدم استعمال مصدر كهرباء عمومى (٢٢٠ فولت) حيث أنه قوى جداً وخطير جداً .

- فقط مسموح باستخدام بطارية .

- أحضر جزئى قلم رصاص طول كل منهما ١٠ سم وقم برى كل جزء من نهايته ، وذلك لاستخدامها كإلكتروودات .

وقم بعمل ثقبين فى قطعة ورق كرتون بحيث تنفذ منها الأقلام الرصاص وقم بتوصيل الجهاز كما بالشكل (٩ - ٥) .



شكل (٩ - ٥)
تحليل ماء الصنبور

ثم ضع ماء من الصنبور فى الكأس (أو برطمان مرئى) . وسنجد أن هنالك فقاعات غازية تتجمع حول الإلكتروودات .

فعد أى من الإلكتروودين تتجمع فقاعات غازية أكثر ؟

والآن قم بإضافة بعض من الملح إلى المياه بالكأس وكرر العملية . فهل تلاحظ أى تغيرات الآن ؟

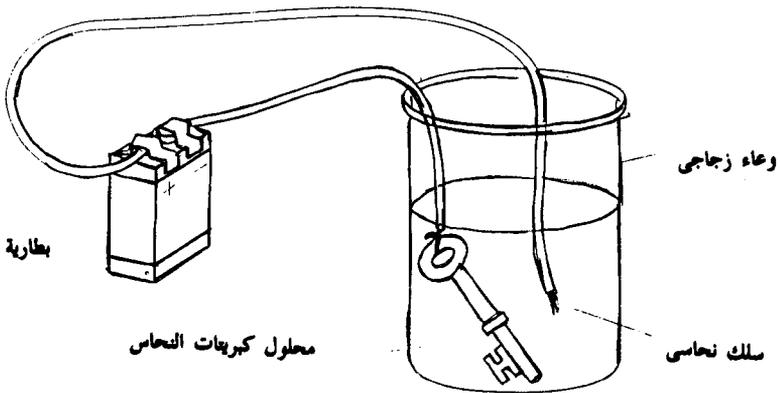
[٣] طلاء قطعة من معدن أو مفتاح بالنحاس .

وسوف نستخدم هنا محلول كبريتات النحاس ولا يجب استخدام مصدر تيار عمومي للكهرباء بل استخدم بطارية .

قم بتنظيف قطعة المعدن أو المفتاح بورق السنفرة ثم اغسله بالماء وجففه وقم بتكوين الجهاز المبين في شكل (٩ - ٦) ، به محلول كبريتات النحاس في الكأس . ويتم توصيل المفتاح بسلك كهربي متصل بالطرف السالب للبطارية أى نعتبره ككاتود .

وسوف تجد أن المفتاح قد تحول لونه إلى لون قرنفلى (أحمر وردى) وبوضعه في الهواء يتحول لونه إلى اللون البنى .

والآن ، ماذا يحدث للسلك الكهربائى المتصل بالمفتاح والمغمور في محلول كبريتات النحاس أثناء التجربة ؟



شكل (٩ - ٦)
طلاء مفتاح بالنحاس