[٩] الباب التاسع :

التحليل بالكهرباء

Splitting up chemicals with electricity

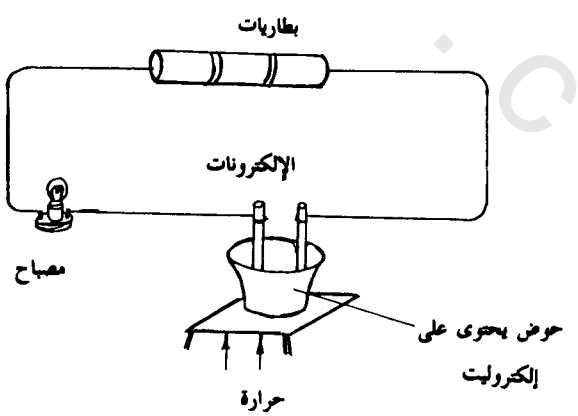
سبق وأن أوضحنا فى الباب الثالث ، أنه يتم فقد جزء من الطاقة ، عادة ، عند تكوين مركب .

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

[٩ ـ ١] تحليل مركب منصهر

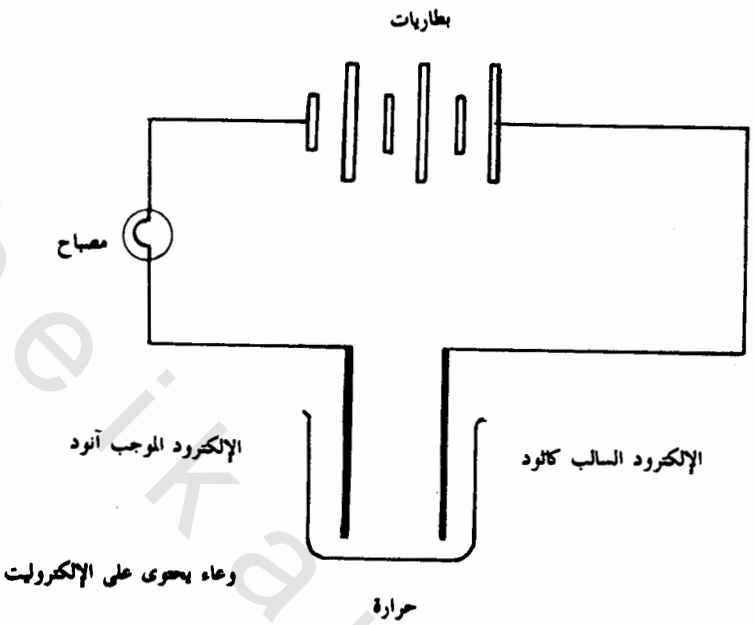
Electrolysis of a molten compound

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



شـكل (٩ ـ ١)
محلول من مركب منصهر

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



شـــكل (٩ ـ ٢)
الدائرة الكهربية للشكل (٩ ـ ١)

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

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

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

ولا يضىء المصباح طالما كان الإلكتروليت صلباً ، وعندما ينصهر الإلكتروليت فإن المصباح يُضىء ويظل مضيئاً طالماً بقى الإلكتروليت فى الصورة المنصهرة وتظهر نتائج التحليل عند الإلكترودات .

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

[٩ ـ ٢] تحليل المحاليل بالكهرباء

Electrolysis of solutions

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

١ ــ استخدام محلول إلكتروليت أكثر تركيزاً .

٢ ــ استخدام بطاريات أكثر (أى زيادة الجهد) .

٣ ــ استخدام إلكترودات أكبر .

٤ ــ تقريب الإلكترودات من بعضها .

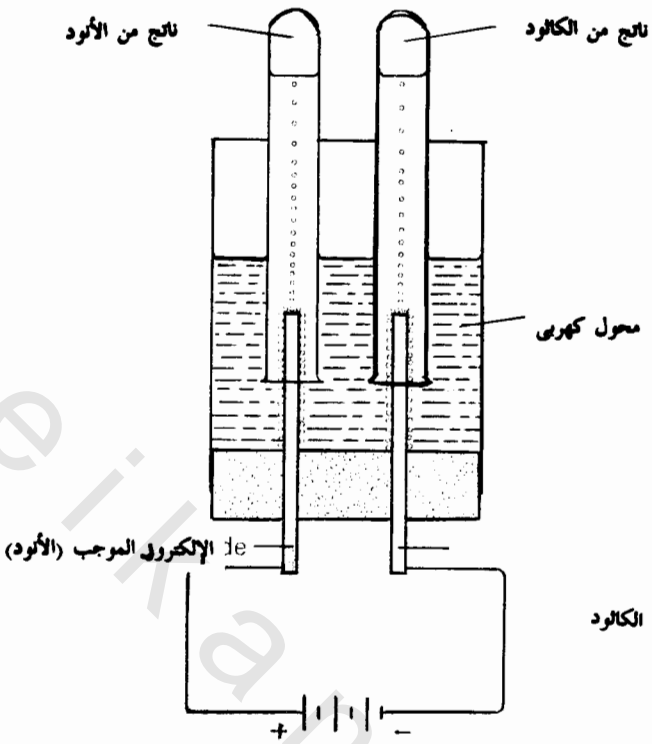
٥ ــ رفع أنابيب الإختبار .

وتكون نتائج التحليل الكهربى ، إما :

(أ) غازات تتجمع فى أنابيب الإختبار وتحل محل الإلكتروليت .

أو (ب) جسم صلب يتكون حول الإلكترود السالب (المهبط ــ الكاثود) .

obeikandl.com



شـكل (٩ ـ ٣)
التحليل الكهربى للمحاليل

[٩ ـ 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 ـــ الطلاء بالكهرباء .

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

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

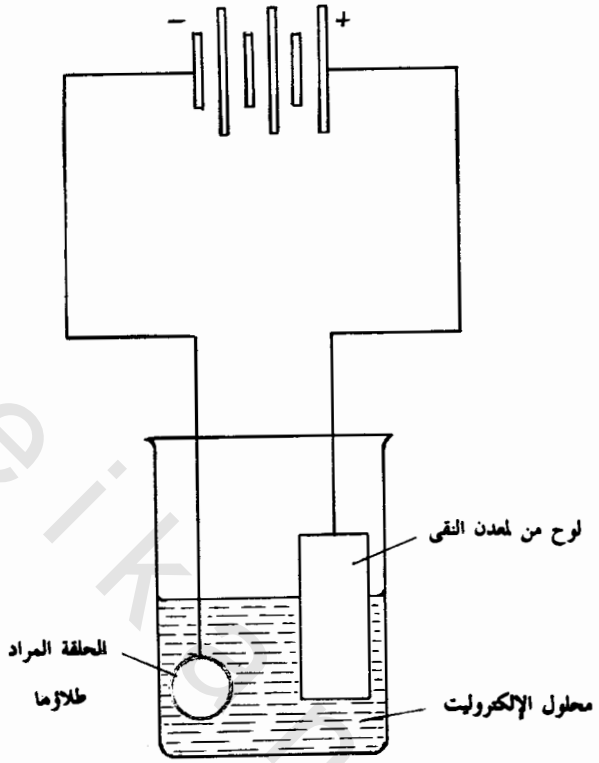
بطبقة رقيقة من النيكل ، وكلما طال زمن تشغيل الدائرة كلما زاد سمك طبقة النيكل .

ويستخدم الطلاء بالكهرباء بكثرة فى عمليات التشطيب النهائى للمنتجات الصناعية .

فمثلاً يتم طلاء أيدى توجيه الدراجات التى تصنع من مواسير من الصلب لأنها عُرضة للصدأ .

حيث يتم طلاؤها أولاً بالنيكل ثم نهائياً بطبقة رقيقة جداً من الكروم يبلغ سمكها ٠,٠٠٠٣ 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 الجوى . حيث أن مقدمة الصاروخ تتعرض لحرارة عالية جداً أثناء إختراقها طبقات الغلاف الجوى . ويستخدم فى مكوك الفضاء الأمريكى السيراميك لنفس الغرض .



شـكل (٩ ـ ٤)
الدائرة الكهربية لطلاء حلقة معدنية

[٩ ـ ٤] خلاصـة :

التحليل هو عملية تجزىء للمركب الذى يعرف بالإلكتروليت وذلك بواسطة الكهرباء ويحدث هذا عندما يكون المركب فى الصورة المنصهرة أو سائلاً .

وتتكون نواتج التحليل عند الإلكترودات (المهبط والمصعد) .

ويؤدى تحليل المحاليل المائية إلى تكون الهيدروجين عند الإلكترود السالب الذى يُعرف بالكاثود بينما يتكون الأوكسجين عند الإلكترود الموجب الذى يُعرف بالأنود .

وفيما يلى نبذة عن حياة أحد مشاهير الكيمياء :

ميشيل فاراداى Michael Faraday

(١٧٩١ - ١٨٦٧)

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

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

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

ولما كانت هذه الأمنية ليست سهلة التحقيق . إلا أنه أُتيحت له فرصة ذهبية فى عام ١٨١٢ ، عندما إلتقى بالسير همفرى ديفى **Humphrey Davy** فى لندن حيث عمل معه كمساعد فى التحليل الكيميائى .

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

وقد وضع تعريفاً واضحاً للتيار الكهربائى وفى عام ١٨٣٤ نشر قانونيه فى التحليل الكهربائى .

ولم تلق معظم أعمال فاراداى أى صدى من العلماء المعاصرين له .

وقد عاش حياة هادئة فى لندن مع زوجته وكانت له محاضرات دورية منتظمة فى يوم الجمعة من كل إسبوع فى المعهد الملكى البريطانى .

[٩ ـ ٥] تدريبـات :

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

اسم المحلول		النواتج عند الإلكترود الموجب الأنود	النواتج عند الإلكترود السالب الكاثود
حمض الكبريتيك	Sulphric acid	أوكسجين	هيدروجين
حمض النيتريك	Nitric acid	أوكسجين	هيدروجين
كبريتات الصوديوم	Sodium sulphate	أوكسجين	هيدروجين
كبريتات النحاس	Copper sulphate	أوكسجين	نحاس
نيترات الرصاص	Lead nitrate	أوكسجين	رصاص
كلوريد النحاس	Copper chloride	كلور	نحاس
كلوريد الصوديوم	Sodium chloride	كلور	صوديوم
كبريتات البوتاسيوم	Potassium sulphate	.....	.....
نيترات البوتاسيوم	Potassium nitrate	.....	.....

جدول (٩ ـ ١)

(أ) أكمل جدول (٩ ــ ١) آ

(ب) استخدم المعلومات بجدول (٩ ــ ١) لتحديد صحة أو خطأ العبارة التالية :

١ ــ ينتج دائماً هيدروجين ⟵ عند الإلكترود السالب .

٢ ــ الفلزات النشيطة مثل الصوديوم والبوتاسيوم لا تكون أبداً نواتج تحليل للمحاليل المائية .

٣ ــ يمكن تكون الفلزات عند الأنود أثناء التحليل الكهربى .

٤ ــ نواتج التحليل الكهربى لمحلول من كلوريد الصوديوم ، هى نفسها نواتج التحليل الكهربى لكلوريد الصوديوم المنصهر .

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

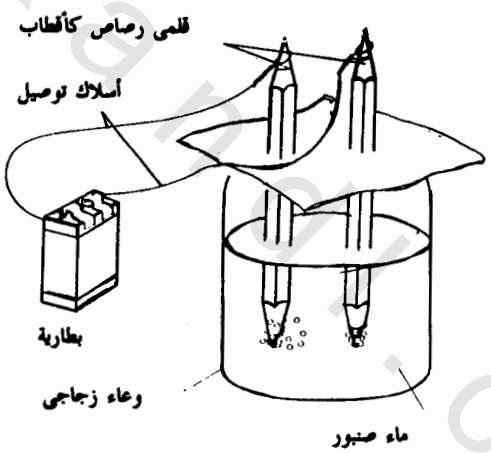
[٢] تحليل ماء الصنبور .

ـ يجب عدم استعمال مصدر كهرباء عمومى (٢٢٠ فولت) حيث أنه قوى جداً وخطر جداً .

ـ فقط مسموح باستخدام بطارية .

ـ أحضر جزئى قلم رصاص طول كل منهما ١٠ سم وقم برى كل جزء من نهايتيه ، وذلك لاستخدامها كالإلكترودات .

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



شـــكل (٩ ـ ٥)
تحليل ماء الصنبور

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

فعند أى من الإلكترودين تتجمع فقاعات غازية أكثر ؟

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

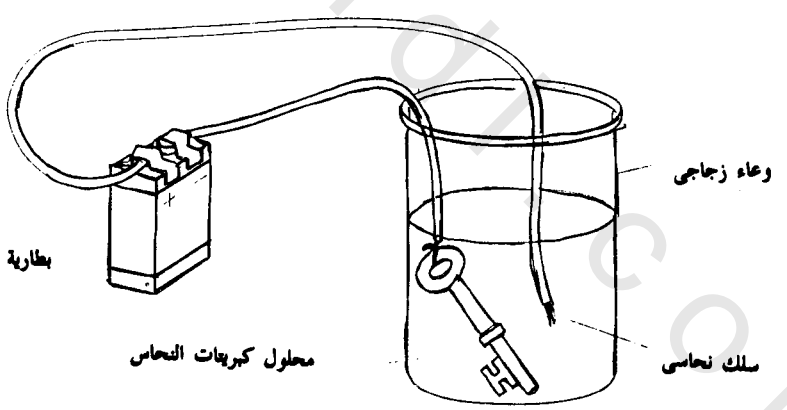
[٣] طلاء قطعة من معدن أو مفتاح بالنحاس .

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

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

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

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



شــكل (٩ ـ ٦)
طلاء مفتاح بالنحاس