afidni.com

سلطنة عمان
وزارة التربية والتعليم

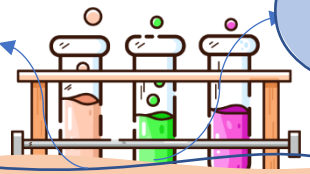
ملخص الوحدة الدراسية الثانية
لمادة الكيمياء الصف العاشر الفصل الدراسي الثاني

afidni.com

سلطنة عمان
وزارة التربية والتعليم

الشكل ٦-١ (أ) أكسدة النحاس إلى أكسيد النحاس (II) باستخدام الأكسجين
(ب) اختزال أكسيد النحاس (II) إلى نحاس باستخدام الهيدروجين

تفاعلات الاكسدة و الاختزال



الفرق بين (الاكسدة - الاختزال)

- إذا كسبت مادة الأكسجين خلال تفاعُل ما، تصبح **مادة مؤكسَدة**، وتُعرف أيضًا بالعامل المختزل.
- إذا فقدت مادة الأكسجين خلال تفاعُل ما، تصبح **مادة مختزَلة**، وتُعرف أيضًا بالعامل المؤكسد.

تفاعلات الاكسدة - الاختزال

أكسيد النحاس (II) + أكسجين $\xrightarrow{\text{حرارة}}$ نحاس

$2Cu(s) + O_2(g) \xrightarrow{heat} 2CuO(s)$

اختزال

$CuO(s) + H_2(g) \xrightarrow{heat} Cu(s) + H_2O(g)$

أكسدة

أمثلة على الاكسدة - الاختزال

- تفاعل اختزال الخارصين من أكسيد الخارصين

كربون + أكسيد الخارصين ←

أحادي أكسيد الكربون + خارصين

أكسدة

$ZnO(s) + C(s) \longrightarrow Zn(s) + CO(g)$

اختزال

- تفاعل اختزال الحديد من الهيماتيت:

أكسدة

$Fe_2O_3(s) + 3CO(g) \longrightarrow 2Fe(l) + 3CO_2(g)$

اختزال

العوامل المؤكسدة الشائعة

- الاكسجين O_2
- بيروكسيد الهيدروجين H_2O_2

العوامل المؤكسدة القوية

- برمنجانات البوتاسيوم K_2MnO_4
- دايكرومات البوتاسيوم $K_2Cr_2O_7$

معلم المادة / معاذ حسن الظهوري

مدير المدرسة / إبراهيم سعيد الظهوري

afidni.com

تفاعلات الاكسدة و الاختزال

انصاف التفاعلات

أكسيد النحاس (II) ← (حرارة / heat) أكسجين + نحاس

$2Cu(s) + O_2(g) \longrightarrow 2CuO(s)$

$2Cu + O_2 \longrightarrow 2(Cu^{2+} + O^{2-})$

بتجزئة المعادلة سنحدد الشق الذي يكون (عامل مختزل / عامل مؤكسد) :

- اكسدة (عامل مختزل) :

$Cu \longrightarrow Cu^{2+} + 2e^-$

- اختزال (عامل مؤكسد) :

$O + 2e^- \longrightarrow O^{2-}$

(الاكسدة - الاختزال)

- **الأكسدة:** عملية يتم فيها **فقد إلكترونات.**
- **الاختزال:** عملية يتم فيها **اكتساب إلكترونات.**

المصطلحات العلمية

- **الاختزال Reduction:** عملية نزع أو فقد أكسجين من مادة ما أو كسبها للإلكترونات.
- **العامل المُختزِل Reducing agent:** مادة تنزع الأكسجين من مادة أخرى أو تفقد إلكترونات.
- **الأكسدة Oxidation:** عملية كسب أو إضافة أكسجين إلى مادة ما أو فقدها للإلكترونات.
- **العامل المؤكسِد Oxidising agent:** مادة تمنح الأكسجين إلى مادة أخرى أو تكتسب إلكترونات.
- **مادة مؤكسَدة Oxidised substance:** مادة تكسب الأكسجين أو تفقد إلكترونات خلال تفاعُل ما.
- **مادة مختزَلة Reduced substance:** مادة تفقد الأكسجين أو تكسب إلكترونات خلال تفاعُل ما.

معلم المادة / معاذ حسن الظهوري

مدير المدرسة / إبراهيم سعيد الظهوري

afidni.com

المديرية العامة للتربية و التعليم بمحافظة مسندم
مدرسة مسندم للتعليم الأساسي (10 – 12)

سلطنة عمان
وزارة التربية والتعليم

التحليل الكهربي

الالكتروليت يحدث فيه تغير كيميائي

الالكتروليت	اللاإلكتروليتات
المواد السائلة التي توصل الكهرباء عن طريق حركة الايونات.	المواد السائلة التي لا توصل الكهرباء عن طريق حركة الايونات.

باختصار، تعد المواد الآتية إلكتروليتات:

- مصاهير الأملاح.
- محاليل الأملاح الذائبة في الماء.
- محاليل الأحماض.
- محاليل القلويات.

بروم + رصاص ⟶ بروميد الرصاص (II)

الالكتروليتات / اللاإلكتروليتات

التحليل الكهربي

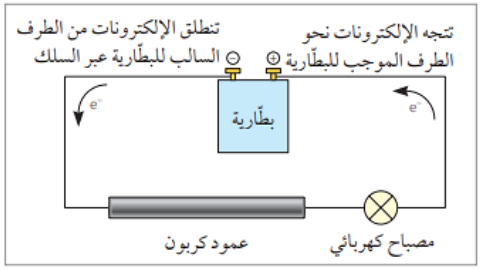
المركبات التساهمية / الايونية

الإلكتروليتات	اللاإلكتروليتات
محلول حمض الكبريتيك	الماء المقطّر
مصهور بروميد الرصاص (II)	الإيثانول
محلول أو مصهور كلوريد الصوديوم	البارافين
محلول حمض الهيدروكلوريك	النفط
محلول أو مصهور كبريتات النحاس (II)	مصهور الكبريت
محلول أو مصهور هيدروكسيد الصوديوم	محلول السكّر

الجدول ٦-١ أمثلة على بعض الإلكتروليتات واللا إلكتروليتات

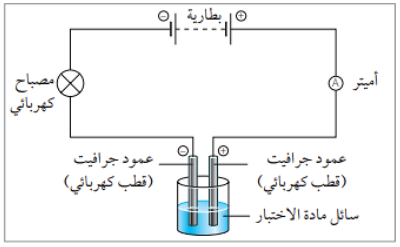
	المركبات التساهمية	المركبات الايونية
التوصيل الكهربي	لا توصل التيارات الكهربائية سواء كان سائل أو محلول	توصل التيارات الكهربائية سواء كانت مصهورة أو ذائبة في الماء
أمثلة	- الايثانول - النفط - الماء النقي	- مصهور بروميد الرصاص (II) - محلول و مصهور (كلوريد الصوديوم – كبريتات النحاس (II)).

اختبار التوصيل الكهربي للمادة الصلبة



يتم اختبار التوصيل الكهربي للمادة الصلبة عن طريق إضاءة المصباح في الدائرة الكهربائية

دائرة التوصيل الكهربي للمواد السائلة



الشكل ٦-٣ دائرة كهربائية لاختبار التوصيل الكهربائي للمواد السائلة

لا يحدث أي تغير كيميائي في الفلزات السائلة عند التوصيل الكهربائي

يتم فيها اختبار التوصيل الكهربائي لـ:

- المركبات السائلة
- المحاليل
- المواد المصهورة

معلم المادة / معاذ حسن الظهوري
مدير المدرسة / إبراهيم سعيد الظهوري

afidni.com

التحليل الكهربائي

التحليل الكهربائي للمحاليل المائية

الإلكتروليت (المحلول المائي)	الملاحظات عند الكاثود	المادة الناتجة	نصف-معادلة التفاعل عند الكاثود	الملاحظات عند الأنود	المادة الناتجة	نصف-معادلة التفاعل عند الأنود
محلول يوديد البوتاسيوم، KI(aq)	فقاعات من الغاز عديمة اللون ناتجة على القطب	هيدروجين	$2H^+(aq) + 2e^- \longrightarrow H_2(g)$	يتغيّر لون المحلول حول القطب إلى بنّي	يود	$2I^-(aq) \longrightarrow I_2(aq) + 2e^-$
محلول بروميد النحاس (II)، $CuBr_2(aq)$	طلاء على القطب ذو لون بنّي محمر	نحاس	$Cu^{2+}(aq) + 2e^- \longrightarrow Cu(s)$	يتغيّر لون المحلول حول القطب إلى بني محمر	بروم	$2Br^-(aq) \longrightarrow Br_2(aq) + 2e^-$
محلول كبريتات النحاس (II)، $CuSO_4(aq)$	طلاء على القطب ذو لون بنّي محمر	نحاس	$Cu^{2+}(aq) + 2e^- \longrightarrow Cu(s)$	فقاعات من الغاز عديمة اللون ناتجة على القطب	أكسجين	$4OH^-(aq) \longrightarrow O_2(g) + 2H_2O(l) + 4e^-$
محلول كلوريد الصوديوم المركّز، NaCl(aq)	فقاعات من الغاز عديمة اللون ناتجة على القطب	هيدروجين	$2H^+(aq) + 2e^- \longrightarrow H_2(g)$	فقاعات من الغاز ذات لون أخضر ناتجة على القطب	كلور	$2Cl^-(aq) \longrightarrow Cl_2(aq) + 2e^-$
حمض الهيدروكلوريك، HCl(aq)	فقاعات من الغاز عديمة اللون ناتجة على القطب	هيدروجين	$2H^+(aq) + 2e^- \longrightarrow H_2(g)$	فقاعات من الغاز ذات لون أخضر ناتجة على القطب	كلور	$2Cl^-(aq) \longrightarrow Cl_2(aq) + 2e^-$
حمض الكبريتيك، $H_2SO_4(aq)$	فقاعات من الغاز عديمة اللون ناتجة على القطب	هيدروجين	$2H^+(aq) + 2e^- \longrightarrow H_2(g)$	فقاعات من الغاز عديمة اللون ناتجة على القطب	أكسجين	$4OH^-(aq) \longrightarrow O_2(g) + 2H_2O(l) + 4e^-$

التحليل الكهربائي لمصاهير الاملاح

الإلكتروليت (الملح المصهور)	الملاحظات على المهبط (الكاثود)	المادة الناتجة	نصف-معادلة التفاعُل على المهبط (الكاثود)	الملاحظات على المصعد (الأنود)	المادة الناتجة	نصف-معادلة التفاعُل على المصعد (الأنود)
بروميد الرصاص (II)، $PbBr_2(l)$	تتكوّن كتلة فلزّية مصهورة ذات لون رمادي عند القطب	رصاص	$Pb^{2+}(l) + 2e^- \longrightarrow Pb(l)$	يتصاعد بخار بني حول القطب	البروم	$2Br^-(l) \longrightarrow Br_2(g) + 2e^-$
كلوريد الصوديوم، NaCl(l)	تتكوّن كتلة فلزّية مصهورة ذات لون رمادي عند القطب	صوديوم	$Na^+(l) + e^- \longrightarrow Na(l)$	يتصاعد غاز ذو لون أخضر عند القطب	كلور	$2Cl^-(l) \longrightarrow Cl_2(g) + 2e^-$
يوديد النحاس (II)، $CuI_2(l)$	طبقة فلزّية ذات لون بنّي محمر تغطّي القطب	نحاس	$Cu^{2+}(l) + 2e^- \longrightarrow Cu(l)$	يتصاعد بخار ذو لون بنفسجي حول القطب	يود	$2I^-(l) \longrightarrow I_2(g) + 2e^-$
أكسيد الألومنيوم، $Al_2O_3(l)$	تتكوّن كتلة فلزّية مصهورة ذات لون رمادي عند القطب	ألومنيوم	$Al^{3+}(l) + 3e^- \longrightarrow Al(l)$	يتصاعد غاز عديم اللون عند القطب	أكسجين	$2O^{2-}(l) \longrightarrow O_2(g) + 4e^-$

الجدول ٦-٢ أمثلة على التحليل الكهربائي لمصاهير بعض الأملاح

التوصيل الفلزي / التوصيل الالكتروليتي

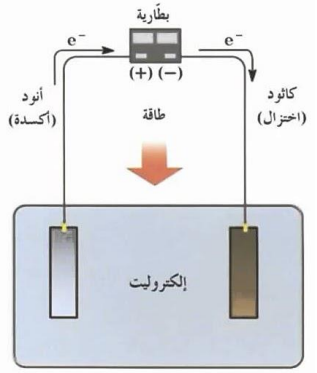
التوصيل الفلزّي:
- تتحرّك الإلكترونات عبر الفلزّ.
- خاصّية تمتلكها الفلزّات.
- خاصّية يمتلكها الكربون (لافلز) على هيئة جرافيت.
- يحدث في المواد الصلبة والسائلة (الزئبق).
- لا يحدث خلاله أي تغيُّر كيميائي.

التوصيل الإلكتروليتي:
- تتحرّك الأيونات في المحلول أو مصهور المادة.
- خاصية تمتلكها المُركّبات الأيونية.
- يحدث في المواد السائلة /المصاهير والمحاليل.
- يحدث خلاله تغيُّر كيميائي (التحليل الكهربائي).

الخلية الالكتروليتية

الخلية الالكتروليتية: الجهاز الذي تجري فيه عملية التحليل الكهربى، لابد من توفير تيار كهربى لحدوث التفاعل، ويتم اختيار أعمدة الجرافيت كأقطاب لحدوث التفاعل.. حيث إنها لا تتفاعل مع الأقطاب فى الظروف العادية.

طريقة عمل الخلية (تنتقل من الكاثود الشق السالب إلى الانود الشق الموجب).



عندما يتم تحليل مُركّب أيوني ثنائي كهربائيًا:
- يتكوّن الفلزّ على المهبط (الكاثود).
- يتكوّن اللافلزّ على المصعد (الآنود).

معلم المادة / معاذ حسن الظهوري

مدير المدرسة / إبراهيم سعيد الظهوري

afidni.com

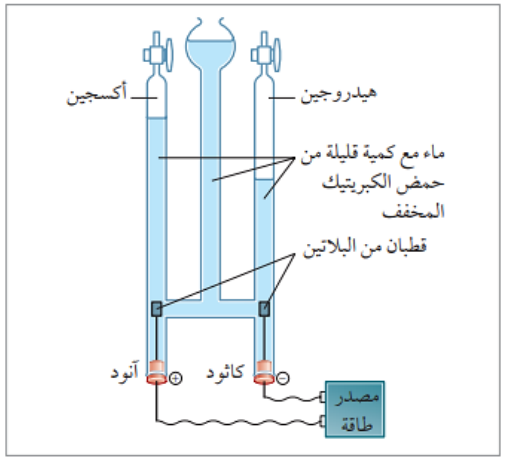
سلطنة عمان
وزارة التربية والتعليم

التحليل الكهربائي

المصطلحات العلمية

- **التحليل الكهربائي Electrolysis**: التفاعُل الكيميائي الذي ينشأ عند مرور تيّار كهربائي عبر مُركّب أيوني مصهور أو ذائب في محلول مائي.
- **الإلكتروليت Electrolyte**: محلول أو مصهور يوصّل الكهرباء بوساطة حركة الأيونات.
- **القطب الكهربائي الخامل Inerte electrode**: مادة موصّلة تنقل الكهرباء، ولكنها لا تتفاعل مع الإلكتروليت والمواد الناتجة في الظروف العادية خلال التحليل الكهربائي.
- **الآنود (المصعد) Anode**: القطب الموجب في عملية التحليل الكهربائي، وتحدث عنده الأكسدة.
- **الكاثود (المهبط) Cathode**: القطب السالب في عملية التحليل الكهربائي، ويحدث عنده الاختزال.

جهاز هوفمان



الشكل ٦-٦ جهاز هوفمان المُستخدم لتحليل الماء الذي يحتوي على كمية قليلة من حمض الكبريتيك

القواعد الأساسية في عملية التحليل الكهربائي

تمّ تلخيص القواعد المتعلقة بتنافس الأيونات على الأقطاب في المحلول أثناء عملية التحليل الكهربائي، فيما يأتي:

عند المهبط (الكاثود):

- كلما كان الفلزّ أكثر نشاطًا كيميائيًا، ازداد مَيله إلى البقاء في هيئة أيونات، فلا تُنزع شحنته. فإذا كان الفلزّ أعلى من الهيدروجين في سلسلة النشاط الكيميائي، فسوف تكسب أيونات H^+ الإلكترونات بدلًا منه؛ فتتكوّن جُزيئات غاز الهيدروجين (H_2)، تاركة أيونات الفلزّ النشط كيميائيًا، مثل أيونات Na^+، في المحلول.
- في المقابل، فإنّ أيونات الفلزات الأقلّ نشاطًا كيميائيًا، التي تكون تحت الهيدروجين في سلسلة النشاط الكيميائي، مثل أيونات Cu^{2+} أو Ag^+ سوف تكسب الإلكترونات بسرعة أكبر وتكوّن ذرات الفلزّ. وفي هذه الحالة، تُنزع شحنات الفلزّ، تاركةً أيونات H^+ في المحلول.

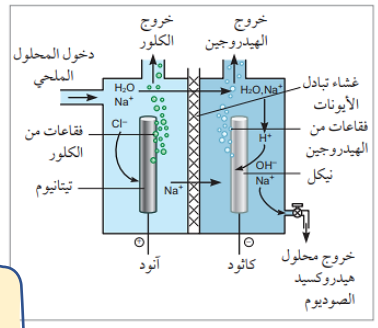
عند المصعد (الآنود):

- عندما تكون أيونات أحد الهالوجينات (Cl^-، أو Br^-، أو I^-) موجودة بتركيز كبير وكاف، فسوف تمنح الإلكترونات بسرعة أكبر ممّا تفعله أيونات OH^-. فتتكوّن جُزيئات الكلور (Cl_2) أو البروم (Br_2) أو اليود (I_2). وتبقى أيونات OH^- في المحلول.
- وعندما لا يحتوي المحلول على أيونات الهالوجينات، فسوف تمنح أيونات OH^- الإلكترونات بسهولة أكبر من أي أنيون لافلزّي آخر؛ فأيونات النترات والكبريتات لا يتم نزع شحناتها بصورة أسهل عن أيونات OH^-. وعندما تُنزع شحنات أيونات OH^-، يتكوّن غاز الأكسجين (O_2).

afidni.com

تطبيقات على التحليل الكهربائي

صناعة الكلور القلوي



الشكل ٦–١٠ الخلية الإلكتروليتية للتحليل الكهربائي للمحلول الملحي المُرَكّز

$$\text{كلوريد الصوديوم} + \text{ماء} \longrightarrow \text{هيدروكسيد الصوديوم} + \text{هيدروجين} + \text{كلور}$$

$$2NaCl(aq) + 2H_2O(l) \longrightarrow Cl_2(g) + H_2(g) + 2NaOH(aq)$$

فوائد المواد الناتجة:

- يُستخدم الكلور لقتل البكتيريا في مياه الشرب ومياه الاستخدام المنزلي، ولصنع المواد المبيّضة، وحمض الهيدروكلوريك والبلاستيك (البولي كلوريد الفينيل PVC).
- يُستخدم الهيدروجين كوقود في الصواريخ وبعض أنواع مُحرّكات المُركّبات، وفي تفاعُلات هدرجة المواد الدهنية لصنع السمن.
- يُستخدم هيدروكسيد الصوديوم في صناعة الصابون والمنظّفات والنسيج والورق.

يُنتج التحليل الكهربائي للمحلول الملحي:

- الكلور الناتج من أكسدة أيونات الكلوريد عند الآنود وفقًا لنصف–المعادلة الآتية:

$$2Cl^-(aq) \longrightarrow Cl_2(g) + 2e^-$$

- الهيدروجين عند الكاثود وفقًا لنصف–المعادلة الآتية:

$$2H^+(aq) + 2e^- \longrightarrow H_2(g)$$

- محلول هيدروكسيد الصوديوم من أيونات الصوديوم والهيدروكسيد وفقًا للمعادلة الآتية:

$$Na^+(aq) + OH^-(aq) \longrightarrow NaOH(aq)$$

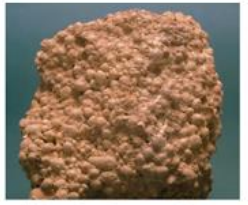
من تطبيقات التحليل الكهربي

- إنتاج الالمونيوم
- صناعة الكلور القلوي
- تنقية النحاس بالتحليل الكهربائي
- الطلاء الكهربائي

يعتبر التحليل الكهربائي مهم صناعياً ، لإنها الطريقة الوحيدة المستخدمة في استخلاص الفلزات النشطة

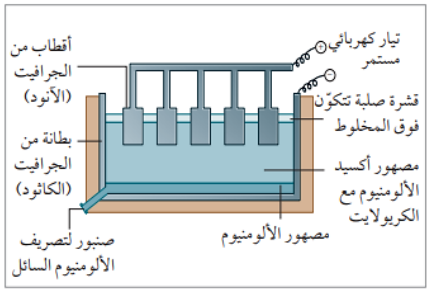
إنتاج الالمونيوم

خام البوكسيت (Al_2O_3):



الصورة ٦–٤ البوكسيت: الخام الرئيسي للألومنيوم. ويكون في العادة مخلوطًا مع أكسيد الحديد (III)، الذي يعطي الخام لونه البنّي المحمرّ

يعصب استخلاص فلز الالمونيوم من الخام الرئيسي للألمونيوم و ذلك بسبب نشاطه الكيميائي



الشكل ٦–٩ رسم توضيحي للجهاز المُستخدم في التحليل الكهربائي الصناعي لأكسيد الألومنيوم المصهور لإنتاج الألومنيوم

معلم المادة / معاذ حسن الظهوري
مدير المدرسة / إبراهيم سعيد الظهوري

afidni.com

سلطنة عمان
وزارة التربية والتعليم

تطبيقات على التحليل الكهربائي

الطلاء الكهربائي

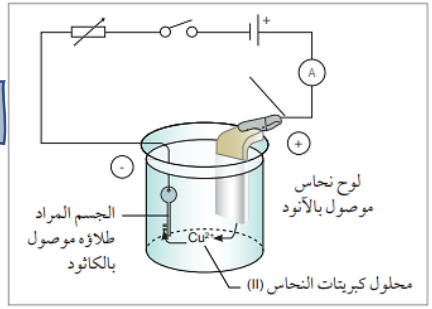
عبارة عن عملية طلاء فلز أكثر نشاط بفلز آخر أقل نشاط منه أثناء عملية التحليل الكهربائي

من أكثر الفلزات استخدام في الطلاء الكهربائي :

- النحاس Cu
- الفضة Ag
- الكروم Cr
- القصدير Sn

خطوات الطلاء

- الجسم الذي نريد طلاءه (المفتاح) هو الكاثود.
- الآنود في شكل لوح من المادة المراد بها الطلاء (النحاس).
- الإلكتروليت محلولًا لأحد أملاح المادة المراد الطلاء بها؛ إذا كانت النحاس يكون المحلول كبريتات النحاس (II).



الشكل ٦–١١ خلية طلاء كهربائي لمفتاح بالنحاس

الفكرة من الطلاء الكهربائي:

- إعطاء لمسه جمالية للفلز.
- توفير طبقة حماية للفلز.

تنقية النحاس

الصورة ٦–٥ تنقية النحاس بالتحليل الكهربائي باستخدام أقطاب من النحاس

- تزداد سماكة الكاثود، ويكتسب طبقة جديدة ذات لون بني محمر على سطحه نتيجة ترسُّب النحاس.
- تقلّ سماكة الآنود نتيجة أكسدة ذرات النحاس وتحولها إلى أيونات.
- يحافظ المحلول على لونه الأزرق، لأنّ تركيز أيونات Cu^{2+} يبقى ثابتًا.