لكحل لكحل

ملخص التحليل الكهربائي

التحليل الكهربائي :

هو عملية يتم فيها تسليط تيار كهربائي على خلية لإحداث تفاعل كيميائي فيها لا يتم تلقائيا

تحدث عملية الاختزال أو الإرجاع عند القطب السالب الذي يسمى المهبط Cathode (عملية اكتساب عدد من الالكترونات)

تحدث عملية الأكسدة عند القطب الموجب الذي يسمى المصعد Anode (عملية فقدان عدد من الالكترونات)

في التحليل الكهربائي غالبا تكون الأقطاب خاملة من (الفحم أو البلاتين)

أهمية التحليل الكهربائي من الناحية الصناعية :

يمكن بواسطته الحصول على عناصر نقية مثل الكلور و الصوديوم و هيدروكسيد الصوديوم

جهد التفكك : يعرف جهد التفكك بانه أقل جهد يلزم لبدء عملية التحليل الكهربائي

قواعد هامة للتحليل الكهربائي في المحاليل المائية

القاعدة الاول ①:

إختزال (إرجاع) الشوارد المعدنية او الاصناف الاخرى هو الاكثر إحتمالا إذا كان جهد إرجاعها (إختزالها) أكبر قيمة (إجابية) من جهد إختزال الماء (-0.8 V)

$2\,H_2O\,(L) + 2e^- \longrightarrow H_2\,(g) + 2OH^-\,(aq)$ $\quad E^o_{réduction} = -0.8277\ V$

$Zn^{2+} + 2\,e^- \longrightarrow Zn$	$E^o_{reduction} = -0.7628\ V$
$Fe^{2+} + 2\,e^- \longrightarrow Fe$	$E^o_{reduction} = -0.4401\ V$
$Cr^{3+} + 3\,e^- \longrightarrow Cr$	$E^o_{reduction} = -0.429\ V$
$Cd^{2+} + 2\,e^- \longrightarrow Cd$	$E^o_{reduction} = -0.3516\ V$
$Ni^{2+} + 2\,e^- \longrightarrow Ni$	$E^o_{reduction} = -0.250\ V$
$Sn^{2+} + 2\,e^- \longrightarrow Sn$	$E^o_{reduction} = -0.136\ V$
$Pb^{2+} + 2\,e^- \longrightarrow Pb$	$E^o_{reduction} = -0.126\ V$
$Cu^{2+} + 2\,e^- \longrightarrow Cu$	$E^o_{reduction} = 0.337\ V$
$Ag^{+} + 1\,e^- \longrightarrow Ag$	$E^o_{reduction} = 0.7991\ V$

يلاحظ من جهود الاختزال ان الشوارد المعدنية الموجبة التالية اسهل في إختزالها من الماء (جهود إختزالها اكبر من جهد اختزال الماء)

Zn^{2+} , Fe^{2+} , Cr^{3+} , Cd^{2+} , Ni^{2+} , Sn^{2+} , Pb^{2+} , Cu^{2+} , Ag^{1+}

أكثر توضيح بترتيب الجهود افقيا :

H_2O (-0.8277 V) , Zn^{2+} (-0.7628 V) , Fe^{2+} (-0.4401 V) , Cr^{3+} (-0.429 V) , Cd^{2+} (-0.3516 V) , Ni^{2+} (-0.250 V) , Sn^{2+} (-0.136 V) , Pb^{2+} (-0.126 V) , Cu^{2+} (0.337 V) , Ag^{1+} (0.7991 V)

تزايـــد جهـــــود الارجـــــاع (الاختزال) مقارنة بجهد اختزال الماء اقصى اليسار

القاعدة الثانية ②: إذا كان جهد إختزال الشوارد في محلول مائي أكثر سالبية (اقل قيمة) من الماء فإن الماء يكون مفضلا عليها

ليتكون غاز الهيدروجين (H_2) و شوارد الهيدروكسيد (OH^-)

$2H_2O\ (L) + 2e^- \longrightarrow H_2\ (g) + 2OH^-\ (aq)$	$E^o_{reduction} = -0.8277\ V$
$Li^+ + e^- \longrightarrow Li$	$E^o_{reduction} = -3.045\ V$
$K^+ + e^- \longrightarrow K$	$E^o_{reduction} = -2.925\ V$
$Na^+ + e^- \longrightarrow Na$	$E^o_{reduction} = -2.714\ V$
$Mg^{2+} + 2e^- \longrightarrow Mg$	$E^o_{reduction} = -2.37\ V$
$Al^{3+} + 3e^- \longrightarrow Al$	$E^o_{reduction} = -1.66\ V$

فيلاحظ ان الماء اسهل إختزالا (هو المفضل في الاختزال)من الشوارد التالية : Li^+ , K^+ , Na^+ , Mg^{2+} , Al^{3+}

أكثر توضيح بترتيب الجهود افقيا :

Li^+ (-3.045 V) , K^+ (-2.925V) , Na^+ (-2.714V) , Mg^{2+} (-2.37 V) , Al^{3+} (-1.66 V) , H_2O (-0.8277 V)

تناقص جهـــــود الارجـــــاع (الاختزال) مقارنة بجهد اختزال الماء اقصى اليمين

القاعدة الثالثة③:

يمكن للشوارد السالبة او الاصناف الاخرى ان تتاكسد في المحلول المائي إذا كان لها جهد اكسدة اعلى من (-1.229 V) وهو جهد اكسدة الماء :

مثال : عند التحليل الكهربائي لمحلول الفلوريد

$2H_2O\ (L) \longrightarrow O_2\ (g) + 4H^+\ (aq) + 4e^-$ $\quad E^o_{reduction} = -1.229\ V$

$2H_2O\ (L) \longrightarrow O_2\ (g) + 4H^+\ (aq) + 4e^-$	$E^o_{reduction} = -1.229\ V$	1
$2F^- \longrightarrow F_2 + 2e^-$	$E^o_{reduction} = -2.87\ V$	2

إن جهد اكسدة الماء اكبر من جهد أكسدة الفلوريد و بالتالي فإن اكسدة الماء اسهل فالتفاعل الاكثر إحتمالا في الاكسدة هو :

و الغاز المتصاعد سيكون هو غاز الاكسجين و ليس الفلور

$2H_2O\ (L) \longrightarrow O_2\ (g) + 4H^+\ (aq) + 4e^-$ $\quad E^o_{oxidation} = -1.229\ V$

القاعدة الرابعة ④:

إذا كانت الشوارد المعدنية في وسط حامضي وكانت قابلة للاختزال بسهولة أي لها جهد اختزال أكبر من جهد إختزال شوارد الهيدروجين فإن التحليل ينتج تكوين المعادن عند المهبط (القطب السالب) لن يحدث اختزال لشوارد الهيدروجين .

$2H^+ (aq) + 2 e^- \xrightarrow{\text{reduction}} H_2 (g)$	$E^o_{reduction} = - 0.000 V$
$Cu^{2+} (aq) + 2 e^- \xrightarrow{\text{reduction}} 2Cu (s)$	$E^o_{reduction} = 0.3370 V$
$Ag^+ (aq) + 1 e^- \xrightarrow{\text{reduction}} Ag (s)$	$E^o_{reduction} = 0.7991 V$

عند التحليل الكهربائي لمحلول نترات الفضة $AgNO_3$ أو كلور النحاس $CuCl_2$ فإنه يمكن ترسيب الفضة و النحاس لان جهد اختزالهما اسهل كثيرا من شوارد الهيدروجين

$2H^+ (aq) + 2 e^- \xrightarrow{\text{reduction}}$ pas de reduction	$E^o_{reduction} = - 0.000 V$
$Cu^{2+} (aq) + 2 e^- \xrightarrow{\text{reduction}} 2Cu (s)$	$E^o_{reduction} = 0.3370 V$
$Ag^+ (aq) + 1 e^- \xrightarrow{\text{reduction}} Ag (s)$	$E^o_{reduction} = 0.7991 V$

القاعدة الخامسة ⑤:

إذا كانت قابلية الشوارد المعدنية للاختزال أقل من الهيدروجين (جهد اختزالها اقل من جهد اختزال شوارد الهيدروجين) اسهل فإنه ينتج عن التحليل الكهربائي لاملاح المعادن عند المهبط غاز الهيدروجين H_2

$2H^+ (aq) + 2 e^- \xrightarrow{\text{reduction}} H_2 (g)$	$E^o_{reduction} = - 0.000 V$
$Na^+ (aq) + e^- \xrightarrow{\text{reduction}} Na (s)$	$E^o_{reduction} = - 2.714 V$
$K^+ (aq) + e^- \xrightarrow{\text{reduction}} K (s)$	$E^o_{reduction} = - 2.925 V$

إن اختزال شوارد الهيدروجين اسهل من شوارد الصوديوم و البوتاسيوم

مثال : في التحليل الكهربائي لمحاليل حامضية $NaNO_3$ أو KCl

عند المهبط	عند المصعد
ينطلق غاز الهيدروجين (H_2) بسبب ان اختزاله أسهل كثيرا من (Na^+ , K^+) . $2H^+ (aq) + 2 e^- \xrightarrow{\text{reduction}} H_2 (g)$ $Na^+ (aq) + e^- \longrightarrow$ réaction $K^+ (aq) + e^- \longrightarrow$ réaction	عند التحليل الكهربائي لمحاليل الشوارد الاكسجينية مثل (SO_4^{-} , NO_3^-) فإن الأكسجين ينطلق ، وهذا يعني سهولة تاكسد الماء (H_2O) مقارنة بالشوارد نفسها: $2 H_2O (L) \xrightarrow{\text{oxidation}} O_2 (g) + 4H^+ (aq) + 4 e^-$

القاعدة السادسة ⑥: أكسدة الشوارد الهالوجيني

عند التراكيز العالية من الشوارد الهالوجينية	الشوارد الهالوجينية (I^- , Br^- , Cl^-) ماعدا (F^-) فإنها تتأكسد بسهولة أكبر من الماء و بالتالي يتحرر الهالوجين (Cl_2 , I_2 , Br_2) عند التراكيز العالية لشواردة : $2H_2O\ (L) \xrightarrow{\text{oxydation}} \text{réaction}$ (barrée) $2Cl^-\ (aq) \longrightarrow Cl_2\ (g) + 2e^-$
عند التراكيز العالية من الشوارد الهالوجينية	أما عند التراكيز المنخفظة فإن الاكسجين يتحرر بالإضافة الى الهالوجين : $2H_2O\ (L) \xrightarrow{\text{oxidation}} O_2\ (g) + 4H^+\ (aq) + 4\ e^-$ $2Cl^-\ (aq) \longrightarrow Cl_2\ (g) + 2e^-$

مثال توضيحي : أي من الشوارد التالية أكثر احتمالا في الاكسدة الماء ام شوارد الهالوجينات عند التراكيز العالية و المنخفضة .

$2F^- \longrightarrow F_2 + 2e^-$	$E^o_{oxidation} = -2.27\ V$
$2\ H_2O\ (L) \longrightarrow O_2\ (g) + 4H^+\ (aq) + 4e^-$	$E^o_{oxidation} = -1.229\ V$
$2Cl^- \longrightarrow Cl_2 + 2e^-$	$E^o_{oxidation} = -1.3595\ V$
$2Br^- \longrightarrow Br_2 + 2e^-$	$E^o_{oxidation} = -1.0652\ V$
$2I^- \longrightarrow I_2 + 2e^-$	$E^o_{oxidation} = -0.5355\ V$

عند التراكيز المنخفظة من الشوارد الهالوجينية ووفقا لجهود الاكسدة

الشاردة	التفاعل الاكثر احتمالا
شاردة البروم (Br^-)	$2Br^- \longrightarrow Br_2 + 2e^-$
شاردة الكلور (Cl^-)	جهد الأكسدة للماء و شاردة الكلور متقارب لذلك ففي حالة التراكيز المنخفضة من الكلور فإن كلا التفاعلين سيحدث و يتصاعد غاز الكلور و غاز الاكسجين : $2H_2O\ (L) \xrightarrow{\text{oxidation}} O_2\ (g) + 4H^+\ (aq) + 4e^-$ $2Cl^-\ (aq) \longrightarrow Cl_2\ (g) + 2e^-$
شاردة اليود (I^-)	$2I \longrightarrow I_2 + 2e^-$
شاردة الفلور (F^-)	$2H_2O\ (L) \longrightarrow O_2\ (g) + 4H^+\ (aq) + 4e^-$

عند التراكيز العالية من الشوارد الهالوجينية :

الشاردة	التفاعل الاكثر احتمالا
شاردة البروم (Br^-)	$2Br^- \longrightarrow Br_2 + 2e^-$
شاردة الكلور (Cl^-)	$2Cl^-\ (aq) \longrightarrow Cl_2\ (g) + 2e^-$
شاردة اليود (I^-)	$2I \longrightarrow I_2 + 2e^-$
شاردة الفلور (F^-)	$2H_2O\ (L) \longrightarrow O_2\ (g) + 4H^+\ (aq) + 4e^-$

Lakehal Lakehal