# الكيمياء الكهربية

د/ عــاطف خليفة
ماجستير الكيمياء العضوية

## ١ - الكيمياء الكهربية

هو العلم الذي يهتم بدراسة التحول المتبادل بين الطاقة الكهربية والطاقة الكيميائية من خلال تفاعلات الأكسدة والاختزال.

## ٢- تفاعلات الأكسدة الاختزال

هي تفاعلات تنتقل فيها الالكترونات من احد المواد المتفاعلة إلى المادة الأخرى الداخلة معها فى التفاعل

## ٣- أنواع الخلايا الكهربية "الخلايا الكهروكيميائية"

### أ) الخلايا الجلفانية

هي أنظمة يتم فيها تحويل الطاقة الكيميائية إلى طاقة كهربية من خلال تفاعل( أكسدة واختزال) تلقائي . وهى نوعان:

- أولية : غير انعكاسية لايمكن شحنها مرة أخرى
- ثانوية: انعكاسية يمكن شحنها مرة أخرى

### ب)الخلايا الكتروليتية"التحليلية"

وهى أنظمة يتم فيها تحويل الطاقة الكهربية إلى طاقة كيمائية من خلال تفاعل (أكسدة و اختزال ) غير تلقائي

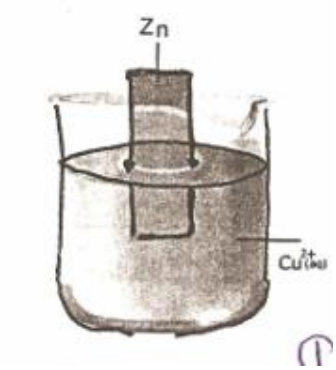


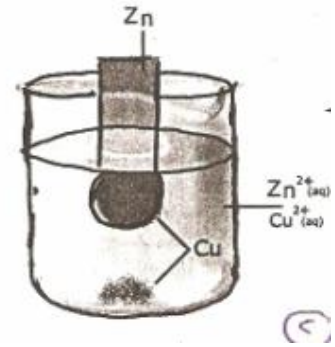
PDF created with pdfFactory Pro trial version www.pdffactory.com

# أولا : الخلايا الجلفانية

تجربة

## توضح تفاعلات (أكسدة واختزال ) تلقائية




١- نغمس صفيحة من الخارصين "الزنك" zn فى محلول كبريتات نحاس زرقاء اللون

٢- **المشاهدة :**

أ) ترسب النحاس على سطح صفيحة الخارصين بينما بدا فلز الخارصين فى الذوبان فى المحلول

ب) يزول اللون الأزرق للمحلول تدريجيا

٣- **التفسير:**

حدث تفاعل أكسدة واختزال تلقائي تمثله المعادلة

اكـــــسـدة

$$Zn + CU^{+2} \longrightarrow Zn^{+2} + CU$$

اختـــــزال

يتكون هذا التفاعل الكلى من نصفى تفاعل:

١- تفاعل أكسدة :

$$Zn \longrightarrow Zn^{+2} + 2e$$

فيه تفقد كل ذرة خارصين وتتحول إلى ايون خارصين يسقط فى المحلول

٢- تفاعل اختزال:

$$CU^{+2} + 2e \longrightarrow CU$$

فيه يكتسب كل ايون نحاس فى المحلول إلكترونين ويتحول إلى فلز نحاس الذي يترسب على صفيحة الخارصين

٣- تفاعل الأكسدة والاختزال التلقائي السابق ينتج عنه طاقة حرارية لايمكن تحويلها إلى طاقة كهربية بسبب :

(ترسب النحاس على صفيحة الخارصين فينعزل الخارصين عن ملامسة المحلول وبالتالي يقف التفاعل بعد فترة )

اى انه ينعزل موضع الأكسدة عن موضع الاختزال فيقف التفاعل


د/ عـــاطف خليفة
ماجستير الكيمياء العضوية


ملاحظة

نجح العلماء فى تكوين جهاز أو نظام يعرف بالخلية الجلفانية روعي فيها :

١- تكوين نصفى خلية ( فصل موضوعي الأكسدة والاختزال)

٢- توصيلهما داخليا عن طريق قنطرة ملحية

٣- توصيلهما خارجيا بسلك للسماح للالكترونات أن تمر خلاله

* وبذلك يمكن الحصول على تيار كهربي من تفاعل الأكسدة والاختزال التلقائي



PDF created with pdfFactory Pro trial version www.pdffactory.com

# الخلية الجلفانية

## خلـية دانيـــــــــــــال

## خلية الخارصين والنحاس

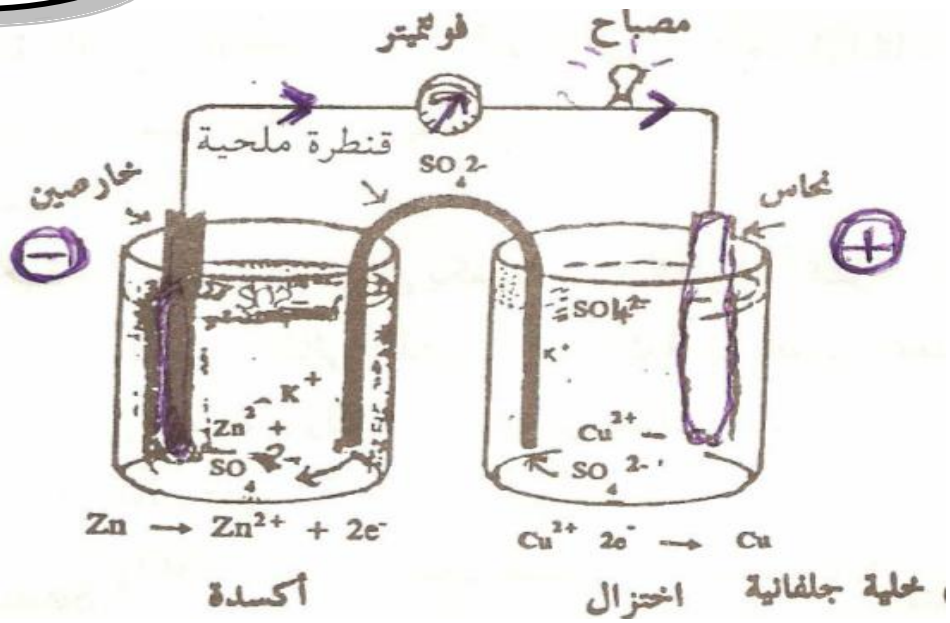
**الأساس العلمي**

تحويل الطاقة الكيميائية إلى طاقة كهربية من خلال تفاعل أكسدة واختزال يتم بشكل تلقائي

**الغرض منها**

الحصول على تيار كهربي

د/ عـــاطف خليفة
ماجستير الكيمياء العضوية




## تركيب الخلية

١- وعائين من الزجاج يسمى كل منهما نصف خليه كهر وكيميائية

٢- قطب الخارصين : نصف خلية الخارصين (الانود السالب) أو المصعد:
وعاء يحتوى على ساق من الخارصين مغمور فى محلول احد أملاحة مثل محلول كبريتات الخارصين

٣- قطب النحاس: نصف خلية النحاس ( الكاثود الموجب ) أو المهبط
وعاء يحتوى على ساق من النحاس مغمور فى محلول احد أملاحة مثل محلول كبريتات النحاس

** يشترط فى نصفى الخلية أن يكونا مختلفان فى قابليتهما للتأكسد والاختزال:-

- حتى يمكن إتمام التفاعل التلقائي بين نصفى الخلية :
- اى حتى يتولد فرق جهد بينهما

٤- قنطرة ملحية :
تصل المحلولين وهى عبارة عن أنبوبة مسامية ذات شعبتين يوضع فيها محلول الكتروليتى مثل كبريتات الصوديوم Na2SO4

٥- سلك معدني نحاسي : يصل بين طرفي ساق النحاس وساق الخارصين وتوصيلهما خارجيا

* وفولتميتر : لقياس فرق الجهد بين القطبين والاستدلال على التيار الكهربي



PDF created with pdfFactory Pro trial version www.pdffactory.com

## ١-عند الانود السالب (المصعد) قطب الخارصين

**تحدث عملية أكسدة** : تفقد بعض ذرات الخارصين الكترونات وتتحول إلى ايونات ويتآكل لوح الخارصين

- وتنتقل الالكترونات إلى السلك الخارجي ثم إلى الكاثود (لذلك قطب الخارصين هو القطب السالب)

$$Zn \longrightarrow Zn^{+2} + 2e$$

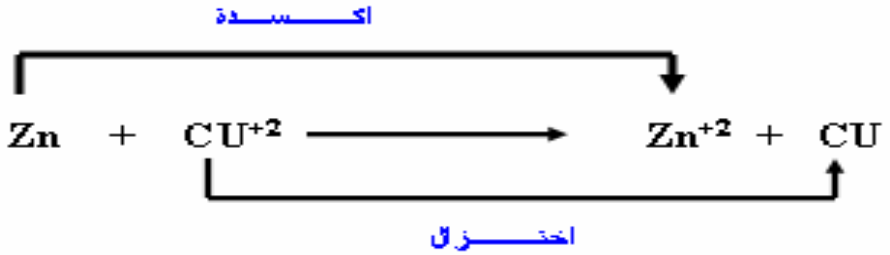
## ٢-عند الكاثود الموجب ( المهبط ) قطب النحاس:

**تحدث عملية الاختزال** : تكتسب ايونات النحاس فى المحلول الكترونات ويتحول إلى نحاس يترسب ويزداد وزن لوح النحاس . ويقل تركيز ايونات النحاس فى وعاء النحاس .

$$CU^{+2} + 2e \longrightarrow CU$$

ويكون قطب النحاس موجب لأنه يستقبل الالكترونات من السلك الخارجي

٣- **التفاعل الكلى (النهائي )** : هو مجموع تفاعلي التأكسد والاختزال فى نصفى الخلية.




- ويتوقف مرور التيار الكهربي بين نصفى الخلية عندما :
  أ) يذوب كل فلز الخارصين فى نصف خلية الخارصين
  ب) أو تنضب ايونات النحاس بسبب ترسبها على هيئة ذرات نحاس فى نصف خلية النحاس

## ٤- دور القنطرة الملحية:

عبارة عن أنبوبة مسامية ذات شعبتين بها محلول الكتروليتى مثل كبريتات الصوديوم

- $ لاتتفاعل ايوناتها مع ايونات محاليل نصفى الخلية ولا مع مواد أقطاب الخلية
- $ تقوم بالتوصيل بين محلولي نصفى الخلية
- $ تمنع الاتصال المباشر بين محلولي نصفى الخلية
- $ تمنع تكوين فرق جهد بين محلولي نصفى الخلية
- $ تقوم بمعادلة الشحنات الكهربية الموجبة والسالبة التي تتكون فى محلولي نصفى الخلية نتيجة الأكسدة والاختزال وبالتالي تعمل على الوصول إلى حالة التعادل الكهربي لمحلولي نصفى الخلية وعدم تشبع اى منهما بأيونات موجبة أو سالبة زائدة وبذلك يستمر سريان التيار
- $ غياب القنطرة الملحية يؤدى إلى توقف تفاعل الأكسدة والاختزال التلقائي وبالتالي يتوقف مرور التيار الكهربي فى السلك الخارجي .

## ٥- الرمز الاصطلاحي للخلية

$$Zn \mid Zn^{+2} \parallel CU^{+2} \mid CU$$

XM XM

د/ عـاطف خليفة
ماجستير الكيمياء العضوية



PDF created with pdfFactory Pro trial version www.pdffactory.com

٦- القوة الدافعة الكهربية للخلية الجلفانيه (فرق الجهد الكهربي)

= جهد تأكسد الانود + جهد اختزال الكاثود

= جهد تأكسد الانود – جهد تأكسد الكاثود

القوة الدافعه الكهربيه لخلية دانيال = جهد تأكسد الخارصين +جهد اختزال النحاس

= ٠,٧٦ + ٠,٣٤ = ١,١ فولت

د/ عـاطف خليفة
ماجستير الكيمياء العضوية

ويتم قياس جهود الأقطاب كما سيلى :.

# قيـاس جـــــهود الأقطـــــــاب

**ملاحظه هامه**

١- لاتوجد طريقه مباشرة لقياس الفرق المطلق في الجهد الكهربي بين قطب الفلز ومحلول ايوناتـه في الخلايا الجلفانيه . لأن العنصر في محلولـه الالكتروليتى يكون نصف خليه ( "علل" لايمكن قياس جهد الفلز منفردا ).

٢- يمكن قياس الفرق بين جهدي قطبي الخليه الجلفانيه بسهوله. وذلك عن طريق تكوين خليه جلفانيه من قطبين احدهما القطب المراد قياس جهده (مجهول الجهد) والأخر قطب قياسي ذو جهد ثابت ومعلوم .

٣- ثم قياس القوه الدافعة الكهربيه للخليه (جهد الخليه) ومنها يمكن حساب جهد القطب غير المعلوم .

**هـــام جدا**

يستخدم قطب الهيدروجين القياسي S.H.E كقطب قياسي لقياس جهود أقطاب العناصر الأخرى لأن:

## جـــــــهده = صـــــفر

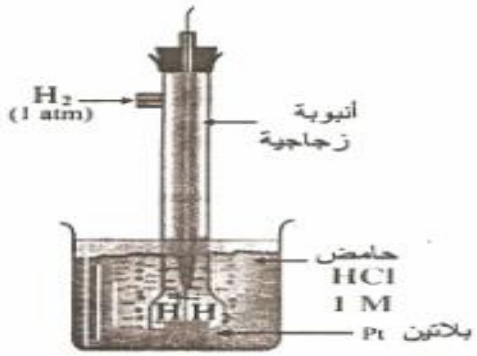
PDF created with pdfFactory Pro trial version www.pdffactory.com

# تركيب قطب الهيدروجين القياسي

١- صفيحة من البلاتين " ١سم$^{٢}$" مغطى بطبقه اسفنجيه من البلاتين الأسود.
٢- يمرر عليها تيار من غاز الهيدروجين تحت ضغط ثابت مقداره " ١ضغط جوى"
٣- ومغموره فى محلول " ١مولر" ( 1M) من اى حمض قوى .
٤- ويسمى قطب الهيدروجين تحت هذه الظروف بقطب الهيدروجين القيـــــاسي (SHE ) وجهده = صفر

٥- يتغير جهد قطب الهيدروجين عن الصفر(علل) للأسباب :
أ) قد يتغير تركيز ايون الهيدروجين في المحلول
ب)أو يتغير الضغط الجزئي للغاز
ت)أو يتغير كلاهما

٦- ويرمز لنصف خليه الهيدروجين القياسية بالرمز الاصطلاحي :




$$(Pt\ )H2(1atm\ )\ /2H^{+}$$

## قياس الجهد الكهربي لقطب الخارصين

- نكون خليه جلفانيه من قطب الخارصين في ايوناته وقطب الهيدروجين القياسي
- تنطلق الالكترونات من الخارصين إلى الهيدروجين
- قطب الخارصين : حدث عنده أكسده (الانود السالب)
- قطب الهيدروجين :حدث عنده اختزال(الكاثود الموجب)
- ق د ك للخليه = جهد تأكسد الخارصين + جهد اختزال الهيدروجين
- ٠,٧٦ = جهد تأكسد الخارصين + صفر
- ∴ جهد تأكسد الخارصين = ٠,٧٦ جهد
- التفاعلات الحادثه عند الأقطاب :

١- عند الانود السالب أكسده

$$Zn \longrightarrow Zn^{+2} + 2e$$

د/ عــاطف خليفة
ماجستير الكيمياء العضوية

PDF created with pdfFactory Pro trial version www.pdffactory.com

٢- عند الكاثود الموجب اختزال

$2H^+ + 2e \longrightarrow H2$

٣- التفاعل الكلى

$Zn + 2H^+ \longrightarrow Zn^{+2} + H2$

٤- الرمز الاصطلاحي :

$Zn \mid Zn^{+2} \parallel 2H^+ \mid H2(Pt)$

## قياس الجهد الكهربي لقطب النحاس

د/ عـــاطف خليفة
ماجستير الكيمياء العضوية

- نكون خليه جلفانيه من قطب الهيدروجين القياسي وقطب النحاس
- تنطلق الالكترونات من الهيدروجين إلى النحاس
- قطب الهيدروجين : حدث عنده أكسده (الانود السالب)
- قطب النحاس :حدث عنده اختزال(الكاثود الموجب)
- ق د ك للخليه = جهد تأكسدا لهيدروجين + جهد اختزال النحاس
- ٠,٣٤ = صفر + جهد اختزال النحاس
- ∴ جهد اختزال النحاس = ٠,٣٤ جهد
- التفاعلات الحادثه عند الأقطاب :

١- عند الانود السالب أكسده

$H2 \longrightarrow 2H^+ + 2e$

٢- عند الكاثود الموجب اختزال

$CU^{+2} + 2e \longrightarrow CU$

٣- التفاعل الكلى :

$H2 + CU^{+2} \longrightarrow 2H^+ + CU$

٤- الرمز الاصطلاحي :

$(Pt)H2 \mid 2H^+ \parallel CU^{+2} \mid CU$

## فرق الجهد الكهربي (القوه الدافعه الكهربيه) ق د ك

- هو مجمـــوع جـــهدي تأكسـد الانـــــود واختزال الكـــــــــاثود
- أو الفرق بين جـــهدي تأكسد الانـــــــود والكـــــــــــاثود
- أو الفرق بين جـــــــهدي اختزال الكـــــاثود والانـــــــود



PDF created with pdfFactory Pro trial version www.pdffactory.com

١- ق د ك = جهد تأكسد الانود + جهد اختزال الكاثود
٢- ق د ك = جهد تأكسد الانود – جهد تأكسد الكاثود
٣- ق د ك = جهد اختزال الكاثود – جهد اختزال الانود

خد بالك

# جهد تأكسد الفلز = – جهد اختزال الفلز

د/ عـــاطف خليفة
ماجستير الكيمياء العضوية

## سلسلة الجهود الكهربيه للعناصر(السلسله الكهروكيميائية)

### التعـــــريف

١ هي ترتيب العناصر ترتيبا تنازليا بالنسبه لجهود الاختزال السالبه وتصاعديا بالنسبه لجهود الاختزال الموجبه بالنسبه لقطب الهيدروجين القياسى بإعتبار جهده = صفر

٢ هي ترتيب العناصر ترتيبا تنازليا بالنسبه لجهود الاكسده الموجبه وتصاعديا بالنسبه لجهود الاكسده السالبه بالنسبه لقطب الهيدروجين القياسى بإعتبار جهده = صفر

٣ هي ترتيب العناصر ترتيبا تنازليا حسب قيم جهود التاكسد وتصاعديا حسب قيم جهود الاختزال بالنسبه لقطب الهيدروجين القياسى بإعتبار جهده = صفر

| تصف الخلية (نصف التفاعل) | | | جهد التأكسد القياسى (فولت) | جهد الاختزال القياسى (فولت) |
|---|---|---|---|---|
| Li | أكسدة / اختزال | $Li^{+}+1e^{-}$ | ٣,٠٤٥ | -٣,٠٤٥ |
| K | | $K^{+}+1e^{-}$ | ٢,٩٢٤ | -٢,٩٢٤ |
| Na | | $Na^{+}+1e^{-}$ | ٢,٧١١ | -٢,٧١١ |
| Mg | | $Mg^{2+}+2e^{-}$ | ٢,٣٧٥ | -٢,٣٧٥ |
| Al | | $Al^{3+}+3e^{-}$ | ١,٦٧٠ | -١,٦٧٠ |
| Mn | | $Mn^{2+}+2e^{-}$ | ١,٠١٨ | -١,٠١٨ |
| Zn | | $Zn^{2+}+2e^{-}$ | ٠,٧٦٢ | -٠,٧٦٢ |
| Cr | | $Cr^{3+}+3e^{-}$ | ٠,٧٤٠ | -٠,٧٤٠ |
| Cr | | $Cr^{2+}+2e^{-}$ | ٠,٥٥٧ | -٠,٥٥٧ |
| $Cr^{2+}$ | | $Cr^{3+}+1e^{-}$ | ٠,٤١٠ | -٠,٤١٠ |
| Fe | | $Fe^{2+}+2e^{-}$ | ٠,٤٠٩ | -٠,٤٠٩ |
| Cd | | $Cd^{2+}+2e^{-}$ | ٠,٤٠٢ | -٠,٤٠٢ |
| Co | | $Co^{2+}+2e^{-}$ | ٠,٢٨٠ | -٠,٢٨٠ |
| Ni | | $Ni^{2+}+2e^{-}$ | ٠,٢٣٠ | -٠,٢٣٠ |
| pb | | $Pb^{2+}+2e^{-}$ | ٠,١٢٦ | -٠,١٢٦ |
| H2 | | $2H^{+}+2e^{-}$ | صفر | صفر |
| $Sn^{2+}$ | | $Sn^{4+}+2e^{-}$ | -٠,١٥٠ | +٠,١٥٠ |
| Cu | | $Cu^{2+}+2e^{-}$ | -٠,٣٤٠ | +٠,٣٤٠ |
| 4OH | | $2H_2O+O_2+4e^{-}$ | -٠,٤٠١ | +٠,٤٠١ |
| Ag | | $Ag^{+}+1e^{-}$ | -٠,٨٠٠ | +٠,٨٠٠ |
| pt | | $Pt^{2+}+2e^{-}$ | -١,٢٠٠ | +١,٢٠٠ |
| Au | | $Au^{3+}+3e^{-}$ | -١,٤٢٠ | +١,٤٢٠ |



PDF created with pdfFactory Pro trial version www.pdffactory.com

## النتائج (الحقائق) التي يمكن استنتاجها من السلسله الكهروكيميائية (مايستفاد منها)

١- العناصر ذات جهود الاختزال الأكثر سالبيه (جهود التأكسد أعلى ايجابيه ) والتي تقع عند قمة السلسله تعتبر عوامل مختزله قويه ( وهى الفلزات التي تتأكسد بسهوله اى التي تفقد الكتروناتها بسهوله عندما تدخل في تفاعل مع ايونات اى عنصر يحتل مكانة أدنى في السلسله .

٢- العناصر ذات جهود الاختزال الأعلى ايجابيه (جهود التاكسد أعلى سالبيه ) والتي تقع عند النهايه السفلى للسلسله تعتبر الصوره المتأكسده لها (عندما تكون الفلزات على هيئة ايونات وتكون اللافلزات في حاله عنصريه) عوامل مؤكسده قويه مثل جزيئات غاز الفلور $F_2$ .

بمعنى أنها ذات قدره اكبر على اكتساب الالكترونات عندما تدخل في تفاعل مع اى عنصر يحتل مكانة أعلى في السلسله .

٣- العناصر المتقدمه في السلسله تحل محل العناصر التي تليها في محاليل أملاحها .

وكلما زاد البعد في الترتيب بين العنصرين كلما زاد فرق الجهد بينهم وكلما زادت قدرة العنصر المتقدم على طرد العنصر المتأخر من مركباته .

٤- جميع العناصر التي تسبق الهيدروجين في السلسله تحل محل ايونات الهيدروجين في المحاليل الحامضيه ( اى يتصاعد الهيدروجين )

$Fe + 2HCL \longrightarrow FeCL_2 + H_2$ وضح الاكسده والاختزال في التفاعل

- كلما زادت القيمه السالبه لجهد الاختزال كلما زاد الميل نحو الإحلال محل ايونات الهيدروجين .
- اما العناصر( ذات جهود الاختزال الموجبه ) التي تلي الهيدروجين في السلسله لا يمكن أن تحل محله في محاليله .

٥- يمكن التنبؤ من قيم جهدي قطبين عما إذا كان التفاعل تلقائي بينهما اما لا . فإذا كانت

أ) ق د ك = - اشاره سالبه فإن التفاعل غير تلقائى (خليه تحليله)

ب) ق د ك= + اشاره موجبه فإن التفاعل تلقائى (خليه جلفانيه ) ويتولد تيار كهربي

٦- عند مقارنة قيمة جهدي تأكسد عند قطبين فان القيمه الأكبر تدل على القطب الذى سيحدث عنده التأكسد (الانود السالب )والقيمة الأصغر تدل على القطب الذى سيحدث عنده الاختزال (الكاثود الموجب) إذا ما تم توصيلهما .

د/ عـــاطف خليفة
ماجستير الكيمياء العضوية

PDF created with pdfFactory Pro trial version www.pdffactory.com

# ملاحظات هـــــامه

١- هل الخليه جلفانيه أم الخليه الكتروليتيه؟

أ) إذا كانت القوه الدافعة الكهربيه (ق د ك) = + موجبه

∴ يوجد فرق جهد بين القطبين ويتولد تيار كهربي والخلية جلفانيه

ب) إذا كانت القوه الدافعة الكهربيه (ق د ك) =- سالبه

∴ لايتولد تيار كهربي لابد من استمرار تيار كهربي من الخارج والخليه تحليليه (الكتروليتيه)

٢- هل التفاعل تلقائى ام غير تلقائى ؟

أ) من التفاعل نحدد المادة الذى حدث لها أكسده والمادة الذى حدث لها اختزال

ب) نحسب ق د ك للتفاعل فإذا كانت

١) ق د ك = + ∴التفاعل تلقائى والخليه جلفانيه

٢) ق د ك= - ∴ التفاعل غير تلقائى والخليه تحليليه

٣- إذا أعطى المسألة جهدي تأكسد وطلب تكوين خليه جلفانيه فإن

أ)الأكبر في قيمة جهد التأكسد يكون هو الانود السالب

ب) الأصغر في قيمة جهد التأكسد يكون هو الكاثود الموجب

# أمثـــــلة

١- إذا كانت قيمة جهد الاختزال القياسي لكل من الخارصين والنيكل هى( -٠,٧٦ )و(-٠,٢٣) فولت على الترتيب :.

اكتب الرمز الاصطلاحي للخليه الجلفانيه التي تتكون منهما. واحسب القوه الدافعه الكهربيه لها. واكتب التفاعلات الحادثه عند الأقطاب .

## فكرة الحـــــــــل :

- جهد اختزال الخارصين = - ٠,٧٦
- ∴ جهد تأكسد الخارصين = + ٠,٧٦ ∴ الخارصين هو الانود السالب وتحدث عنده الاكسده
- جهد اختزال النيكل = - ٠,٢٣
- ∴ جهد تأكسد النيكل = +٠,٢٣ ∴ النيكل هو الكاثود الموجب وتحد عند الاختزال
- ق د ك = جهد تأكسد الانود (الخارصين) + جهد اختزال الكاثود (النيكل)

= ٠,٧٦+ (-٠,٢٣) = ٠,٥٣ فولت

٢- هل التفاعل الاتى تلقائى أم غير تلقائى :

1- $Mg + 2H^+ \longrightarrow Mg^{+2} + H_2$

2- $Cu + 2H^+ \longrightarrow Cu^{+2} + H_2$

3- $Cu + 2Ag^+ \longrightarrow CU^{+2} + 2Ag$

*علما بان جهد تأكسد الماغنيسيوم = ٢,٣٧٥ وجهد اختزال النحاس = ٠,٣٤ و جهد تأكسد الفضة = -٠,٨٠ فولت

د/ عــاطف خليفة
ماجستير الكيمياء العضوية



PDF created with pdfFactory Pro trial version www.pdffactory.com

٣- اكتب الرمز الاصطلاحي لخليه جلفانيه مكونه من قطب القصدير وقطب الفضة. واحسب القوة الدافعه الكهربيه . واكتب التفاعلات الحادثه عند الأقطاب .والتفاعل الكلى إذا علمت أن جهد الاختزال القياسى لكل من القصدير والفضة هي على التوالي - ٠,١٤ و ٠,٨٠ فولت.

٤- اكتب الرمز الاصطلاحي للخليه الجلفانيه التي يحدث بها التفاعل التالي :

$$Ni^{+2} + Fe \longrightarrow Ni + Fe^{+2}$$

ثم بين :.

١)الكاثود والانود
٢) اتجاه سريان التيار الالكتروني
٣) التفاعلات الحادثه عند الأقطاب

د/ عــاطف خليفة
ماجستير الكيمياء العضوية

٥- إذا كان A و B عنصران جهدا تأكسدهما (٠,٤) و(-٠,٦) فولت. على الترتيب وكل منهما ثنائي التكافؤ ما هو الرمز الاصطلاحي للخليه التي يمكن أن تتكون منهما؟. واحسب القوه الدافعة الكهربيه لهذه الخليه؟ وهل يصدر عنها تيار كهربي اما لا ولماذا ؟

# الخلايا الجلفانيه وإنتاج الطاقه

Primary cells خلايا أوليه

Secondary cells خلايا ثانوية

تقسم الخلايا الجلفانيه تبعا لطبيعة عملها لإنتاج الطاقة الكهربيه
* وجميعها أنظمة تنتج الطاقه الكهربيه من خلال مايحدث فيها من تفاعلات أكسده واختزال تلقائية

## الخـــلايا الاوليه

*أنظمة تختزن الطاقة في صوره كيميائيه والتي يمكن تحويلها عند اللزوم إلى طاقه كهربائية
* وذلك من خلال تفاعل أكسده واختزال تلقائى غير انعكاسي.
* ويتوقف هذا النوع من الخلايا عن العمل.
*عندما تستهلك مادة المصعد وتنضب ايونات نصف خليه المهبط .

إمكانية تصنعيها(مميزاتها) – عيوبها

١- الخلايا الاوليه لايسهل (عمليا أو اقتصاديا )بل ربما يصبح من المستحيل إعادة شحنها بغرض إعادة مكوناتها إلى الحالة الاصيله . بمعنى أخر فإنها خلايا غير انعكاسيه .
٢- وبالطبع لكي يسهل استخدامها وخصوصا في الأجهزة المتنقلة لابد أن تكون في صورة جافه وليست سائله لذلك عرفت باسم البطاريات الجافة
٣- والخليه في الصوره الجافة تحقق جهدا ثابتا لمدة أطول أثناء تشغيلها بالإضافة إلى إمكانية تصنيعها في الحجم

٤- أمثـــــلة:

١- الخليه الجافة ٢- خلية الزئبق



PDF created with pdfFactory Pro trial version www.pdffactory.com

# ١ـ الخلية الجافة (العمود الجاف)

البطارية الجافة

## تركيبهـــا

### ١ـ المصعد(الانود السالب) :

- إناء من الخارصين "الزنك" على شكل علبه تحتوى بداخلها على مكونات المهبط

### ٢ـ المهبط (الكاثود الموجب):

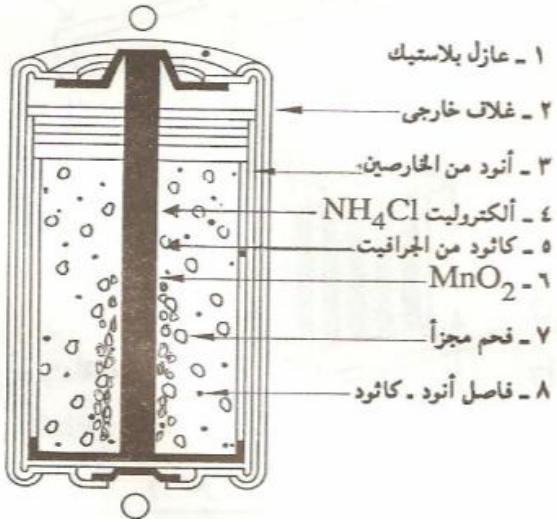
- عمود من الكربون "كموصل" محاط بعجينه رطبه من ثاني اكسيد المنجنيز "كمادة مؤكسدة" وكربون مجزأ

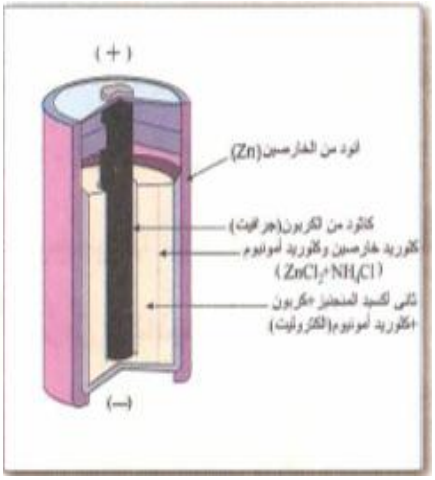
د/ عـــاطف خليفة
ماجستير الكيمياء العضوية

### ٣ـ الالكتروليت :

- كلوريد الامونيوم
- أو خليط من كلوريد الامونيوم وكلوريد الخارصين في بعض الخلايا
- أو كلوريد الخارصين فقط في البعض الأخر

الرسم




طريقة العمل

- عند توصيل الدائرة يحدث التفاعل الكلى التلقائي وهو مجموع تفاعلي نصفى الخليه الاتى:

اكســـــــــــــــدة

$$Zn + 2MnO2 + 2NH4^{+} \longrightarrow Zn^{+2} + 2MnO(OH) + 2NH3$$

اخـــــــــــــتزال

*** ق د ك = جهد تأكسد الانود +جهد اختزال الكاثود = ١,٥ فولت**



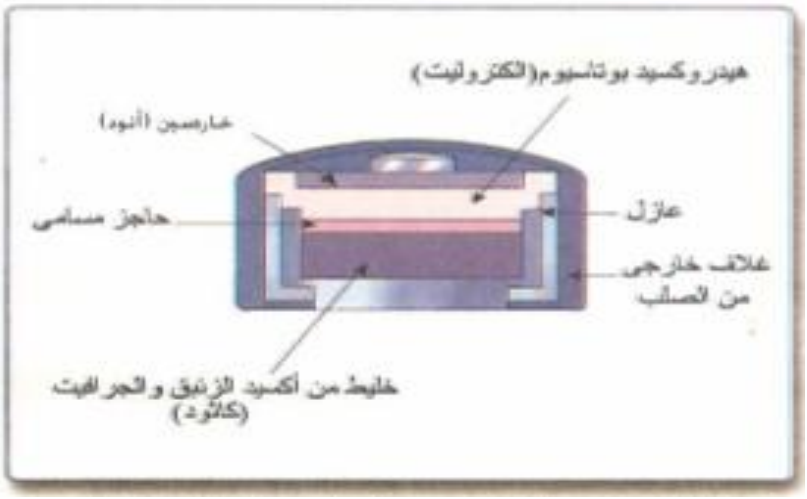
PDF created with pdfFactory Pro trial version www.pdffactory.com

# ٢-خلـــية الزئبـــــــــــــق

## تركيبها

١- **الشكل** : تصنع في شكل اسطواني أو على هيئة قرص
٢- **المصعد (الانود السالب )** : من الخارصين Zn
٣- **المهبط (الكاثود الموجب)** : من اكسيد الزئبق HgO والجرافيت C
٤- **الالكتروليت** : هيدروكسيد البوتاسيوم KOH قلوي قوى
٥- الخليه مغلقه بإحكام

## الرســـــــــم




د/ عــاطف خليفة
ماجستير الكيمياء العضوية

## شرح العمل

- عند توصيل الدائرة يحدث التفاعل الكلى التلقائى الاتى :

* ق د ك = جهد تأكسد الانود + جهد اختزال الكاثود = ١,٣٥ فولت

## مميزاتها واستخداماتها وعيوبها

| المميـــــزات | الاستخـــــدامات | العـــــيوب |
|---|---|---|
| ١- صغيرة الحجم<br>٢- تعطى ق د ك=١,٣٥ فولت | ١- في سماعات الإذن<br>٢- في الساعات<br>٣- في الآلات الخاصة بالتصوير | * تحتوى على الزئبق وهو مادة سامه لذلك يجب التخلص منها بعد الاستخدام بطريقةامنه (علل) |



PDF created with pdfFactory Pro trial version www.pdffactory.com

# الخـــلايا الثانوية

- هي خلايا جلفانيه
- أنظمة يتم فيها تخزين الطاقه الكهربيه على هيئة طاقة كيميائية يمكن تحويلها مرة أخرى إلى طاقه كهربيه عند اللزوم ..
- تفاعلات الأكسدة والاختزال انعكاسية
- يمكن إعادة شحنها عدة مرات .
- وتتم عملية الشحن بإمرار تيار كهربي من مصدر خارجي بين قطبيها في اتجاه عكس عملية تفريغها .

- أمثلـه :
  ١- بطارية(النيكل – كاديوم ) القاعدية
  ٢- بطارية السيارة (بطارية الرصاص الحامضيه )( المركم

## اولا:بطارية النيكل – كاديوم القاعدية

### تركيبها

١- المصعد (الانود السالب) : كاديوم Cd
٢- المهبط (الكاثود الموجب) : النيكل في صورة اكسيد نيكل قاعدي NiO(OH)
٣- الالكتروليت : قلوي قوى هيدروكسيد البوتاسيوم KOH

د/ عـــاطف خليفة
ماجستير الكيمياء العضوية

### شـــرح العمل

- عند توصل الدائرة يحدث التفاعل الكلى الاتى : (تفاعل التفريغ الشحن )
-

تفريـــــغ

$$2NiO(OH) + Cd + 2H_2O \rightleftharpoons 2Ni(OH)_2 + Cd(OH)_2$$

شحـــن

ق د ك = ١,٣ فولت

### عملية الشحن

- توصل البطارية بمصدر تيار كهربي خارجي ق د ك للمصدر اكبر قليلا من ق د ك للبطارية
- فيمر تيار كهربي من المدر الخارجي إلى الخليه
- وتنعكس التفاعلات داخلها لتعود مكوناتها إلى حالتها الاصيله حيث يصبح تفاعل الاكسده اختزال والعكس
- والبطارية تعمل في هذه الحالة كخليه الكتروليتيه (تحليلية)



PDF created with pdfFactory Pro trial version www.pdffactory.com

## مميـــــزاتها

١- صغيرة الحجم
٢- سهلة الاستعمال
٣- يمكن شحنها عدة مرات لذلك تستخدم لعدة سنوات (عمرها طويل)
٤- مصمتة وخفيفه لايتصاعد منها اى غازات
٥- جهدها = ١,٣ فولت

# ثانيا:بطارية الرصاص الحامضيه (بطارية السيارة )

د/ عــاطف خليفة
ماجستير الكيمياء العضوية

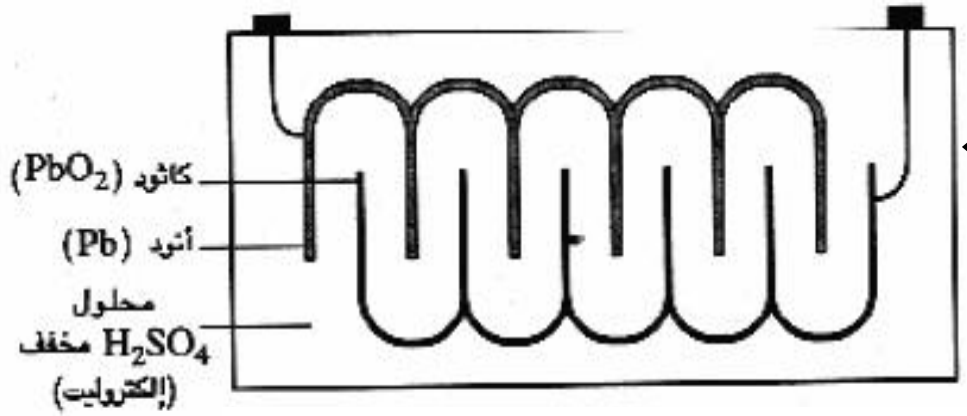
## التركـــــــيب

١- تتكون هذه البطارية من ستة خلايا موصله على التوالي (تنتج كل خليه ٢ فولت فيكون الجهد الكلى للبطارية = ٢ X ٦ = ١٢ فولت)

- ويمكن عند الحاجة تصنيع بطاريات اكبر حجما تحتوى على أكثر من ست خلايا

٢- المصعد (الانود السالب ) : عبارة عن شبكة من الرصاص مملوؤه برصاص اسفنجى **Pb**
٣- المهبط (الكاثود الموجب ) : عبارة عن شبكه من الرصاص مملوؤه بعجينه من ثاني اكسيد الرصاص **PbO2**
٤- صفائح عازله : تفصل الألواح عن بعضها
٥- الالكتروليت : حمض كبرتيك مخفف **H2SO4** تغمر فيه جميع الألواح
٦- وعاء :مصنوع من المطاط الصلب أو البلاستيك (بولي استيرين ) (علل) **والذي لايتأثر بالأحماض**
٧- هذه البطاريه انسب أنواع البطاريات المستخدمه في السيارات لإمدادها بالكهرباء لذلك تعرف باسم بطارية السيارة

## الرســـــــم




- جهد الخليه = ٢ فولت
- جهد البطاريه الكلى = ٦ X ٢ = ١٢ فولت



PDF created with pdfFactory Pro trial version www.pdffactory.com

## شـــــــرح العمل

عملية التفريغ (تعمل البطارية كخليه جلفانيه)

عملية الشحن (تعمل البطاريه كخليه الكتروليتية)

## أولا : عملية التفريغ

- عند توصيل الدائرة ( إدارة مفتاح السيارة ) تحدث التفاعلات التاليه عند تشغيل البطاريه :

١- يتأين الالكتروليت : حمض الكبريتيك

$$2H2SO4 \longrightarrow 4H^{+} + 2SO4^{-2}$$

٢- عند المصعد(الانود السالب ) : تحدث عملية الأكسدة

$$Pb + SO4^{-2} \longrightarrow PbSO4 + 2e$$

جهد التأكسد القياسى = ٠,٣٦ فولت

٣- عند المهبط (الكاثود الموجب ) : تحث عملية الاختزال

$$PbO2 + 4H^{+} + SO4^{-2} + 2e \longrightarrow PbSO4 + 2H2O$$

جهد الاختزال القياسى = ١,٦٩ فولت

٤- معادلة التفاعل الكلى للبطارية عند التفريغ

$$Pb + PbO2 + 4H^{+} + 2SO4^{-2} \longrightarrow 2PbSO4 + 2H2O$$

## التعرف على حالة البطارية

د/ عــاطف خليفة
ماجستير الكيمياء العضوية

١- يتم ذلك بقياس كثافة محلول الحمض بواسطة الهيدروميتر (مقياس الكثافة للسوائل )
٢- عندما تكون البطارية كاملة الشحن : تكون كثافة الحمض فيها من ١,٢٨ الى ١,٣ جم / سم٣
٣- إذا قلت كثافة الحمض إلى اقل من ١,٢ جم/سم٣ فهذا يعنى حاجة البطاريه إلى إعادة الشحن وزيادة تركيز الحمض فيها

## طول مدة استعمال البطارية

- يؤدى طول مدة استعمال البطاريه إلى نقص كمية التيار الكهربي الناتج منها للأسباب الآتية:
١- تخفيف تركيز حمض الكبريتيك فيها نتيجة لزيادة كمية الماء الناتج .
٢- تحول مواد الانود والكاثود إلى كبريتات رصاص تتراكم على الأقطاب.
٣- استهلاك الحمض في عملية التأين (كثافة الحمض تقل عن ١,٢ جم/سم٣

**علل**

تقل كفاءة بطارية السيارة بطول مدة استعمالها (يقل التيار الكهربي الناتج عن المركم الرصاصي بطول مدة استعماله )



PDF created with pdfFactory Pro trial version www.pdffactory.com

١- توصل لبطارية بمصدر بالتيار الكهربي المستمر
٢- ق د ك للمصدر الخارجي اكبر قليلا من ق د ك لبطارية السيارة
٣- يمر تيار من المصدر الخارجي إلى البطاريه
٤- تنعكس التفاعلات داخل بطارية السيارة ويصبح تفاعل الاكسده اختزال وتفاعل الاختزال أكسده
٥- تتحول كبريتات الرصاص إلى رصاص عند المصعد وثاني اكسيد الرصاص عند المهبط كما يعاد تركيز الحمض إلى ما كان عليه
٦- تعمل بطارية السيارة اثناءالشحن كخليه الكتروليتية حيث يتم فيها إحداث تفاعل غير تلقائى بواسطة مرور تيار كهربي
٧- وهذا يعنى تخزين الطاقة الكهربيه الواردة من المصدر الخارجي في شكل طاقة كيميائية يمكن تحويلها إلى طاقه كهربيه عند اللزوم .
٨- لذلك اعتبرت الخلايا الثانوية (المراكم ) أنها بطاريات لتخزين الطاقة
٩- وفى السيارة يستخدم الدينامو بصورة مستمرة في إعادة شحن البطاريه أولا بأول

## معادلة الشحن:

$$2PbSO_4 + 2H_2O \xrightarrow{\text{شحن}} Pb + PbO_2 + 4H^+ + 2SO_4^{-2}$$

## معادلة الشحن والتفريغ لبطارية السيارة

$$Pb + PbO_2 + 4H^+ + 2SO_4^{-2} \underset{\text{شحن}}{\overset{\text{تفريغ}}{\rightleftharpoons}} 2PbSO_4 + 2H_2O$$

أنود — كاثود — الكتروليت

سؤال

د/ عاطف خليفة
ماجستير الكيمياء العضوية

قارن بين :
١- الخلية الأولية – الخليه الثانوية
٢- بطارية الزئبق – بطارية النيكل كادميوم
٣- الخليه الجافة – بطارية الرصاص الحامضيه



PDF created with pdfFactory Pro trial version www.pdffactory.com

## التعـــــريف:

١- هي خلايا كهربيه تستخدم فيها الطاقه من مصدر خارجي لإحداث تفاعل أكسدة – اختزال غير تلقائى الحدوث.

٢- أو وهى أنظمة يتم فيها تحويل الطاقة الكهربية إلى طاقة كيمائية من خلال تفاعل (أكسدة و اختزال ) غير تلقائى

مقدمة هامه

د/ عـــاطف خليفة
ماجستير الكيمياء العضوية

## ١- التوصل الكهربي

هو انتقال الشحنات الكهربيه من نقطة إلى أخرى في موصل كهربي (عبر طرفي الموصل الكهربي)

## ٢- الموصلات الكهربيه

### ١- موصلات الكترونية (موصلات معدنية )

أ)مثل الأسلاك – الصفائح – الألواح المعدنية

ب) هي موصلات مرور التيار الكهربي فيها لايصاحبه انتقال للمادة ويتم التوصيل عن طريق انتقال الالكترونات بين الذرات داخل الفلز

*** عـــلل:**

**النحاس موصل الكتروني "معدني "**

### ٢- موصلات الكتروليتيه ( موصلات سائله) الكتروليتات

أ) هي موصلات مرور التيار الكهربي فيها يصاحبه انتقال للمادة اى يتم مرور التيار فيها عن طريق حركة (هجره) الايونات تجاه الأقطاب المخالفة لها في الشحنه .

- علل:

محلول كبريتات النحاس موصل الكتروليتى

### ب) تنقسم الموصلات السائله إلى نوعان :

١- مصاهير الاملاح(موصلات نقيه ) مثل مصور كلوريد الصوديوم .

٢- محاليل (موصلات غير نقيه ) مثل محاليل الاملاح – محلول حمض – محلول قلوي



PDF created with pdfFactory Pro trial version www.pdffactory.com

# ١ - الغرض من الخليه

فصل مكونات المحلول الالكتروليتى . ١ - للحصول على عناصر ومركبات صناعية
٢ - عملية الطلاء بالكهرباء
٣ - تنقية الفلزات (مثل النحاس ) من الشوائب

التحليل الكهربى

عمليه كهربيه يتم فيها فصل مكونات المحلول الالكتروليتى

# ٢ - تركيب الخليه الالكتروليتيه

أ) إناء زجاجى يحتوى على :

١ - محلول الكتروليتى مغمور به قطبان
٢ - القطبان من مادة واحدة (مثل الكربون أو البلاتين ) أول كل منهما من مادة مختلفة (مثل الكربون – البلاتين – النحاس – الخارصين .. أو غيرهما ) أنود كاثود .

٣- الانود الموجب ( المصعد):

- يتصل بالقطب الموجب للبطارية
- مسئول عن توصيل التيار إلى أو داخل المحلول الالكتروليتى
- تهاجر إليه الايونات السالبه (الانيونات ) وتفقد الكترونات
- تحدث عنده عملية الأكـــــسدة
- موجب الشحنه لأنه متصل بالقطب الموجب للبطارية الخارجيه

٤- الكاثود السالب(المهبط):

- يتصل بالقطب السالب للبطاريه
- مسئول عن توصيل التيار من أو خارج المحلول الالكتروليتى
- تهاجر إليه الايونات الموجبه (الكاتيونات ) وتكتسب الكترونات
- تحدث عنده عملية الاخـــــتزال
- سالب الشحنه لأنه متصل بالقطب السالب للبطاريه الخارجية

ب) مصدر خارجى للتيار الكهربى : بطارية جهدها الكهربي يفوق (اكبر من) الجهد الانعكاسي للخليه . عند توصيله بالخلية التحليلية يسرى تيار كهربي فيها .

د/ عــاطف خليفة
ماجستير الكيمياء العضوية



PDF created with pdfFactory Pro trial version www.pdffactory.com

# ٣- شرح عمل الخليه التحليليه

- عند توصيل الدائرة يمر تيار من المصدر الخارجي إلى الخليه ويحدث الاتى :

١- يتأين الالكتروليت إلى ايونات موجبه وايونات سالبه

٢- عند الانود الموجب (المصعد )

- تهاجر إليه الايونات السالبه .
- تفقد الكترونات (يحدث لها أكسدة) وتتعادل وتتحول إلى ذرات ثم جزئيات اما تتصاعد او تترسب

٣- عند الكاثود السالب (المهبط)

- تهاجر إليه الايونات الموجبه
- تكتسب الكترونات (يحدث لها اختزال) وتتعادل وتتحول إلى ذرات ثم جزئيات اما تتصاعد او تترسب

د/ عـاطف خليفة
ماجستير الكيمياء العضوية

## ملاحظات هامه

١- **الانيونات** : هي جسيمات ماديه تتحرك في المصهور او المحلول وغنيه بالالكترونات تحمل شحنه سالبه.

٢- **الكاتيونات** : جسيمات ماديه تتحرك فى المصهور او المحلول وفقيرة بالالكترونات تحمل شحنه موجبه

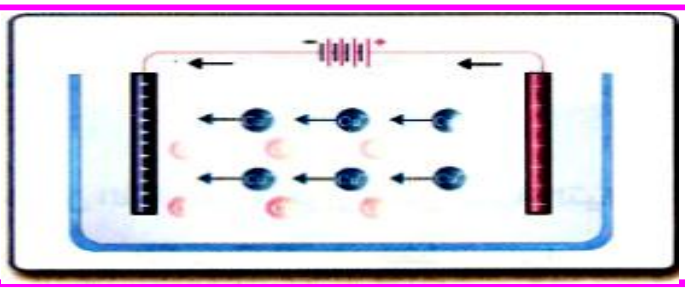
٣- **الانود** : هو القطب **الموجب** (المصعد ) وتحدث عنده **الاكسده** فى لخليه الالكتروليتيه

٤- **الكاثود** : هو القطب **السالب** (المهبط) وتحدث عنده **الاختزال** فى لخليه الالكتروليتيه

## مثال للخليه الالكتروليتيه

* خليلية الكتروليتيه بها محلول الكتروليتى كلوريد النحاس II

رسم الخليه



## شرح العمل

- عند توصيل الدائرة ومرور التيار الكهربي من المصدر الخارجي إلى الخليه : تحدث تفاعلات الاكسده والاختزال الغير تلقائية الاتيه :

١- يتأين الالكتروليت كلوريد النحاس الموجبه وايونات الكلور السالبه وتهاجر الايونات إلى الأقطاب المخالفة لها فى الشحنه.

$$CU\,CL_2 \rightleftharpoons CU^{+2} + 2CL^-$$



PDF created with pdfFactory Pro trial version www.pdffactory.com

٢-عند الانود الموجب ( المصعد) تحدث الاكسده حيث تهاجر إليه ايونات الكلور السالبه

$$2CL^- - 2e \longrightarrow CL2 \uparrow$$

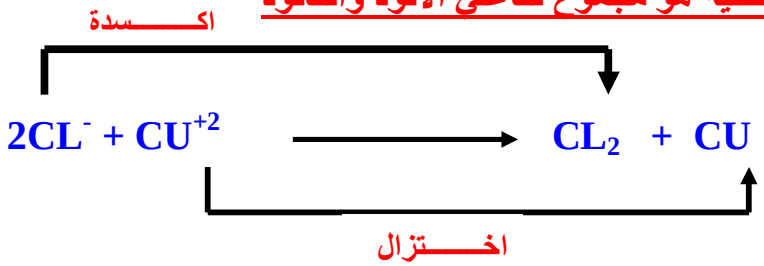
ايونات الكلور السالبه تفقد الكترونات تتأكسد وتتحول إلى ذرات ثم جزئيات تتصاعد عن الانود .(جهد الاكسده = - ١,٣٦فولت )

٣- عند الكاثود السالب (المهبط) يحدث الاختزال حيث تهاجر إليه ايونات النحاس الموجبه تكتسب الكترونات وتتعادل وتتحول إلى ذرات ثم جزئيات تترسب عند الكاثود.

$$CU^{+2} + 2e \longrightarrow CU \downarrow$$

(جهد الاختزال =+٠,٣٤فولت)

٤- التفاعل الكلى الحادث فى الخليه هو مجموع تفاعلى الانود والكاثود




د/ عاطف خليفة
ماجستير الكيمياء العضوية

٥- جهد الخليه = جهد تاكسدالكلور + جهد اختزال النحاس = -١,٣٦ + ٠,٣٤ = - ١,٠٢فولت

والاشاره السالبه لجهد الخليه هنا تعنى أن:

**التفاعل الكلى الحادث غير تلقائى**

**ويتم فى الخليه الكتروليتيه باستخدام طاقه كهربيه من مصدر خارجي**

## قوانين فاراداى للتحليل الكهربى

### قانون فاراداى الأول

تتناسب كمية المادة المتكونة او المستهلكة عند اى قطب سواء كانت غازيه او صلبه تناسبا طرديا مع كمية الكهرباء التي تمر فى المحلول الالكتروليتى .

* كمية الكهرباء (الكولوم) = شدة التيار ( امبير) X الزمن (ثانيه)

تعريف الكولوم(امبير.ثانيه) : هو كمية الكهرباء اللازمه لترسيب ١,١١٨مجم من الفضة من محلول ايونات الفضة.

او هو كمية الكهرباء التي تنتج من إمرار تيار كهربي شدته ١ امبير فى زمن قدره ١ ثانيه فى موصل .

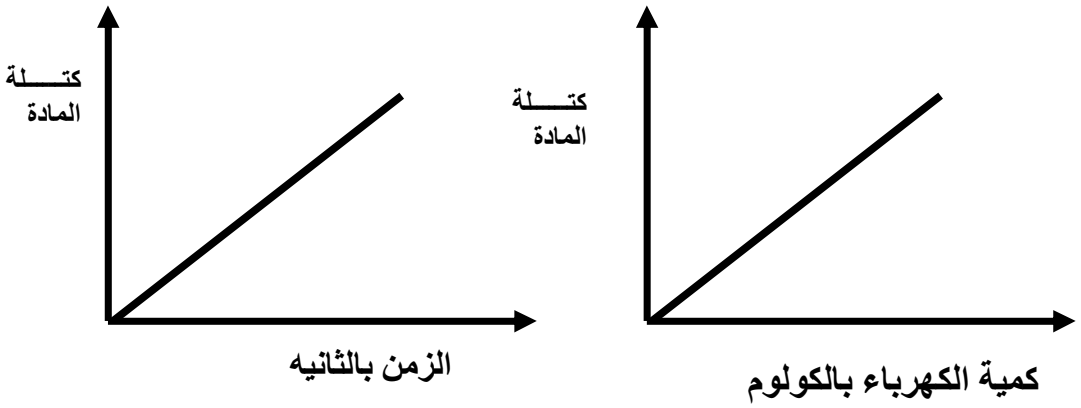


PDF created with pdfFactory Pro trial version www.pdffactory.com

## تحقيق القانون الأول :

- نمرر كميات مختلفة من التيار فى نفس المحلول الالكتروليتى فى خليه تحليلية
- نحسب نسبة كتل المواد المتكونة على الكاثود او الزائدة من الانود
- نقارن هذه النسب بنسب كميات الكهرباء التي تم تمريرها
- نلاحظ: كلما زادت كمية الكهرباء المارة فى المحلول تزداد كتل المواد المتكونة عندا الكاثود او الذائبة عند الانود .
- وتحسب كمية الكهرباء من القانون

**كمية الكهرباء بالكولوم = شدة التيار بالأمبير فى الزمن بالثانية**




د/ عـاطف خليفة
ماجستير الكيمياء العضوية

## قانون فاراداى الثاني

كتلة المواد المختلفة المتكونة او المستهلكة بمرور نفس كمية الكهرباء تتناسب مع كتلتها المكافئة .

- صيغة أخرى:

عند ثبوت كمية الكهرباء الماره فى خليه تحليليه فإن كتلة الماده المتكونه او المستهلكه تتناسب طرديا مع كتلتها المكافئة الجراميه.

الصيغة الرياضية :(عند توصيل خليتان على التوالي )

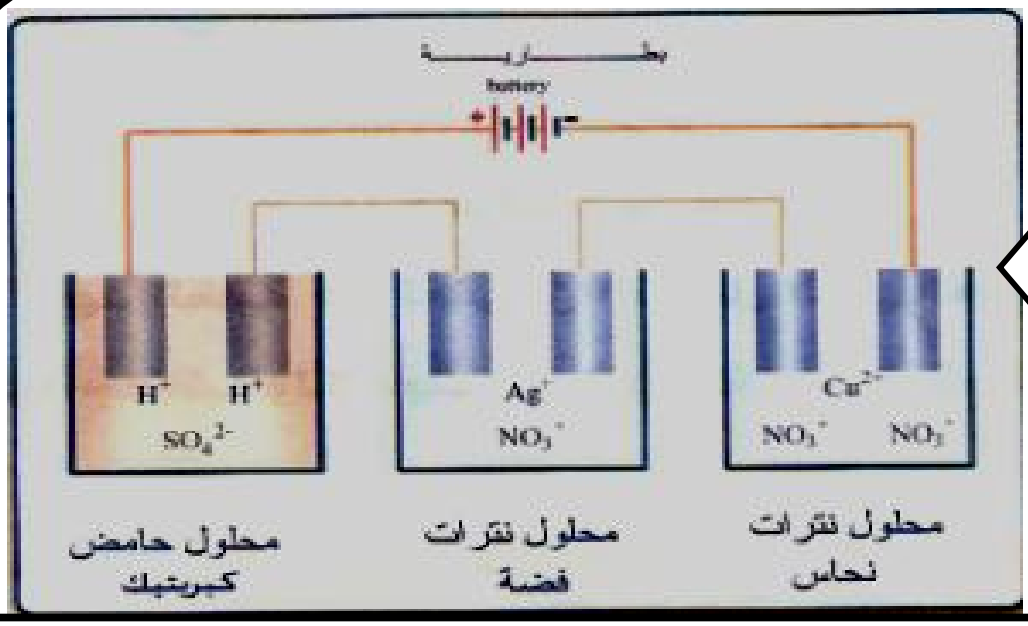
$$\frac{\text{كتلة المادة أ}}{\text{كتلة المادة ب}} = \frac{\text{الكتله المكافئة ل أ}}{\text{الكتله المكافئة ل ب}}$$

## تحقيق القانون الثاني :

- بإمرار نفس كمية التيار الكهربي فى مجموعة من المحاليل مثل (حمض الكبريتيك المخفف – محلول نترات الفضة- محلول كبريتات النحاس )
- نجد أن : كتل المواد المتكونه عند الكاثود فى الخلايا وهى (الهيدروجين – الفضة - النحاس ) على ا لتوالى تتناسب مع الكتل المكافئة لهذه المواد .
- اى بنسبة (١ : ١٠٧,٨٨ : ٣١,٧٨ ) على التوالي مم يحقق القانون الثاني



PDF created with pdfFactory Pro trial version www.pdffactory.com




رسم القانون الثانى

**ملحوظة هامه**

١-الكتله الذرية = الوزن الذرى = جرام ذره = الذره الجراميه
٢- الكتله المكافئة = الوزن المكافئ = جرام مكافئ = المكافئ الجرامى

**الكتله المكافئة لعنصر = الوزن الذرى (الكتله الذرية) ÷ التكافؤ(عدد الشحنات )**

## العلاقة بين الأمبير والكولوم والفاراداى

- فى خلية تحليلية تحتوى على محلول ايونات فضه عند إمرار .
- واحد كولوم يؤدى إلى ترسيب ٠,٠٠١١٨ جم من الفضة
  س كولوم يؤدى إلى ترسيب ١٠٧,٨٨جم من الفضة

$$\therefore \text{س كولوم} = \frac{١٠٧,٨٨ \times ١}{٠,٠٠١١٨} = ٩٦٥٠٠ \text{كولوم} = \text{واحد فاراداى}$$

د/ عــاطف خليفة
ماجستير الكيمياء العضوية

*** الفاراداى F:**

هو كمية الكهرباء الماره فى خليه الكتروليتيه التي تؤدى إلى ترسيب او ذوبان او تصاعد الوزن المكافئ الجرامى للمادة عند احد الأقطاب ويساوى ٩٦٥٠٠كولوم .

*** واحد فاراداى F = ٩٦٥٠٠ كولوم**



PDF created with pdfFactory Pro trial version www.pdffactory.com

# القانون العام للتحليل الكهربي

عند مرور واحد فاراداى ( ٩٦٥٠٠ كولوم ) خلال الكتروليت فأن ذلك يؤدى إلى ذوبان او تصاعد او ترسيب الكتله المكافئة الجراميه من المادة عند احد الأقطاب

الصيغة الرياضية الأولى

حساب كمية الكهرباء بالفاراداى اللازمه لترسيب ذرة جراميه

- لما كانت : الذرة الجراميه من المادة= الكتله المكافئة الجراميه Xتكافؤ الذرة (او عدد شحنات ايوناتها )
- ∴ كمية الكهرباء بالفاراداى اللازمه لترسيب جم / ذره من المادة

F =( الفاراداى )X Z (التكافؤ) (عدد الشحنات)

**مثـــــال ١ :**

احسب كمية الكهرباء اللازمة لترسيب جرام / ذرة من الفضة من محلول نترات الفضة بناء على التفاعل الاتى :

$$Ag^{+} + e \longrightarrow Ag$$

**الحـــــــــل:**

كمية الكهرباء بالفاراادى اللازمة لترسيب جرام /ذره من الفضة = F = Z X F = ١ واحد فاراداى

**مثـــــال ٢ :**

احسب كمية الكهرباء اللازمة لترسيب جرام / ذرة من النحاس من محلول كبريتات النحاس CUSO4

$$CU^{+2} + 2e \longrightarrow CU$$

**الحـــــــــل:**

كمية الكهرباء بالفاراادى اللازمة لترسيب جرام /ذره من النحاس = F = Z X F = ٢ X F = ٢ فاراداى

**مثـــــال ٣ :**

احسب كمية الكهرباء اللازمة لترسيب جرام / ذرة من الالمونيوم من مصهور AL2O3

**الحـــــــــل:**

كمية الكهرباء بالفاراادى اللازمة لترسيب جرام /ذره منالالمونيوم = F = Z X F = ٣ X F = ٣ فاراداى

**ســـــــــــؤال :**

١-كم كولوم فى ٣ فـــــــاراداى

٢- كم فاراداىفى ٢٩٠٠٠كولوم

د/ عـــاطف خليفة
ماجستير الكيمياء العضوية



PDF created with pdfFactory Pro trial version www.pdffactory.com

الصيغة الرياضية الثانية

## حساب كمية الكهرباء بالكولوم اللازمه لترسيب او تصـــــــــــــــــــــــاعد كتله جراميه.

@ ٩٦٥٠٠كولوم تؤدى الى ترسيب (او تصاعد) الكتله المكافئه الجراميه عند احد الاقطاب
@ س كولوم تؤدى الى ترســـــيب (او تصاعد) كتله جـــــــــــرامية عند احد الاقطاب

$$\therefore \text{كمية الكهرباء بالكولوم} = \frac{\text{ك جرام المترسبه او المتصاعده} \times ٩٦٥٠٠}{\text{الكتله المكـــــــــــافئة الجـــــــــرامية}}$$

# قـــــــــوانين هـــــــامه

١- الكتله المكافئة (الوزن المكافىء )للمادة = الوزن الذرى÷ التكافؤ

٢- كمية الكـــــــــــهرباء بالكـــــولوم = شدة التيار بالامبير X الزمن بالثانيه

$$٣- \text{كمية الكهرباء بالكولوم} = \frac{\text{ك جرام المترسبه او المتصاعده} \times ٩٦٥٠٠}{\text{الكتله المكـــــــــــافئة الجـــــــــرامية}}$$

$$٤- \text{شدة التيار بالامبير} \times \text{الزمن بالثانية} = \frac{\text{ك جرام المترسبه او المتصاعده} \times ٩٦٥٠٠}{\text{الكتله المكـــــــــــافئة الجـــــــــرامية}}$$

٥- اذا اتصلت خليتان على التوالى فأن :

$$\frac{\text{كتلة المادة أ}}{\text{كتلة المادة ب}} = \frac{\text{الكتله المكافئة ل أ}}{\text{الكتله المكافئة ل ب}}$$

$$٦- \text{كمية الكهرباء بالفاراداى اللازمه لترسيب جرام /ذره من العنصر} = Z \times F$$

٧- كمية الكهرباء بالكولوم = الكتله بالجرام ÷ الكتله المكافئة الجراميه

د/ عـــاطف خليفة
ماجستير الكيمياء العضوية



PDF created with pdfFactory Pro trial version www.pdffactory.com

**مثـــــــال ١ :**

احسب كتلة كل من الذهب والكلور الناتجين من امرار ١٠٠٠٠كولوم من الكهرباء فى محلول مائى من كلوريد الذهب علما بان التفاعلات الحادثه عند الاقطاب هى :

$AU^{+3} + 3e \longrightarrow AU$

$2CL^{-} \longrightarrow CL2 + 2e$

(AU=196.98 CL=35.45)

**مثال ٢ :**

احسب كمية التيار مقدرة بالكولوم اللازمه لفصل ٥,٦جرام من الحديد III ( Fe=55.86) وما هو تفاعل الكاثود

**الحل :**

٣- كمية الكهرباء بالكولوم = $\frac{\text{ك جرام المترسبه او المتصاعده} \times ٩٦٥٠٠}{\text{الكتله المكافئة الجرامية}}$

∴ كمية الكهرباء بالكولوم = $\frac{٥,٦ \times ٩٦٥٠٠ \times ٣}{٥٥,٨٦}$ = ٢٩٠٢٢,٥كولوم

تطبيقات على التحليل الكهربى

الطـــلاء بالكـــهرباء

تنقية المعـــادن

تحضـــير الالومونيوم صناعيا

## ١- الطـــلاء بالكـــهرباء

د/ عـاطف خليفة
ماجستير الكيمياء العضوية

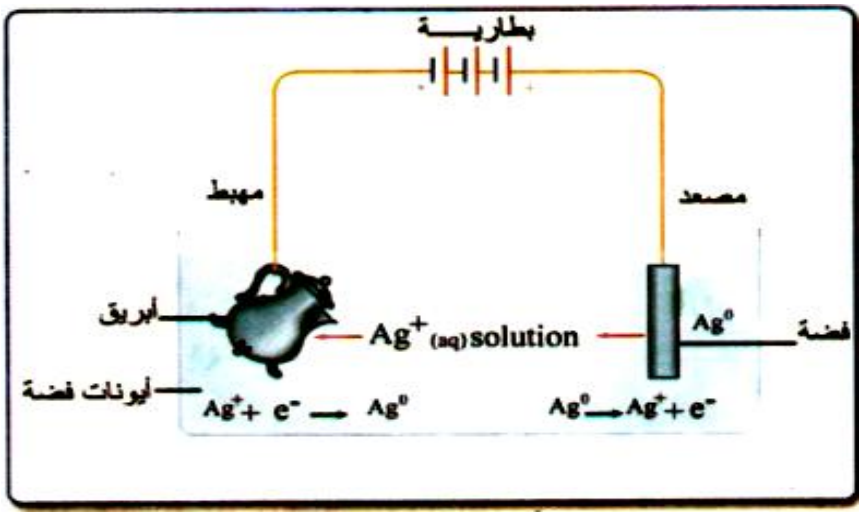
### الغرض من عملية الطلاء:

١- اعطاء الفلز الاصلى مظهرا جميلا ولامعا بطلائه بفلز اخر
٢- حماية الفلز الاصلى من التأكل والصدأ
٣- اكساب الفلز الاصلى قيمه اقتصادية عاليه لطلائه بفلز نفيس
٤- اكسابه خواص كهربيه ومغناطيسيه جديدة



PDF created with pdfFactory Pro trial version www.pdffactory.com

# طلاء ابريق (ميداليه)(أو ملعقة )من الحديد أو النحاس بطبقه رقيقه من الفضه




## رسم الخليه

د/ عـــاطف خليفة
ماجستير الكيمياء العضوية

## تركيب الخليه :

١- **الانود الموجب (المصعد )** : عمود من الفضه (الماده المراد الطلاء بها )

٢- **الكاثود السالب (المهبط)** : الابريـــــــــــــق (الماده المراد طلائها )

٣- **الالكتروليت**: محلول نترات الفضه ( محلول ملح للماده المراد الطلاء بها )

٤- بطاريه كمصدر للتيار الخارجى .

## شـــرح العمل :

١- يتم تنظيف سطح الابريق تماما ثم يغمس فى المحلول الالكتروليتى.

٢- **عند توصيل الدائره :**

أ) **يتأين الالكتروليت** : يتأين محلول نترات الفضه الى ايونات فضه موجبه وايونات نترات سالبه

$$AgNO3 \rightleftharpoons Ag^{+} + NO_3^{-}$$

ب) **عند الانود الموجب (المصعد ):** تحدث عملية الاكسده وتتحول ذرات الفضه الى ايونات فضه ويتأكل المصعد

$$Ag \longrightarrow Ag^{+} + e$$

جـ) **عند الكاثود السالب (المهبط)** "**الابريق** " : تهاجر اليه ايونات الفضه الوجبه وتكتسب الكترونات وتتحول الى فضه وتترسب على الابريق (تحدث عمليةالاختزال )

$$Ag+ + e \longrightarrow Ag$$

د) تزداد كمية الفضه المترسبه بزيادة كميةالكهرباء الماره فى المحلول

هـ) **النقص فى وزن المصعد = الزيادة فى وزن المهبط**



PDF created with pdfFactory Pro trial version www.pdffactory.com

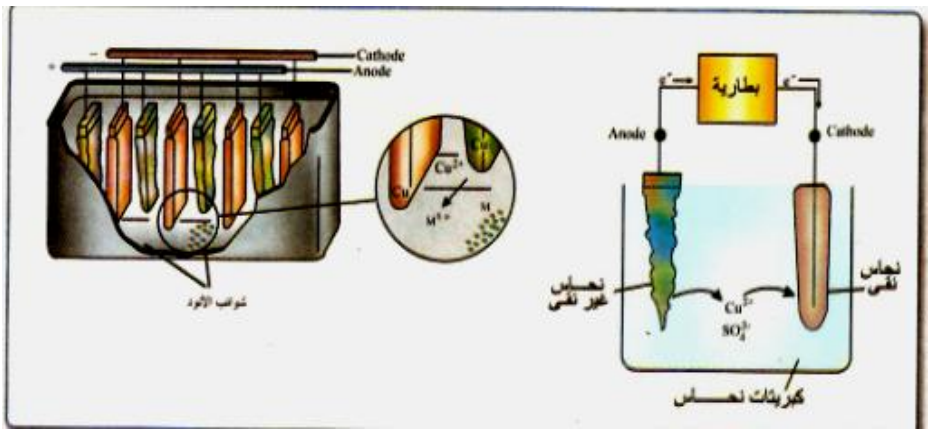
# تنقية المعـــــــــــــادن

**تنقية لوح من النحاس ٩٩ % من الشوائب إلى نحاس نقاوته ٩٩,٩٥ %**

## الغرض من التنقية

١- التخلص من الشوائب مثل الحديد والخارصين والذهب والفضة والتي تقلل من قابلية النحاس للتوصيل الكهربي.
٢- رفع كفاءة النحاس باستخدامه في صناعة الأسلاك الكهربية حيث أن مقاومته الكهربية صغيرة
٣- الحصول على الذهب الخالص أو الفضة الخالصة من نحاس به الشوائب

## رسم الخلية




د/ عــاطف خليفة
ماجستير الكيمياء العضوية

## تركيب الخلية

- إناء يحتوى على :.
١- **الانود (القطب الموجب) المصعد** : لوح النحاس غير النقي (المادة المراد تنقيتها)
٢- **الكاثود (القطب السالب ) المهبط** : سلك أو رقائق النحاس النقي (المادة في صورة نقية )
٣- **الالكتروليت** : محلول مائي من كبريتات النحاس (محلول ملح للمادة المراد تنقيتها )
- بطارية خارجية جهدها يزيد قليلا عن جهد خلية النحاس

## شـــــــــــرح العمل

- عند مرور التيار الكهربي من البطارية الخارجية إلى الخلية يحدث الاتى :

١- **يتـأين الالكتروليـت** : وتتجـه الايونـات نحـو الأقطـاب المخالفـه لهـا فـي الـشحنه وبمقارنة جهود الاكسده والاختزال للايونات الموجود في المحلول وهى (H+,OH-,CU+2,SO4-2) . فان أسهل تفاعلات الاكسده والاختزال التالية هي التي تحدث عند الأقطاب .

$$CUSO4 \longrightarrow CU+2 + SO4-2$$

PDF created with pdfFactory Pro trial version www.pdffactory.com

٢- عند المصعد (الانود الموجب) : تحدث الاكسده ويذوب النحاس ويتحول إلى ايونات نحاس CU+2.

$$CU \longrightarrow CU^{+2} + 2e$$

٣- عند المهبط (الكاثود السالب) : تحث عملية الاختزال وتكتسب ايونات النحاس الكترونات وتتحول الى نحاس يترسب عند الكاثود

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

٤- بالنسبة للشوائب :

أ) بالنسبة للحديد والخارصين فأنها تتأكسد وتذوب في المحلول وتتحول إلى ايونات ولكنها لا تترسب على الكاثود لصعوبة اختزالها بالنسبة لأيونات النحاس ( عملية اختزال ايونات النحاس هي الأسهل والأسرع )

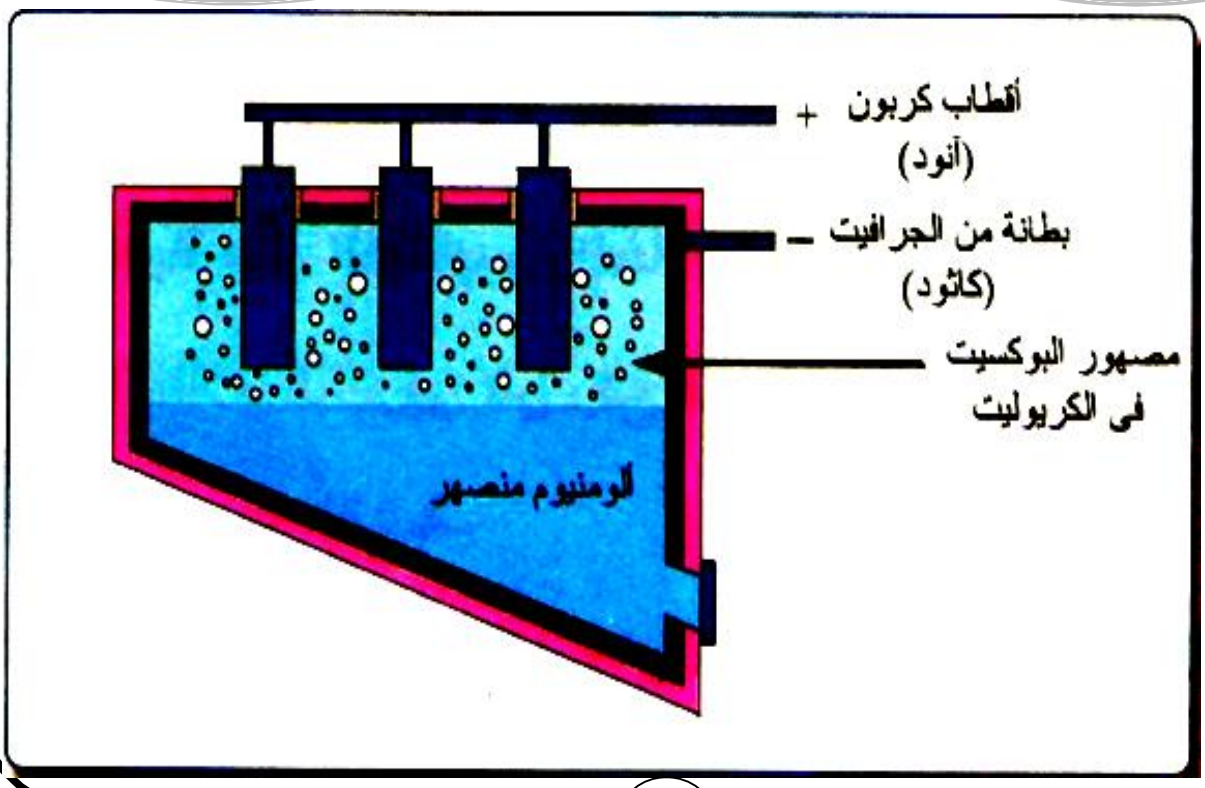
ب) بالنسبة للذهب والفضة فإنها لاتتاكسد ولا تذوب وتتساقط أسفل الانود لصعوبة أكسدتها بالنسبة لذرات النحاس (اى أن عملية أكسدة النحاس هي الأسرع والأسهل )

٥- بهذه الطريقة يمكن الحصول على نحاس نقى – بالاضافه إلى إمكانية فصل بعض المعادن النفيسه مثل الذهب والفضة من خامات النحاس .

# تحضـــير الألـــومـــــونيوم

رسم الخلية

د/ عـاطف خليفة
ماجستير الكيمياء العضوية






PDF created with pdfFactory Pro trial version www.pdffactory.com

# تركيب الخلية

١- **الانود الوجب (المصعد):** عبارة عن اسطوانات من الكربون جرافيت

٢- **الكاثود السالب(المهبط)** : جسم إناء الخلية المصنوع من الحديد والمبطن بطبقه من الكربون (جرافيت)

٣- **الالكتروليت*** البوكسيت $AL2O3$ المذاب في مصهور الكريوليت $Na3ALF6$

- المحتوى على قليل من الفلورسبار $CaF2$ لخفض درجة انصهار المخلوط من ٢٠٤٥درجة مئوية إلى ٩٥٠درجة .
- وحديثا استعاض عن الكريوليت بخليط من أملاح فلوريدات كل من الألومونيوم والصوديوم والكالسيوم (علل)

**وذلك :**

أ) يعطى هذا المخلوط مع البوكسيت مصهورا يتميز بانخفاض درجة انصهاره

ب) كذلك انخفاض كثافته مقارنه بالمصهور مع الكريوليت مما يسهل فصل الالومنيوم المنصهر والذي يكون راسبا في قاع الخلية

# شـــــــرح العمل

د/ عــاطف خليفة
ماجستير الكيمياء العضوية

- عند مرور التيار الكهربي بين قطبي الخلية تحدث التفاعلات الاتيه :.

١- **يتأين البوكسيت**

$$AL2O3 \longrightarrow 2AL+3 + 3O-2$$

٢- **عند المهبط (الكاثود السالب)** : تحدث عملية الاختزال

$$2AL+3 + 6e \longrightarrow 2AL$$

٣- **عند المصعد(الانود الموجب)** : تحدث عملية الاكسده

$$3O-2 \longrightarrow 3/2O2 + 6e$$

٤- **التفاعل الكلى هو:**

$$2AL+3 + 3O-2 \longrightarrow 2AL + 3/2O2$$

٥- ويتفاعل الأكسجين المتصاعد مع أقطاب الكربون مكونا غازات أول وثاني أكسيد الكربون لذلك يجب استبدال اسطوانات الكربون بعد فتره .

$$3/2O2 + 2C \longrightarrow CO + CO2$$

٦- يسحب الألومونيوم من الخلية من خلال فتحه خاصة أسفلها



PDF created with pdfFactory Pro trial version www.pdffactory.com

# مقارنات هامه

| وجه المقارنة | الخلية الجافة= العمود الجاف | خلية الزئبق |
|---|---|---|
| الانـود المصعد القطب ( - ) | علبة من والخارصين Zn | من والخارصين Zn |
| الكاثـود المهبط القطب ( + ) | عجينة من ثاني أكسيد المنجنيز $MnO_2$ والكربون المجزأ | خليط من أكسيد الزئبق HgO والجرافيت |
| الالكتروليت | كلوريد امونيوم$NH_4Cl$ أو كلوريد الخارصين $ZnCl_2$ أو خليط من كلوريد الامونيوم وكلوريد الخارصين $NH_4Cl$ +$ZnCl_2$ | هيدروكسيد البوتاسيوم KOH |
| ق . ء . ك | ١,٥ فولت | ١,٣٥ فولت |
| التفاعل النهائي | $Zn + 2MnO_2 + 2NH_4^+ \text{ ------ > } Zn^{+2} + 2MnO(OH) + 2NH_3$ | $Zn + HgO \text{ ----> } ZnO + Hg$ |
| الرمز الاصطلاحي | $Zn / Zn^{+2} \text{ ---//----> } 2Mn^{+4} / 2Mn^{+3}$ | $Zn / Zn^{+2} \text{ ---//---> } Hg^{+2} / Hg$ |
| نوع الخلية | خلية أولية جافة<br>غير انعكاسية ( لا يمكن إعادة شحنها ) | خلية أولية قلوية جافة<br>غير انعكاسية ( لا يمكن إعادة شحنها ) |
| خصائصها | خلية جافة<br>تحقق جهدا ثابتا لمدة أطول<br>يقل تيارها تدريجيا بسبب تراكم غاز النشادر على المهبط | شكلها اسطواني أو على هيئة قرص – صغيرة الحجم – مغلقة بإحكام – تستخدم في الساعات – وآلآت التصوير - وسماعات الإذن<br>بعد الاستخدام ينتج عنها الزئبق السام |

د/ عـــــــــــــاطف خليفة
ماجســـــــــــــتير الكيمياء العضوية

PDF created with pdfFactory Pro trial version www.pdffactory.com

# مقارنات هامه

| وجه المقارنة | بطارية النيكل – الكادميوم القلوية | المركم الرصاصي = بطارية السيارة<br>بطارية الرصاص الحامضية |
|---|---|---|
| الانـود<br>المصعد<br>القطب ( - ) | من الكادميوم Cd | شبكة من الرصاص مملوءة<br>برصاص اسفنجى Pb |
| الكاثـود<br>المهبط<br>القطب ( + ) | من النيكل Ni | شبكة من الرصاص مملوءة<br>بعجينة من ثانى اكسيد الرصاص $PbO_2$ |
| الالكتروليت | هيدروكسيد البوتاسيوم KOH | حمض الكبريتيك المخفف $H_2SO_4$ |
| ق . ء . ك | ١,٣ فولت | ٢ فولت |
| التفاعل النهائي | $Cd + 2NiO(OH) + 2H_2O \text{ ==== } Cd(OH)_2 + 2Ni(OH)_2$ | $Pb + PbO_2 + 4H^+ + 2SO_4^{-2} \text{ ====} 2PbSO_4 + 2H_2O$ |
| الرمز الاصطلاحي | $Cd / Cd^{+2} \text{ ==//=== } 2Ni^{+3} / 2Ni^{+2}$ | $Pb / Pb^{+2} \text{ ==//=== } Pb^{+4} / Pb^{+2}$ |
| نوع الخلية | خلية ثانوية قلوية<br>انعكاسية ( يمكن إعادة شحنها ) | خلية ثانوية حامضية سائلة<br>انعكاسية ( يمكن أعادة شحنها ) |
| خصائصها | صغيرة الحجم –<br>سهلة الاستعمال –<br>يمكن إعادة شحنها –<br>مصمته – خفيفة الوزن –<br>لا يتصاعد منها غازات –<br>عمرها طويل<br>---<br>تعمل كخلية جلفانية أثناء تفاعل التفريغ<br>تعمل كخلية تحليلية أثناء تفاعل الشحن<br>كذلك المركم الرصاصي | تستخدم في السيارات –<br>بطارية السيارة تتكون من ٦ خلايا متصلة على التوالي تعطى ١٢ فولت<br>يقل تيارها تدريجيا بسبب :<br>• تخفيف الحمض بالماء<br>• و تحول الأقطاب إلى كبريتات رصاص<br>جهاز الهيدروميتر : يقيس كثافة السوائل لو قل كثافة حمض الكبريتيك عن ١,٢ جم/ سم$^3$ فيجب إعادة شحن البطارية |

د/ عـــاطف خليفة
ماجستير الكيمياء العضوية

د/ عـــــــــــــــــــــــــــــاطف خليفة
ماجســـــــــــــــــــــــــتير الكيمياء العضوية



PDF created with pdfFactory Pro trial version www.pdffactory.com

د/ عــاطف خليفة
ماجستير الكيمياء العضوية

# أنواع الموصلات الكهربية

| موصلات الكترونية ( صلبة ) | موصلات الكتروليتية ( سائلة ) |
|---|---|
| مواد توصل التيار الكهربا عن طريق حركة الالكترونات بداخلها<br>مثل: المعادن | مصاهير أو محاليل توصل التيار الكهربي عن طريق حركة الايونات إلى الأقطاب المخالفة لها في الشحنة .<br>مثل مصاهير أو محاليل الأملاح والأحماض والقلويات |

علل : النحاس من المواصلات الالكترونية بينما محلول كبريتات النحاس من الموصلات الالكتروليتية

| الخلايا الالكتروليتية | الخلايا الجلفانية |
|---|---|
| أنظمة يتم فيها تحويل الطاقة الكهربية إلى طاقة كيميائية | أنظمة يتم فيها تحويل الطاقة الكيميائية إلى طاقة كهربية |
| تفاعل الأكسدة والاختزال يحدث بشكل غير تلقائي<br>( لأنه لا يحدث إلا بتأثير الطاقة الخارجية ) | تفاعل الأكسدة والاختزال يحدث بشكل تلقائي مستمر |
| القطب الموجب (+) هو = الانود ( المصعد ) :<br>وتحدث عنده عملية الأكسدة | القطب الموجب (+) هو = الكاثود (المهبط ) :<br>ويحدث عنده عملية الاختزال |
| القطب السالب (- ) هو = الكاثود ( المهبط ) :<br>و تحدث عنده عملية الاختزال | القطب السالب (- ) هو = الانود ( المصعد ) :<br>ويحدث عنده عملية الأكسدة |
| لا يشترط أن يكون القطبان مختلفان | لا بد أن يكون القطبان مختلفان -<br>حتى ينشأ فرق جهد بينهما يتسبب في مرور تيار كهربي |

| الخلايا الأولية | الخلايا الثانوية |
|---|---|
| خلية جلفانية تتحول فيها الطاقة الكيميائية إلى طاقة كهربية | خلية جلفانية تتحول فيها الطاقة الكيميائية إلى طاقة كهربية |
| تفاعل الأكسدة والاختزال غير انعكاسي | تفاعل الأكسدة والاختزال انعكاسي |
| لا يمكن إعادة شحنها | يمكن إعادة شحنها |
| مثل : الخلية الجافة - و خلية الزئبق | مثل : بطارية نيكل الكادميوم القلوية - وبطارية الرصاص الحامضية |

| الانود ( المصعد ) | الكاثود ( المهبط ) |
|---|---|
| هو القطب الذي تحدث عنده عملية الأكسدة | هو القطب الذي تحدث عنده عملية الاختزال |
| يكون قطب موجب ( +) في الخلية التحليلية<br>ويكون قطب سالب ( – ) في الخلية الجلفانية | يكون قطب سالب (- ) في الخلية التحليلية<br>ويكون قطب موجب (+) في الخلية الجلفانية |



PDF created with pdfFactory Pro trial version www.pdffactory.com

بسم الله الرحمن الرحيم

# الكيمياء الكهربية

## الدكتور/ عاطف حلمه

PDF created with pdfFactory Pro trial version www.pdffactory.com