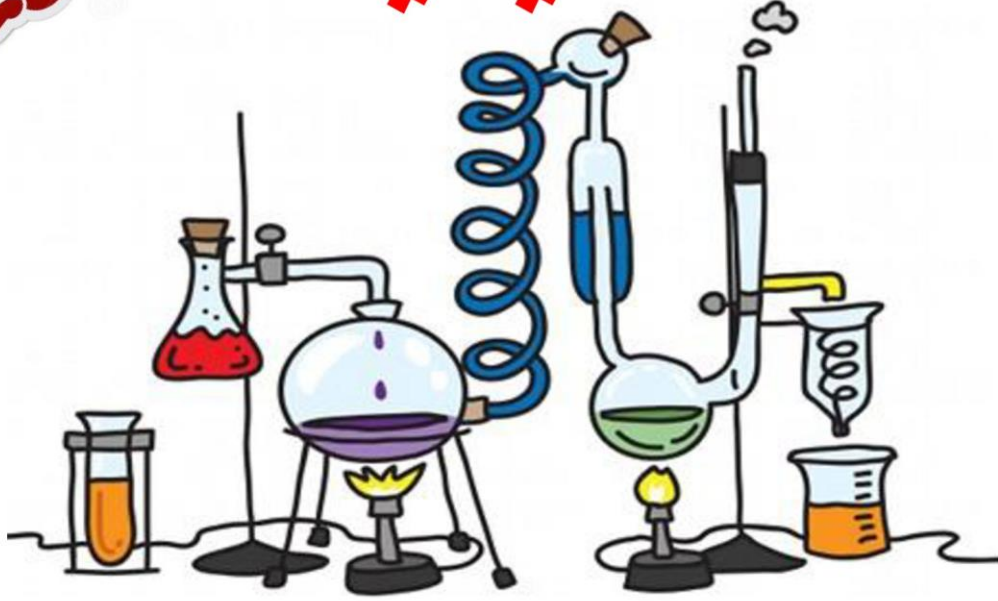


6 <b>C</b> Carbon 12.011	2 <b>He</b> Helium 4.00260	53 <b>I</b> Iodine 126.90447	16 <b>S</b> Sulfur 32.066	39 <b>Y</b> Yttrium 88.90585
-----------------------------------	-------------------------------------	---------------------------------------	------------------------------------	---------------------------------------

# مادة الكيمياء 2017



الصف الثاني عشر

الفصل الدراسي الثاني

الكيمياء الكهربائية

أ / محمد محسن محمد

<http://alainphysics.blogspot.ae/>

<http://www.facebook.com/mr.m7md.mo7sn>

هذه المذكرات عملاً خالصاً لوجه الله ، لا يهدف إلى تحقيق أى منفعة مادية أو شخصية

محمد محسن

محمد محسن

محمد محسن

محمد محسن







## القسم (1)

### الخلايا الفولتية

الكيمياء الكهربائية	هى دراسة عمليات الأكسدة و الاختزال و التى يتم من خلالها تحويل الطاقة الكيميائية إلى طاقة كهربائية و العكس
تطبيقات الكيمياء الكهربائية	الكيمياء الكهربائية تشمل نوعين من التطبيقات • تحويل الطاقة الكيميائية إلى كهربائية . • تحويل الطاقة الكهربائية إلى كيميائية .
أهمية العمليات الكهروكيميائية	تعتبر العمليات الكهروكيميائية مفيدة فى • مجال الصناعة . • الوظائف الأحيائية .

### الأكسدة و الاختزال فى الكيمياء الكهربائية

تذكر

جميع تفاعلات الأكسدة و الاختزال تتضمن عملية انتقال الكترونات من المواد التي تتأكسد إلى المواد التي تختزل

$$\text{Zn} + \text{Cu}^{2+} \rightarrow \text{Zn}^{2+} + \text{Cu}$$

التفاعل السابق يمثل تفاعل أكسدة و اختزال بسيط حيث تتأكسد ذرات الخارصين Zn لتكون أيونات  $\text{Zn}^{2+}$  حيث تفقد كل ذرة خارصين إلكترونين يتم استقبالهما من قبل أيون النحاس  $\text{Cu}^{2+}$  و الذى يُختزل و يصبح ذرة فلز النحاس Cu

يتكون التفاعل السابق من نصفى تفاعل أكسدة و اختزال التاليين :

نصف تفاعل أكسدة	$\text{Zn} \rightarrow \text{Zn}^{2+} + 2e^{-}$	يحدث فقد للإلكترونات
نصف تفاعل اختزال	$\text{Cu}^{2+} + 2e^{-} \rightarrow \text{Cu}$	يحدث اكتساب للإلكترونات

فى الشكل a :

مثال  
توضيحي

فى الشكل b :

يمكن التغلب على المشكلة السابقة من خلال ربط لوحى الخارصين و النحاس بسلك نحاسي

حيث يعمل السلك كمسار لانتقال الالكترونات من لوح الخارصين إلى لوح النحاس .

لكن توجد هنا مشكلة أخرى فعند بدأ عملية الأكسدة للوح الخارصين و الاختزال لأيونات النحاس و لكن هذه التفاعلات (لن تستمر) .

فى الشكل c :

(لم يستمر) التفاعل بسبب ما يسمى بـ (تراكم الشحنات) لأنه :

● عند تأكسد الخارصين تتراكم أيونات  $\text{Zn}^{2+}$  حول قطب للخارصين

● وعند اختزال أيونات النحاس فى محلول كبريتات النحاس فسوف تتراكم أيونات الكبريتات السالبة  $\text{SO}_4^{2-}$  حول قطب النحاس .

و لحل هذه المشكلة سوف يتم إضافة ما يسمى بـ [ القطرة الملحية ] التى سوف تمنع تراكم الشحنات .

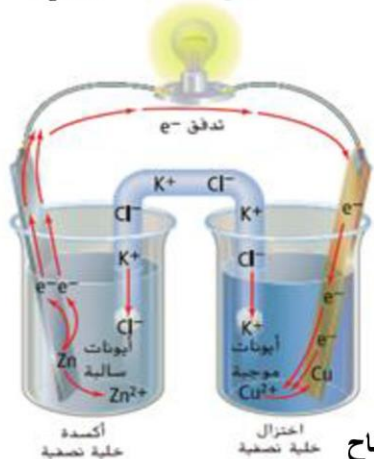
لا تنسوننا من صالح الدعاء



<b>القنطرة الملحية</b>	هي مسار للحفاظ على تعادل المحلول حيث يسمح بمرور الأيونات من جهة إلى أخرى .
<b>تكوينها</b>	تتكون من أنبوب على شكل حرف U يحتوى على محلول ملح قابل للذوبان و موصل للتيار الكهربائي مثل KCl و الذي يحفظ مكانه عن طريق هلام آجار أو أى مادة أخرى يمكن للأيونات الانتقال خلالها
<b>أهميتها</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>المحافظة على تعادل المحلول .</li> <li>منع تجمع الشحنات على القطبين .</li> <li>منع الاختلاط بين المحلولين .</li> <li>إغلاق الدائرة الكهربائية في الخلية الكهروكيميائية</li> </ul>

### التيار الكهربائي و حركة الشحنات

**السلك المعدني** : هي مسار انتقال الإلكترونات من لوح الخارصين إلى لوح النحاس أى [ من نصف الأكسدة إلى نصف الاختزال ] .  
**القنطرة الملحية** : هي مسار انتقال الأيونات ، حيث :



- تنتقل الأيونات السالبة من جهة النحاس إلى جهة الخارصين أى [ من نصف الاختزال إلى نصف الأكسدة ]
- تنتقل الأيونات الموجبة من جهة الخارصين إلى جهة النحاس أى [ من نصف الأكسدة إلى نصف الاختزال ]

**التيار الكهربائي** : هو عبارة عن تدفق للجسيمات المشحونة

عندما يتم وضع السلك المعدني الموصل و القنطرة الملحية في مكانهما ، تبدأ عملية الأكسدة و الاختزال في الحدوث تلقائياً ، حيث تنتقل الإلكترونات عبر السلك بينما تتحرك الأيونات السالبة و الموجبة عبر القنطرة الملحية يمثل هذا التدفق تياراً كهربائياً حيث يمكن استخدام طاقة الإلكترونات المتدفقة لإضاءة مصباح

### الخلايا الكهروكيميائية

<b>تعريفها</b>	هي جهاز يستخدم تفاعلات الأكسدة و الاختزال لإنتاج الطاقة الكهربائية أو يستخدم الطاقة الكهربائية لإحداث تفاعل كيميائي .
<b>أنواعها</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>الخلايا الجلفانية أو الفولتية ( تحول الطاقة الكيميائية إلى كهربائية )</li> <li>الخلايا الإلكتروليتية أو التحليلية ( تحول الطاقة الكهربائية إلى كيميائية )</li> </ul>

### كيمياء الخلايا الفولتية

<b>تعريفها</b>	هي نوع من الخلايا الكهروكيميائية التي تحول الطاقة الكيميائية إلى كهربائية بواسطة تفاعل الأكسدة و الاختزال التلقائي .								
<b>نصف الخلية</b>	<p>الخلايا الفولتية عبارة عن نظام يتكون من نصفى خلية ، حيث يحدث كل من تفاعلات الأكسدة و الاختزال على حدة .</p> <p>يتكون كل نصف من كأس به قطب مغمور فى الكتروليت يحتوى على أيوناته .</p> <p>مثل : • لوح خارصين Zn مغمور فى محلول كبريتات الخارصين <math>ZnSO_4</math></p> <p>• لوح نحاس Cu مغمور فى محلول كبريتات النحاس <math>CuSO_4</math></p>								
<b>مكوناتها</b>	<p>يكون عبارة عن مادة موصلة للكهرباء عادة ما تكون شريطاً فلزياً أو ساق من الجرافيت .</p> <p>دوره توصيل الإلكترونات داخل و خارج المحلول فى الخلية النصفية .</p> <p>مثل : لوح النحاس أو لوح الخارصين</p> <table border="1"> <thead> <tr> <th>الأنود</th><th>الكاثود</th></tr> </thead> <tbody> <tr> <td>القطب الذي تحدث عنده عملية الأكسدة</td><td>القطب الذي تحدث عنده عملية الاختزال</td></tr> <tr> <td>تقل كتلته</td><td>تزداد كتلته</td></tr> <tr> <td>بسبب تحول ذراته إلى أيونات تذوب فى المحلول</td><td>بسبب تحول أيونات المحلول إلى ذرات تترسب عليه</td></tr> </tbody> </table>	الأنود	الكاثود	القطب الذي تحدث عنده عملية الأكسدة	القطب الذي تحدث عنده عملية الاختزال	تقل كتلته	تزداد كتلته	بسبب تحول ذراته إلى أيونات تذوب فى المحلول	بسبب تحول أيونات المحلول إلى ذرات تترسب عليه
الأنود	الكاثود								
القطب الذي تحدث عنده عملية الأكسدة	القطب الذي تحدث عنده عملية الاختزال								
تقل كتلته	تزداد كتلته								
بسبب تحول ذراته إلى أيونات تذوب فى المحلول	بسبب تحول أيونات المحلول إلى ذرات تترسب عليه								
<b>موصّل خارجي</b>	يكون عبارة عن سلك معدني يعمل على نقل الإلكترونات ( من نصف الأكسدة إلى نصف الاختزال )								
<b>قنطرة ملحية</b>	تعمل على منع تجمع الشحنات على القطبين • مع الاختلاط بين المحلولين • إكمال الدائرة الكهربائية								



## الخلايا الفولتية و الطاقة

<b>الطاقة الكهربائية الكامنة</b>	<p>الطاقة الكهربائية الكامنة تعتبر مقياساً لمقدار التيار الذي يمكن توليده من الخلية الفولتية للقيام بالشغل .</p> <p>الطاقة الكامنة للقطب ترجع إلى وضعه أو تكوينه .</p>
<b>انتقال الالكترونات</b>	<p>يمكن للشحنة الكهربائية الانتقال بين نقطتين فقط عندما يوجد اختلاف في الطاقة الكهربائية الكامنة بينهما.</p> <p>في الخلية الكهروكيميائية ، هاتان النقطتان هما [ القطبان ]</p> <p>يتم تحديد طاقة الإلكترونات المتدفقة من الأنود إلى الكاثود في الخلية الفولتية من خلال فرق الطاقة الكهربائية الكامنة بين القطبين .</p>
<b>جهد الخلية</b>	<p><b>تعريفه</b> هو القوة الدافعة الكهربائية (EMF) تتولد هذه القوة نتيجة للفرق في الطاقة الكهربائية بين القطبين</p> <p><b>أهميته</b> يمثل القوة التي تعمل على دفع و تحريك الإلكترونات المتولدة عند الأنود (حيث تحدث عملية الأكسدة) نحو الكاثود ( حيث تحدث عملية الاختزال ) .</p> <p><b>وحدة قياسه</b> يُقاس جهد الخلية بـ [ الفولت ] و يرمز له بالرمز [ V ] .</p> <p><b>تحديد قيمته</b> يتم تحديد جهد الخلية بمقارنة الفرق بين ميل كلا القطبين لاكتساب الإلكترونات ( جهد الاختزال ) كلما زاد فرق الميل بين القطبين ← زاد فرق الطاقة الكامنة بين القطبين ← و زاد جهد الخلية .</p>
<b>فرق الجهد</b>	<p><b>فرق الجهد الكهربائي</b> : هو مؤشر للطاقة المتوفرة لتحريك الإلكترونات من الأنود إلى الكاثود .</p>
<b>مثال 1</b>	<p>يعتبر قطار الملاهي ثابتاً على قمة مساره ثم يهوي من مكانه المرتفع نتيجة للفرق في طاقة الوضع الجذبية ( PE ) بين قمة المسار وأسفله يتم تحديد الطاقة الحركية ( KE ) لقطار الملاهي بحساب الفرق في الارتفاع بين قمة الأجزاء العلوية والسفلية للمسار .</p> 
<b>مثال 2</b>	<p>تتسبب قوة الجاذبية دائماً في اتجاه الغوص إلى الأسفل حيث حالة الطاقة المنخفضة و ليس صعوداً لأعلى نحو حالة الطاقة المرتفعة . و عندما يقفز الغوص من فوق لوح الغوص ، فإن حركته لأسفل تكون تلقائية ، لأنها تأتي من طاقة أعلى إلى طاقة أقل .</p> <p>بالمثل خلية الخارصين و النحاس و في ظل الظروف القياسية ، تكسب أيونات النحاس عند الكاثود إلكترونات بسهولة أكبر مقارنة بأيونات الخارصين عند الأنود لذلك ، يحدث تفاعل الأكسدة و الاختزال تلقائياً فقط عند تدفق الإلكترونات من الخارصين إلى النحاس .</p>

**علل :** تستطيع الخلايا الكهروكيميائية إنتاج تياراً كهربائياً ؟ بسبب وجود فرق بين جهدي القطبين يعمل على نقل الالكترونات

### ملاحظات

- ليس شرطاً أن يكون المحلولين في نصفى الخلية لهما ( نفس الشق الأيوني السالب ) فمن الممكن أن يكون أحد المحلولين مثلاً كبريتات و الآخر نترات .
- تحدث عملية الأكسدة لذرت القطب ( ذاته ) الذي يمثل الأنود ، بينما تحدث عملية الاختزال للأيونات الموجودة في محلول نصف خلية الكاثود و ليس لقطب الكاثود ( ذاته ) .
- لاحظ :** حركة ( الشحنات السالبة ) الإلكترونات ( عكس ) حركة ( الأيونات السالبة ) الأنيونات .
- تتجه الشحنات السالبة ( الإلكترونات ) من الأنود ← إلى الكاثود .
  - تتجه الأيونات السالبة ( الأنيونات ) من الكاثود ← إلى الأنود .
  - تتجه الأيونات الموجبة ( الكاتيونات ) من الأنود ← إلى الكاثود .
- يتوقف التفاعل في الخلايا الجلفانية بحدوث أمرين :
- 1 - تآكل ( ذوبان ) قطب الأنود كاملاً في المحلول المغمور فيه ( بالتالي تتوقف عملية الأكسدة ) .
  - 2 - ترسيب كل الأيونات الموجبة الموجودة في محلول نصف خلية الكاثود ( بالتالي تتوقف عملية الاختزال ) .

## لا تنسونا من صالح الدعاء



## الخلية الكاملة ( ترميز الخلية )

تمثيله	<p>♦ يمكن أن تُمثل الخلية بالترميز التالي :</p> <div style="border: 1px solid black; padding: 5px; text-align: center;"> <p>قطب الكاثود   محلول الكاثود    محلول الأنود   قطب الأنود</p> </div> <div style="border: 1px solid black; padding: 5px; text-align: center;"> <p>( نصف الاختزال )    الناتج   المتفاعل    الناتج   المتفاعل    ( نصف الأكسدة )</p> </div>
ملاحظات	<p>يُسمى هذا الترميز بـ ( الرمز الاصطلاحي للخلية ) .</p> <p>الرمز (    ) يُمثل السلك المعدني و القنطرة الملحية .</p>
مثال	<p>□ في الخلية فولتية المكونة من النحاس و الزنك :</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• نصف الأكسدة : <math>Zn \rightarrow Zn^{2+} + 2e^-</math> ( الأنود )</li> <li>• نصف الاختزال : <math>Cu^{2+} + 2e^- \rightarrow Cu</math> ( الكاثود )</li> <li>• الخلية الكاملة : <math>Zn + Cu^{2+} \rightarrow Zn^{2+} + Cu</math></li> <li>• ترميز الخلية : <math>Zn   Zn^{2+}    Cu^{2+}   Cu</math></li> </ul>

### تدريبات 1

① اكتب ترميز الخلية التي يحدث فيها التفاعل التالي :

- 1-  $Zn + 2Ag^+ \rightarrow Zn^{2+} + 2Ag$
- 2-  $2Al + 3Fe^{2+} \rightarrow 2Al^{3+} + 3Fe$
- 3-  $Mg + Cu^{2+} \rightarrow Mg^{2+} + Cu$

② حدد الأنود و الكاثود و اكتب التفاعلين النصفيين و التفاعل النهائي من خلال الترميز المعطى للخلايا التالية ؟

- 1 -  $Ba | Ba^{2+} || Sn^{2+} | Sn$
- 2 -  $Mg | Mg^{2+} || Ag^+ | Ag$
- 3 -  $Cr | Cr^{3+} || Fe^{2+} | Fe$

③ ما البديل غير المنسجم علمياً مع التبرير :

- $Mg | Mg^{2+} || Ag^+ | Ag$
- $Al | Al^{3+} || Fe^{2+} | Fe$
- $Zn | Zn^{2+} || Cu^{2+} | Cu$
- $Cu^{2+} | Cu || Ag^+ | Ag$

3- $Mg   Mg^{2+}    Cu^{2+}   Cu$	2- $Al   Al^{3+}    Fe^{2+}   Fe$	1- $Zn   Zn^{2+}    Ag^+   Ag$	الإجابة 1
<p>الأنود : <math>Cr</math> الكاثود : <math>Fe</math> تفاعل الأكسدة : <math>Cr \rightarrow Cr^{3+} + 3e^-</math> تفاعل الاختزال : <math>Fe^{2+} + 2e^- \rightarrow Fe</math> تفاعل نهائي : <math>2Cr + 3Fe^{2+} \rightarrow 2Cr^{3+} + 3Fe</math></p>	<p>الأنود : <math>Mg</math> الكاثود : <math>Ag</math> تفاعل الأكسدة : <math>Mg \rightarrow Mg^{2+} + 2e^-</math> تفاعل الاختزال : <math>2Ag^+ + 2e^- \rightarrow 2Ag</math> تفاعل نهائي : <math>Mg + 2Ag^+ \rightarrow Mg^{2+} + 2Ag</math></p>	<p>الأنود : <math>Ba</math> الكاثود : <math>Sn</math> تفاعل الأكسدة : <math>Ba \rightarrow Ba^{2+} + 2e^-</math> تفاعل الاختزال : <math>Sn^{2+} + 2e^- \rightarrow Sn</math> تفاعل نهائي : <math>Ba + Sn^{2+} \rightarrow Ba^{2+} + Sn</math></p>	الإجابة 2
البديل : $Cu^{2+}   Cu    Ag^+   Ag$ التبرير : لا تمثل ترميز خلية فولتية مثل الباقي			

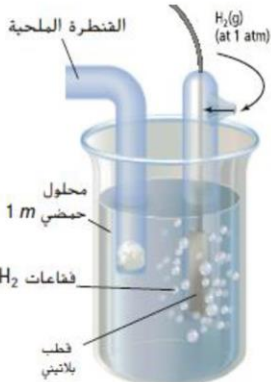


## حساب جهود الخلايا الكهروكيميائية

جهد الاختزال	هو مدى المادة لاكتساب الإلكترونات . هو مدى ميل التفاعل النصفى للحدوث كتفاعل نصفى ( للاختزال ) في خلية كهروكيميائية .
علل	<b>علل</b> : لا يمكن تحديد جهد اختزال القطب بصورة مباشرة ؟ <b>الإجابة</b> : وذلك لأن نصف تفاعل الاختزال لابد أن يقترن بنصف تفاعل الأكسدة ، حيث أن انتقال الإلكترونات لا يحدث إلا إذا تم توصيل أنود وكاثود معاً ليكوّنا معاً دائرة كامل .
لاحظ	عند اقتران التفاعلين النصفيين مع بعضهما البعض ، يتوافق الجهد المتولد مع الفرق في الجهد بين التفاعلين ، و يتم التعبير عن فرق الجهد الكهربائي بين النقطتين بالفولت ( V )

## قطب الهيدروجين القياسي

مقدمة	□ يتم قياس جهد الاختزال لكل الأقطاب مقابل قطب واحد تم اختياره هو : ( قطب الهيدروجين القياسي )
تركيبه	□ لوح صغير من البلاتين المغمور في محلول حمض الهيدروكلوريك ( HCl ) الذي يحتوي على أيونات الهيدروجين بتركيز 1 M □ يتم ضخ غاز الهيدروجين H <sub>2</sub> في المحلول عند ضغط 1atm و درجة الحرارة 25°C
تعريفه	هو جهد الاختزال لقطب الهيدروجين القياسي .
رمزه	برمز له بالرمز [ E <sup>0</sup> ]
قيمته	تكون قيمة [ E <sup>0</sup> = 0.000 V ]
جهد الاختزال القياسي E <sup>0</sup>	□ يعمل هذا القطب بوصفه نصف تفاعل أكسدة أو نصف تفاعل اختزال ، وذلك اعتماداً على نصف الخلية الآخر المتصل به . □ و التفاعلات المحتملة في قطب الهيدروجين القياسي هما : ⊙ اختزال : $2H^+_{(aq)} + 2e^- \rightarrow H_{2(g)}$ E <sup>0</sup> = 0.000 V ⊙ أكسدة : $H_{2(g)} \rightarrow 2H^+_{(aq)} + 2e^-$ E <sup>0</sup> = 0.000 V



## جهود أنصاف الخلايا

قياسها	يتم قياس تلك الجهود عن طريق قياس الجهد عند توصيل كل نصف خلية بنصف خلية الهيدروجين القياسية .
جدول جهود الاختزال القياسية	لقد قاس الكيميائيون و سجلوا على مر السنين جهود الاختزال القياسية لأنصاف خلايا كثيرة و مختلفة تم وضعها في جدول ( جهود الاختزال القياسية ) [ صفحة 568 ] . يحتوى الجدول على أنصاف الخلايا الشائعة مرتبة تصاعدياً تبعاً لجهود اختزالها . و قد تم تسجيل جميع التفاعلات النصفية في الجدول كتفاعلات [ اختزال ] .
شروط القياس	يجب أن يكون القطب الكهربائي الذي يتم قياسه خاضعاً للظروف القياسية ، أي يجب أن يكون مغموساً في محلول يحتوي على 1 M من الأيونات عند درجة حرارة 25C و ضغط 1atm . يعتبر الصفر المكتوب فوق الحرف في الترميز E <sup>0</sup> وسيلة مختصرة للإشارة إلى القياس تحت الظروف القياسية
جهد الأكسدة	قيمة جهد الأكسدة ( تساوى ) قيمة جهد الاختزال لكن بإشارة مخالفة . ← مثال : جهد أكسدة الخارصين = + 0.76 V ، فيكون جهد اختزاله = - 0.76 V

لا تنسونا من صالح الدعاء



## قياس جهد الاختزال القياسي لأنصاف الخلايا

### ملاحظة مهمة

- بعض جهود الاختزال موجب وبعضها سالب ، حيث :
- ← تكون ( $E^0$  الموجبة ) لأنواع المواد التي تختزل بسهولة أكثر من أيونات  $H^+$  .
  - ← بينما ( $E^0$  السالبة ) لأنواع المواد الأقل اختزالاً من أيونات  $H^+$  .

### قياس جهد الاختزال القياسي لنصف خلية النحاس ( $E_{Cu}^0$ )

- عند توصيل قطب النحاس بقطب الهيدروجين القياسي فإن الإلكترونات تتدفق من القطب الهيدروجيني ( حيث تحدث عملية أكسدة ) إلى قطب النحاس ( حيث تحدث عملية الاختزال ) .
- قيمة  $E^0$  التي يتم قياسها بالفولتميتر تساوي  $+0.342 V$
- يشير [ الجهد الموجب ] إلى أن أيونات  $Cu^{2+}$  عند قطب النحاس تكسب الإلكترونات بسهولة أكبر من أيونات  $H^+$  عند قطب الهيدروجين القياسي .
- لذلك عملية الأكسدة تحدث عند قطب الهيدروجين و يصبح [ أنوداً ] و عملية الاختزال تحدث عند قطب النحاس و يصبح [ كاثوداً ]  
تتمثل التفاعلات النصفية لعمليتي الأكسدة و الاختزال و التفاعل الكلي في :

$H_2(g) \rightarrow 2H^+_{(aq)} + 2e^-$	تفاعل الأكسدة النصفى
$Cu^{2+}_{(aq)} + 2e^- \rightarrow Cu(s)$	تفاعل الاختزال النصفى
$H_2(g) + Cu^{2+}_{(aq)} \rightarrow 2H^+_{(aq)} + Cu(s)$	تفاعل الأكسدة و الاختزال الكلى
$H_2   H^+    Cu^{2+}   Cu$	ترميز الخلية

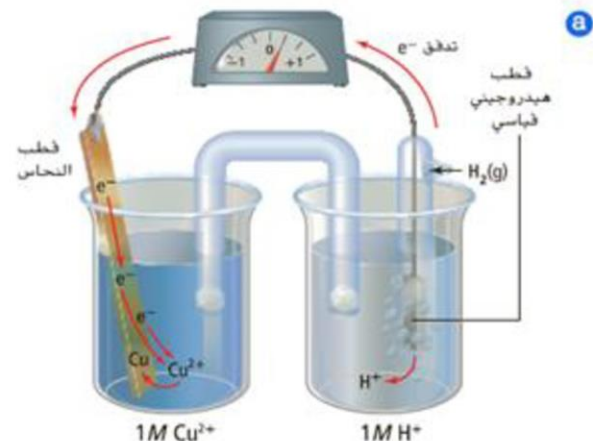
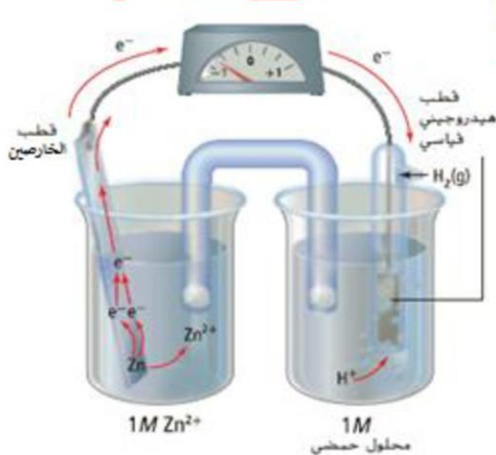
### قياس جهد الاختزال القياسي لنصف خلية الزنك ( $E_{Zn}^0$ )

- عند توصيل قطب الزنك بقطب الهيدروجين القياسي فإن الإلكترونات تتدفق من قطب الزنك ( حيث تحدث عملية أكسدة ) إلى قطب الهيدروجين القياسي ( حيث تحدث عملية الاختزال ) .
- قيمة  $E^0$  التي يتم قياسها بالفولتميتر تساوي  $-0.762 V$
- يشير [ الجهد السالب ] إلى أن أيونات  $H^+$  عند قطب الهيدروجين القياسي تكتسب الإلكترونات بسهولة أكبر من أيونات  $Zn^{2+}$  عند قطب الزنك .
- لذلك عملية الأكسدة تحدث عند قطب الزنك و يصبح [ أنوداً ] و عملية الاختزال تحدث عند قطب الهيدروجين و يصبح [ كاثوداً ]  
تتمثل التفاعلات النصفية لعمليتي الأكسدة و الاختزال و التفاعل الكلي في :

$Zn(s) \rightarrow Zn^{2+}_{(aq)} + 2e^-$	تفاعل الأكسدة النصفى
$2H^+_{(aq)} + 2e^- \rightarrow H_2(g)$	تفاعل الاختزال النصفى
$Zn(s) + 2H^+_{(aq)} \rightarrow Zn^{2+}_{(aq)} + H_2(g)$	تفاعل الأكسدة و الاختزال الكلى
$Zn(s)   Zn^{2+}    H_2   H^+$	ترميز الخلية

#### قياس جهد الاختزال القياسي لنصف خلية الزنك

#### قياس جهد الاختزال القياسي لنصف خلية النحاس





**تذكر :** بعض جهود الاختزال موجب وبعضها سالب ، حيث :

← تكون ( $E^0$  الموجبة ) لأنواع المواد التي تختزل بسهولة أكثر من أيونات  $H^+$  .

← بينما ( $E^0$  السالبة ) لأنواع المواد الأقل اختزالاً من أيونات  $H^+$  .

### تحديد الأنود والكاثود

- ♦ يكون الأنود هو القطب الذي له جهد الاختزال الأقل قيمة .
- ♦ يكون الكاثود هو القطب الذي له جهد الاختزال الأكبر قيمة .

### توضيح

- ♦ إذا كانت قيمتا  $E^0$  لنصفى الخلية أحدهما موجب والآخر سالب ← فيكون ( الرقم السالب ← أنود ) و ( الرقم الموجب ← كاثود )
- مثال : حدد الأنود والكاثود في خلية مكونة من النصفين التاليين :  
(  $E^0 = - 2.93 V$  ) &  $K / K^+ ( E^0 = +0.34 V )$   $Cu / Cu^{2+}$   
الإجابة : ( الرقم السالب أنود : K ) و ( الرقم الموجب كاثود : Cu )

- ♦ إذا كان قيمتا  $E^0$  لنصفى الخلية كلاهما موجب ←

فيكون ( الرقم الصغير ← أنود ) و ( الرقم الكبير ← كاثود )

- مثال : حدد الأنود والكاثود في خلية مكونة من النصفين التاليين :  
(  $E^0 = +0.14 V$  )  $S / H_2S$  & (  $E^0 = +2.87 V$  )  $F_2 / F^-$   
الإجابة : ( الرقم الأصغر أنود : S ) و ( الرقم الأكبر كاثود :  $F_2$  )

- ♦ إذا كان قيمتا  $E^0$  لنصفى الخلية كلاهما سالب ←

تذكر : في الأرقام السالبة كلما زاد الرقم كلما قلت القيمة .

( الرقم الكبير بعد السالب ← أنود ) و ( الرقم الصغير بعد السالب ← كاثود )

- مثال : حدد الأنود والكاثود في خلية مكونة من النصفين التاليين :  
(  $E^0 = - 0.26 V$  )  $Ni^{2+} / Ni$  & (  $E^0 = - 2.71 V$  )  $Na^+ / Na$   
الإجابة : الجهد الأقل قيمة ( الرقم الأكبر بعد السالب ) : أنود : Na  
الجهد الأكبر قيمة ( الرقم الأصغر بعد السالب ) : كاثود : Ni

### الشرح :

- القطب الذي له جهد إختزال أقل قيمة يكون له قدرة أكبر على منح إلكترونات وبالتالي يفضل تفاعلات الأكسدة على الاختزال ولهذا يكون هو ( الأنود ) أى يحدث عنده أكسدة ويكون عاملاً مختزلاً .
- القطب الذي له جهد إختزال أعلى قيمة يكون له قدرة أكبر على اكتساب إلكترونات وبالتالي يفضل تفاعلات الإختزال على الأكسدة ولهذا يكون هو ( الكاثود ) أى يحدث عنده اختزال ويكون عاملاً مؤكسداً .

**لا تنسونا من صالح الدعاء**



## جهد الاختزال و قوة العوامل المختزلة و العوامل المؤكسدة

قيمة جهد الاختزال  $E^0$  تتناسب ( طردياً ) مع ( قوة العامل المؤكسد ) ، و ( عكسياً ) مع ( قوة العامل المختزل )

- كلما ( قلت ) قيمة جهد الاختزال  $E^0$ 
  - كلما ( زادت ) قوة العامل المختزل
  - كلما ( قلت ) قوة العامل المؤكسد
- كلما ( زادت ) قيمة جهد الاختزال  $E^0$ 
  - كلما ( قلت ) قوة العامل المختزل
  - كلما ( زادت ) قوة العامل المؤكسد

الشرح :

- كلما ( قلت ) قيمة جهد الاختزال  $E^0$  تصبح المادة ( أقل ميلاً للاختزال و أكثر ميلاً للأكسدة ) و بالتالي تُصبح عاملاً مختزلاً و بالتالي تزداد قوة هذا العامل المختزل كلما قلت قيمة جهد الاختزال .
- كلما ( زادت ) قيمة جهد الاختزال  $E^0$  تصبح المادة ( أكثر ميلاً للاختزال و أقل ميلاً للأكسدة ) و بالتالي تُصبح عاملاً مؤكسداً و بالتالي تزداد قوة هذا العامل المؤكسد كلما زادت قيمة جهد الاختزال .

← العوامل المؤكسدة القوية ( فوق الهيدروجين ) مثل :  $F_2 - Cu^{2+}$

لها قيم  $E^0$  ( موجبة ) أى أنها تفضل تفاعلات الاختزال على الأكسدة .

← العوامل المختزلة القوية ( تحت الهيدروجين ) مثل :  $Li - Zn$

لها قيم  $E^0$  ( سالبة ) أى أنها تفضل تفاعلات الأكسدة على الاختزال .

أمثلة

لاحظ : حسب جهود الاختزال :

□ ( Li ) هو الأقل في جهد اختزال لذلك فهو عامل مختزل قوى .

□ (  $F_2$  ) هو الأكبر في جهد اختزال لذلك فهو عامل مؤكسد قوى .

تدريب

♦ رتب الأيونات التالية ( تنازلياً ) حسب قوتها كعامل مؤكسد ، و حسب قوتها كعوامل مختزلة :

الأيون	$Ag^+$	$Mg^{2+}$	$Cu^{2+}$	$Pb^{2+}$
جهد الاختزال (V)	+ 0.80	-2.37	+ 0.34	- 0.13

الحل

تذكر : • كلما قلت قيمة جهد الاختزال ، كلما زادت قوة العامل المختزل .

← الترتيب حسب القوة كعامل مختزل : ( الأقوى )  $Mg^{2+}$  ثم  $Pb^{2+}$  ثم  $Cu^{2+}$  ثم  $Ag^+$  ( الأضعف )

تذكر : • كلما زادت قيمة جهد الاختزال ، كلما زادت قوة العامل المؤكسد .

← الترتيب حسب قوتها كعوامل مؤكسدة : ( الأقوى )  $Ag^+$  ثم  $Cu^{2+}$  ثم  $Pb^{2+}$  ثم  $Mg^{2+}$  ( الأضعف )

## جهد الاختزال و نشاط الفلزات

الفلز الذى له جهد اختزال ( أقل ) يكون ( أنشط ) من الفلز الذى له جهد اختزال ( أكبر ) فيختزله ويحل محله فى مركباته

الشرح : • جهد الاختزال للفلز يُحدد مدى ( ميل ) الفلز لأن يحدث له اختزال .

• و بالتالى كلما كان جهد الاختزال للفلز ( أقل ) كلما كان الفلز أقل ميلاً للاختزال و أكثر ميلاً للأكسدة ، و العكس .

• أى أن الفلز الذى له جهد اختزال أقل يصبح عاملاً مختزلاً ، و الفلز الذى له جهد اختزال أكبر يصبح عاملاً مؤكسداً .

• و بالتالى فإن الفلز الأقل فى جهد الاختزال يكون ( أنشط ) من الفلز الأعلى فى جهد الاختزال ، و يحل محله فى مركباته .

أمثلة للتوضيح

يمكن تخزين محلول  $Sn(NO_3)_2$  في وعاء من الألمنيوم علماً بأن جهد اختزال :  $Sn^{2+} = - 0.14 V$  &  $Al^{3+} = - 1.66 V$

← لأن جهد اختزال  $Al^{3+}$  ( أقل ) وبالتالي فهو ( أنشط ) من Sn و يستطيع أن يحل محله فى مركباته و بالتالى يتأكسد الألمنيوم

و يتآكل الوعاء و فى نفس الوقت تُختزل أيونات القصدير فى المحلول فيترسب القصدير .

يمكن استخدام لوح من الخارصين لتحريك محلول  $Al(NO_3)_3$  علماً بأن جهد اختزال :  $Al^{3+} = - 1.66 V$  &  $Zn^{2+} = - 0.76 V$

← لأن جهد اختزال  $Zn^{2+}$  ( أكبر ) وبالتالي فهو ( أقل نشاطاً ) من Al و لا يستطيع أن يحل محله فى مركباته ولذلك لا يحدث تفاعل



## قياس جهد الخلية

جهد الخلية القياسي	يساوى الجهد القياسي لنصف خلية الاختزال مطروحاً منه الجهد القياسي لنصف خلية التأكسد
معادلة جهد الخلية	$\text{جهد اختزال الأنود} - \text{جهد اختزال الكاثود} = \text{جهد الخلية}$ $E^0_{\text{أنود}} - E^0_{\text{كاثود}} = E^0_{\text{خلية}}$

### مثال محلولة

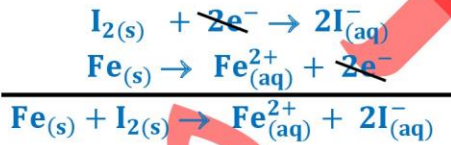
تمثل تفاعلات الاختزال النصفية التالية الخلايا النصفية للخلية الفولتية :

$I_{2(s)} + 2e^- \rightarrow 2I^-_{(aq)}$	$E^0_{I_2/I^-} = +0.536 V$
$Fe^{2+}_{(aq)} + 2e^- \rightarrow Fe_{(s)}$	$E^0_{Fe^{2+}/Fe} = -0.447 V$

أجب مايلي : ☐ حدد التفاعل الكلي للخلية ☐ احسب الجهد القياسي للخلية ☐ اكتب ترميز الخلية

### الحل

- ☐ جهد اختزال اليود هو الأعلى لذلك فسوف يكون هو الكاثود و الحديد سوف يكون هو الأنود .
- ☐ لاحظ : أن كل تفاعلات أنصاف الخلايا تكون في صورة تفاعلات اختزال ، للحصول على معادلة التفاعل الكلي للخلية .
- نترك معادلة نصف خلية اليود كما هي لأنها معادلة اختزال بالفعل ، و لكن يجب ان نعكس معادلة نصف خلية الحديد لتصبح معادلة أكسدة حيث أنه هو الأنود .



☐ لحساب جهد الخلية :  $E^0_{\text{خلية}} = +0.536 V - (-0.447 V) = +0.983 V$   $\Rightarrow E^0_{\text{خلية}} = E^0_{\text{أنود}} - E^0_{\text{كاثود}}$

☐ لكتابة ترميز الخلية :  $Fe | Fe^{2+} || I^- | I_2$  قطب الكاثود | محلول الكاثود || محلول الأنود | قطب الأنود

### تدريبات 2

تتكون الخلية الفولتية من قنطرة ملحية و قطب كهربائي من الفضة و قطب كهربائي من المغنيسيوم التفاعل الذي يحدث هو



$$E^0_{Ag} = +0.7996 V \quad \& \quad E^0_{Mg} = -2.372 V$$

1 - ارسم الخلية الفولتية، مُحدداً الأنود والكاثود و القنطرة الملحية

2 - اكتب التفاعل الذي يحدث عند كل من الأنود و الكاثود .

3 - احسب جهد الخلية القياسي .



## استعمال جهود الاختزال القياسية

استعمال جهود الاختزال القياسية	تستعمل فى	1 - حساب الجهد القياسى للخلية الجلفانية . 2 - تحديد مدى تلقائية حدوث تفاعل فى ظل الظروف القياسية . 3 - تحديد نوع الخلية الكهروكيميائية .									
كيفية تحديد التلقائية و نوع الخلية		<table><tr><th>نوع الخلية</th><th>نوع التفاعل</th><th>جهد الخلية ( <math>E^0</math> خلية )</th></tr><tr><td>فولتية</td><td>تلقائي</td><td>موجب</td></tr><tr><td>إلكتروليتيية</td><td>غير تلقائي</td><td>سالب</td></tr></table>	نوع الخلية	نوع التفاعل	جهد الخلية ( $E^0$ خلية )	فولتية	تلقائي	موجب	إلكتروليتيية	غير تلقائي	سالب
نوع الخلية	نوع التفاعل	جهد الخلية ( $E^0$ خلية )									
فولتية	تلقائي	موجب									
إلكتروليتيية	غير تلقائي	سالب									
ملاحظات		<p>تتدفق الإلكترونات فى الخلية الفولتية دائما من نصف الخلية ذات جهد الاختزال القياسى المنخفض تجاه نصف الخلية ذات جهد الاختزال القياسى المرتفع ، مما يسبب جهداً موجباً للخلية .</p> <p>فى حالة ( عكس ) تفاعل غير تلقائى له جهد خلية سالب ، فسوف يصبح الجهد موجباً و يصبح التفاعل تلقائياً .</p> <p>يمكن حفظ أى ملح فى أى وعاء مادام التفاعل غير تلقائى .</p>									

### مثال محلول

حدد إذا كان التفاعل تلقائياً أم لا ، و كذلك نوع الخلية ؟

م	نوع التفاعل	جهد الاختزال ( $E^0$ ) بالفولت
1	$Mg + Sn^{2+} \rightarrow Mg^{2+} + Sn$	$Mg^{+2} = - 2.37$ & $Sn^{+2} = - 0.14$
2	$Zn + Li^+ \rightarrow Li + Zn^{2+}$	$Li^+ = - 3.04$ & $Zn^{2+} = - 0.76$

### الحل

أولاً : يجب تحديد الأنود و الكاثود ♦ **من المعادلة** :  $Mg$  يتأكسد ( يحدث زيادة فى عدد الأكسدة ) وبالتالي فهو الأنود  $Sn$  يُختزل ( يحدث نقص فى عدد الأكسدة ) و بالتالى فهو الكاثود

ثانياً : التعويض فى العلاقة :  $E^0_{\text{خلية}} = E^0_{\text{كاثود}} - E^0_{\text{أنود}}$

$$E^0_{\text{خلية}} = E^0_{\text{كاثود}} - E^0_{\text{أنود}}$$

$$E^0_{\text{خلية}} = (- 0.14) - (- 2.37) = + 2.23 \text{ V}$$

ثالثاً : الاستنتاج : بما أن ( جهد الخلية موجب ) إذاً يكون ( التفاعل تلقائي ) و تكون الخلية جلفانية ( فولتية )

أولاً : يجب تحديد الأنود و الكاثود ♦ **من المعادلة** :  $Zn$  يتأكسد ( يحدث زيادة فى عودد الأكسدة ) وبالتالي فهو الأنود  $Li$  يُختزل ( يحدث نقص فى عدد الأكسدة ) و بالتالى فهو الكاثود

ثانياً : التعويض فى العلاقة :  $E^0_{\text{خلية}} = E^0_{\text{كاثود}} - E^0_{\text{أنود}}$

$$E^0_{\text{خلية}} = E^0_{\text{كاثود}} - E^0_{\text{أنود}}$$

$$E^0_{\text{خلية}} = (- 3.04) - (- 0.76) = - 2.28 \text{ V}$$

ثالثاً : الاستنتاج : بما أن ( جهد الخلية سالب ) إذاً يكون ( التفاعل غير تلقائي ) و تكون الخلية جلفانية ( إلكترولية )

**لا تنسونا من صالح الدعاء**

**أ / محمد محسن محمد**



### تدريب محلول

معتمداً على البيانات في الجدول التالي أجب عن الفقرات (1 - 4) التي تليها :

أنصاف الخلايا	$\text{Fe}^{2+} / \text{Fe}$	$\text{Cr}^{3+} / \text{Cr}$	$\text{Ag}^+ / \text{Ag}$	$\text{Al}^{3+} / \text{Al}$
جهد الاختزال V	-0.41	-0.74	+0.80	-1.66

- 1- ما العنصران اللذان يمكن استخدامهما لتكوين خلية فولتية لها أعلى جهد كهربائي ؟
- 2- ما اتجاه حركة الإلكترونات في الخلية الفولتية الواردة في الفقرة 1 ؟
- 3- اكتب الرمز الاصطلاحي للخلية المكونة من قطبي كروم وهيدروجين ؟
- 4- اكتب التفاعلات النصفية عند القطبين للخلية الواردة في الفقرة 3 ؟

### الحل

① للحصول على أكبر جهد خلية بين قطبين نختار نصف الخلية الذي له أعلى جهد اختزال والنصف الآخر الذي له أقل جهد اختزال

• الخلية الفولتية التي لها أعلى جهد كهربائي : الخلية المكونة من  $\text{Ag}^+ / \text{Ag}$  و  $\text{Al}^{3+} / \text{Al}$

② نحدد الأنود والكاثود من قيم جهد الاختزال ( جهد الاختزال الأقل يكون أنود و الأكبر يكون كاثود )

• يكون Al هو الأنود و Ag هو الكاثود ، فيكون اتجاه الإلكترونات [ من Al ( أنود ) ← إلى Ag ( كاثود ) ]

③ نحدد الأنود والكاثود من قيم جهد الاختزال ( جهد الاختزال الأقل يكون أنود و الأكبر يكون كاثود )

تذكر : • جهد اختزال قطب الهيدروجين يساوي ( 0.0 V )

• صيغة ترميز الخلية : [ قطب الكاثود / محلول الكاثود // محلول الأنود / قطب الأنود ]

• يكون Cr هو الأنود و H هو الكاثود فيكون ترميز الخلية : [ Cr / Cr<sup>3+</sup> // H<sup>+</sup> / H<sub>2</sub> ]

④ • الأنود ( يحدث عند أكسدة )  $\text{Cr} \rightarrow \text{Cr}^{3+} + 3\text{e}^-$  • الكاثود ( يحدث عند اختزال )  $2\text{H}^+ + 2\text{e}^- \rightarrow \text{H}_2$

### تدريب محلول

حدد التفاعل الكهروكيميائي النهائي الذي يحدث تلقائياً وكذلك قيمة جهد الخلية التي تتكون من قطبي :

$\text{Fe}^{2+} / \text{Fe}^{3+}$  و  $\text{H}^+ / \text{H}_2$  علماً بأن  $E^0$  لقطب الحديد المذكور = +0.77 V

### الحل

♦ أولاً : تحديد الأنود و الكاثود :  $E^0$  لقطب الحديد ( +0.77 V ) أكبر منه لقطب الهيدروجين ( 0.00 V )

تذكر : • القطب الذي له جهد اختزال أكبر يكون الكاثود ، و القطب الذي له جهد اختزال أقل يكون الأنود .

• جهد اختزال قطب الهيدروجين يساوي ( 0.0 V )

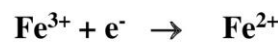
← و بالتالي فإن قطب الحديد هو الكاثود و قطب الهيدروجين هو الأنود

حيث أن :  $E^0$  لقطب الحديد ( + 0.77 V ) أكبر من  $E^0$  لقطب الهيدروجين ( 0.00 V )

♦ ثانياً : كتابة التفاعليين النصفيين و التفاعل النهائي :

تذكر : • الأنود يحدث عنده ← أكسدة • الكاثود يحدث عنده ← اختزال

لاحظ : • نضرب المعادلة في 2 من أجل وزن عدد  $\text{e}^-$  لحدفها في المعادلة النهائية .  
• جهود الإختزال  $E^0$  ( لا ) نضرب في المعاملات الموجودة في المعادلة .



تفاعل الأنود

تفاعل الكاثود

التفاعل النهائي

♦ ثالثاً : حساب جهد الخلية : بالتعويض في العلاقة ←  $E^0_{\text{خلية}} = E^0_{\text{كاثود}} - E^0_{\text{أنود}}$

$$E^0_{\text{خلية}} = ( + 0.77 ) - ( 0.00 ) = + 0.77$$

أ / محمد محسن محمد



### تذكر

- يمكن : • رسم الخلية و تحديد الأنود و الكاثود و اتجاه حركة الإلكترونات و اتجاه حركة الأيونات .  
• كتابة تفاعل الأكسدة و الاختزال و التفاعل النهائي .

♦ إذا كان معلوماً لدينا ( المعادلة النهائية )	عن طريق : تحديد تفاعل الأكسدة و الاختزال
♦ إذا كان معلوماً لدينا ( ترميز الخلية )	عن طريق : استخدام صيغة الترميز
♦ إذا كان معلوماً لدينا ( جهود الأقطاب )	عن طريق : مقارنة قيم جهود الاختزال

### تدريبات 3

- 1 - ارسم الخلية كاملة البيانات .
- 2 - حدد اتجاه حركة الإلكترونات و اتجاه حركة الأيونات السالبة .
- 3 - اكتب معادلة التفاعل عند الأنود و الكاثود و التفاعل النهائي للخلية .

### لكل مما يلي

- ① للتفاعل النهائي التالي :  $Mg + 2Ag^+ \rightarrow Mg^{+2} + 2Ag$  ، حقق المطلوب 1 - 2 - 3 ؟
- ② خلية فولتية ترميزها :  $Mg / Mg^{2+} // Ag^+ / Ag$  ، حقق المطلوب 1 - 2 - 3 ؟
- ③ خلية فولتية مكونة من : • قطب حديد Fe في محلول  $Fe(NO_3)_3$  ( جهد اختزاله  $-0.04 V$  ) • قطب الفضة Ag في محلول  $AgNO_3$  ( جهد إختزاله  $+0.80 V$  )  
← حقق المطلوب 1 - 2 - 3 ؟  
← احسب جهد الخلية ؟



#### تدريبات 4

فسر لماذا تنتقل الالكترونات من قطب إلى آخر في الخلية فولتية ؟

ما هي الظروف القياسية التي يتم بموجبها قياس جهود الاختزال القياسية ؟

يختلف جهد الخلية النصفية تبعاً لتركيز المواد المتفاعلة و الناتجة ؛ لهذا السبب ، يتم قياس الجهود القياسية عند تركيز 1 M يعتبر الحفاظ على الضغط عند مستوى 1atm أمراً هاماً في الخلايا النصفية التي تحتوي على غازات سواء كانت مواد متفاعلة أو نواتج ☐ فسر سبباً لأهمية ضغط الغاز في هذه الخلايا ؟

افترض أن لديك خلية فولتية يتكون نصفها من شريط من القصدير المغموس في محلول من أيونات القصدير II

A - كيف يمكنك تحديد إذا ما كان شريط القصدير هو الأنود أم الكاثود في هذه الخلية بمجرد الملاحظة البسيطة ؟

B - كيف يمكنك تحديد إذا ما كان شريط القصدير هو الأنود أم الكاثود في هذه الخلية عن طريق قياس الجهد ؟

افترض أن العلماء قد اختاروا نصف خلية  $Cu^{2+} | Cu$  بدلا من  $H^+ | H_2$  كخلية قياسية كم سيصبح جهد قطب الهيدروجين إذا كان قطب النحاس هو القطب القياسي ؟ كيف ستتغير العلاقات بين جهود الاختزال القياسية ؟

لكل زوج من هذه الأزواج للتفاعلات النصفية التالية التي تكون خلية فولتية : ( استعن بجداول جهود الاختزال )

☐ اكتب المعادلة الموزونة للتفاعل الكلي للخلية ؟ ☐ اكتب ترميز الخلية ؟ ☐ احسب جهد الخلية القياسي ؟

1	$Sn^{2+}_{(aq)} + 2e^- \rightarrow Sn_{(s)}$	$Pt^{2+}_{(aq)} + 2e^- \rightarrow Pt_{(s)}$
2	$Co^{2+}_{(aq)} + 2e^- \rightarrow Co_{(s)}$	$Cr^{3+}_{(aq)} + 3e^- \rightarrow Cr_{(s)}$
3	$Hg^{2+}_{(aq)} + 2e^- \rightarrow Hg_{(s)}$	$Cr^{2+}_{(aq)} + 2e^- \rightarrow Cr_{(s)}$
4	$NO_3^- + 2H^+ + 3e^- \rightarrow NO + H_2O$	$O_2 + 2H_2O + 4e^- \rightarrow 4OH^-$

لكل خلية مما يلي : ☐ اكتب ترميز الخلية ؟ ☐ احسب جهد الخلية القياسي ؟ ☐ حدد هل الخلية تلقائية أم غير تلقائية ؟

1	$Sn_{(s)} + Cu^{2+}_{(aq)} \rightarrow Sn^{2+}_{(aq)} + Cu_{(s)}$
2	$Mg_{(s)} + Pb^{2+}_{(aq)} \rightarrow Pb_{(s)} + Mg^{2+}_{(aq)}$
3	$2Mn^{2+}_{(aq)} + 10Hg^{2+}_{(aq)} + 8H_2O \rightarrow 4MnO_4^{-(aq)} + 16H^+_{(aq)} + 5Hg_{2(aq)}^{2+}$
4	$2SO_4^{2-}_{(aq)} + Co^{2+}_{(aq)} \rightarrow Co_{(s)} + S_2O_8^{2-}_{(aq)}$
5	$3Cu_{(s)} + 2Al^{3+}_{(aq)} \rightarrow Sn^{2+}_{(aq)} + 3Cu^{2+}_{(aq)}$

يتم تركيب خلية باستخدام القصدير والزنك اللذين لهما تفاعلات الاختزال النصفية التالية :



☐ ارسم الخلية ؟

☐ اكتب معادلة موزونة لتفاعل الخلية

☐ ما الذي يتأكسد وما الذي يختزل ؟ حدد العامل المؤكسد و العامل المختزل ؟

☐ ما التفاعل الذي يحدث عند الأنود ؟ و ما التفاعل الذي يحدث عند الكاثود ؟

☐ إذا كان هناك محلول كبريتات الصوديوم في القطرة الملحية ، ففي أي اتجاه ستتحرك أيونات الكبريتات ؟

☐ احسب جهد الخلية ؟

لا تنسونا من صالح الدعاء

أ / محمد محسن محمد



## القسم ( 2 )

### البطاريات

أنواع الخلايا الكهروكيميائية	يوجد نوعان من الخلايا الكهروكيميائية $\rightarrow$ خلايا سائلة . خلايا جافة .
الخلايا الجافة	هي خلية كهروكيميائية يكون فيها الالكترونوليت عبارة عن عجينة رطبة .

البطارية	هي خلية فولتية أو أكثر توجد في عبوة واحدة ينتج عنها تيار كهربائي .		
أنواع البطاريات	يوجد نوعان من البطاريات • بطاريات أولية . • بطاريات ثانوية .		
مقارنة بين :  البطاريات الأولية و البطاريات الثانوية	المقارنة	البطاريات الأولية	البطاريات الثانوية
	التعريف	هي البطاريات التي تنتج طاقة من تفاعلات الأكسدة و الاختزال التي لا يمكن عكسها بسهولة	هي البطاريات التي تعتمد على تفاعلات أكسدة و اختزال انعكاسية و يمكن إعادة شحنها
	خصائصها	يجب التخلص من البطارية حين تتوقف عن إنتاج الطاقة الكهربائية حتى تنتهي المواد المتفاعلة	لا يتم التخلص من البطارية حيث يمكن أن يُعاد شحن البطارية و يُطلق هذه البطاريات اسم [ بطاريات التخزين ]
	مثال	بطاريات الخارصين الكربون البطاريات القلوية - بطاريات الفضة	بطاريات النيكل - كادميوم بطاريات الحواسيب المحمولة

### البطاريات ( الثانوية ) القابلة لإعادة الشحن

الخلايا القابلة لإعادة الشحن تجمع بين كيمياء الأكسدة و الاختزال لكلتا الخليتين الفولتية و الإلكتروليتيية .

- تعمل كخلية فولتية و خلية إلكتروليتيية معاً  $\rightarrow$  عند التفريغ : تحول الطاقة الكيميائية إلى كهربائية ( فولتية )
  - عند إعادة الشحن : تحول الطاقة الكهربائية إلى كيميائية ( الكتروليتيية )
- عملية إعادة الشحن : هي العملية التي يُجبر فيها مصدر الطاقة الخارجي المُضاف إلى النظام الخلية على العمل في الاتجاه غير التلقائي فتتجدد المواد الأصلية للخلية.

علل : تؤدي عملية إعادة الشحن إلى عودة البطارية للعمل ؟	مصدر الطاقة المُضاف إلى النظام يُجبر الخلية على العمل في الاتجاه غير التلقائي فتتجدد المواد الأصلية للخلية قادرة من جديد على العمل
علل : يُطلق على البطاريات القابلة لإعادة الشحن اسم [ بطاريات التخزين ] ؟	لأنها يقوم بتخزين طاقة الوضع الكيميائية .

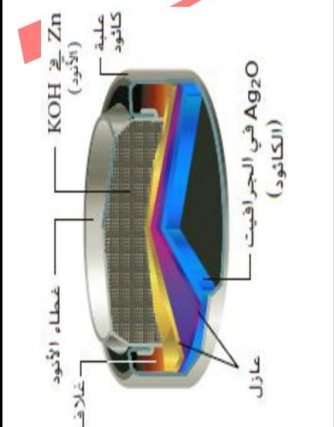
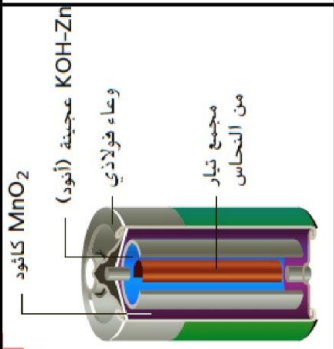
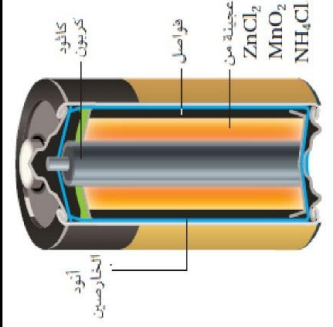
### تدريبات 5

- صمم بطارية أولية تستخدم نصف خلية تحتوي على  $\text{Sn}$  و  $\text{Sn}^{2+}$  و النصف الآخر للخلية يحتوي على  $\text{Cu}$  و  $\text{Cu}^{2+}$  إذا كان جهد اختزال النحاس يساوي  $+0.3419 \text{ V}$  و جهد اختزال القصدير يساوي  $-1.375 \text{ V}$  ، فأجب على الأسئلة التالية :
- حدد الأنود و الكاثود ؟
  - اكتب التفاعلين النصفيين اللذين يحدثان في كل نصف من الخلية ؟
  - ما الحد الأقصى للجهد الذي يمكن أن تولده هذه البطارية ؟

لا تنسونا من صالح الدعاء



خلايا أولية جافة				وجه المقارنة	
بطاريات الفضة		البطاريات القلوية		خلايا الخارصين الكربون	
خارصين Zn + KOH	مسحوق من خارصين مخلوط بعجينة من KOH	عجينة رطبة من : $\text{Zn} + \text{OH}^- \rightarrow \text{ZnO} + \text{H}_2\text{O} + 2\text{e}^-$	عجينة رطبة من : $\text{Zn} + \text{OH}^- \rightarrow \text{ZnO} + \text{H}_2\text{O} + 2\text{e}^-$	عجينة رطبة من : $\text{Zn} + \text{OH}^- \rightarrow \text{ZnO} + \text{H}_2\text{O} + 2\text{e}^-$	عجينة رطبة من : $\text{Zn} + \text{OH}^- \rightarrow \text{ZnO} + \text{H}_2\text{O} + 2\text{e}^-$
أكسيد الفضة $\text{Ag}_2\text{O}$ + جرافيت	ثنائي أكسيد المنجنيز $\text{MnO}_2$ مخلوط مع KOH	هيدروكسيد البوتاسيوم KOH	هيدروكسيد البوتاسيوم KOH	هيدروكسيد البوتاسيوم KOH	هيدروكسيد البوتاسيوم KOH
هيدروكسيد البوتاسيوم KOH	هيدروكسيد البوتاسيوم KOH	هيدروكسيد البوتاسيوم KOH	هيدروكسيد البوتاسيوم KOH	هيدروكسيد البوتاسيوم KOH	هيدروكسيد البوتاسيوم KOH
$\text{Zn} + \text{OH}^- \rightarrow \text{ZnO} + \text{H}_2\text{O} + 2\text{e}^-$	$\text{Zn} + \text{OH}^- \rightarrow \text{ZnO} + \text{H}_2\text{O} + 2\text{e}^-$	$\text{Zn} + \text{OH}^- \rightarrow \text{ZnO} + \text{H}_2\text{O} + 2\text{e}^-$	$\text{Zn} + \text{OH}^- \rightarrow \text{ZnO} + \text{H}_2\text{O} + 2\text{e}^-$	$\text{Zn} + \text{OH}^- \rightarrow \text{ZnO} + \text{H}_2\text{O} + 2\text{e}^-$	$\text{Zn} + \text{OH}^- \rightarrow \text{ZnO} + \text{H}_2\text{O} + 2\text{e}^-$
$\text{Ag}_2\text{O} + \text{H}_2\text{O} + 2\text{e}^- \rightarrow 2\text{Ag} + 2\text{OH}^-$	$2\text{MnO}_2 + 2\text{H}_2\text{O} + 2\text{e}^- \rightarrow \text{Mn(OH)}_2 + 2\text{OH}^-$	$2\text{MnO}_2 + 2\text{H}_2\text{O} + 2\text{e}^- \rightarrow \text{Mn(OH)}_2 + 2\text{OH}^-$	$2\text{MnO}_2 + 2\text{H}_2\text{O} + 2\text{e}^- \rightarrow \text{Mn(OH)}_2 + 2\text{OH}^-$	$2\text{MnO}_2 + 2\text{H}_2\text{O} + 2\text{e}^- \rightarrow \text{Mn(OH)}_2 + 2\text{OH}^-$	$2\text{MnO}_2 + 2\text{H}_2\text{O} + 2\text{e}^- \rightarrow \text{Mn(OH)}_2 + 2\text{OH}^-$
وسائل تقوية السمع (سماعات الأذن) • ساعات اليد • الكاميرات	الأجهزة الإلكترونية الصغيرة	الأجهزة الإلكترونية الصغيرة	الأجهزة الإلكترونية الصغيرة	الأجهزة الإلكترونية الصغيرة	الأجهزة الإلكترونية الصغيرة
• <b>علل :</b> بطاريات الفضة هي أكثر نوع من البطاريات يكون مناسباً للاستخدام في وسائل تقوية السمع و ساعات اليد ؟ <b>الإجابة :</b> لأنها أصغر حجماً من بطاريات الخارصين كربون و كذلك أصغر حجماً من البطاريات القلوية .	• <b>علل :</b> لا تحتوي على أنود فلز صلب إنما يكون الأنود على شكل مسحوق من فلز الخارصين ؟ <b>الإجابة :</b> لتوفير مساحة سطح أكبر للتفاعل .	• <b>علل :</b> تكون البطاريات القلوية أصغر حجماً من خلايا الخارصين الكربون و أكثر فائدة للأجهزة الصغيرة ؟ <b>الإجابة :</b> لعدم احتوائها على ساق كربون .	• <b>علل :</b> تسمى تلك البطاريات بالبطاريات (القلوية) ؟ <b>الإجابة :</b> لأنه عند خلط مسحوق الخارصين مع KOH ينتج معجوناً قلوياً قوياً .	• <b>علل :</b> تستخدم في الأجهزة الإلكترونية الصغيرة ؟ <b>الإجابة :</b> لأنها صغيرة الحجم بسبب عدم وجود ساق الكربون	• <b>علل :</b> لا تحتوي على أنود فلز صلب إنما يكون الأنود على شكل مسحوق من فلز الخارصين ؟ <b>الإجابة :</b> لتوفير مساحة سطح أكبر للتفاعل .
0544555703					
الرسم					





## البطاريات الثانوية

### بطاريات النيكل - كادميوم

نوعها	هي خلايا ثانوية جافة قابلة لإعادة الشحن لها استخدامات متعددة .						
تسميتها	تسمى أحياناً بطاريات NiCad						
استعمالاتها	تستعمل في تشغيل : المثقاب و المفك الكهربائي – آلات الحلاقة – كاميرات الفيديو الرقمية – الهواتف – الأجهزة اللاسلكية						
تركيبها	<table><tr><td>الأنود</td><td>الكاثود</td><td>الإلكتروليت</td></tr><tr><td>الكادميوم Cd المسحوق المضغوط</td><td>أكسيد النيكل NiO(OH)</td><td>KOH</td></tr></table> <p>للحصول على أقصى كفاءة :</p> <p><input type="checkbox"/> يُصنع كل من الأنود والكاثود من أشرطة رفيعة و طويلة من مادة يفصلها طبقة يمكن أن تمر عبرها الأيونات</p> <p><input type="checkbox"/> تلف الأشرطة في ملف ضيق و تغلف في غلاف فولاذي .</p>	الأنود	الكاثود	الإلكتروليت	الكادميوم Cd المسحوق المضغوط	أكسيد النيكل NiO(OH)	KOH
الأنود	الكاثود	الإلكتروليت					
الكادميوم Cd المسحوق المضغوط	أكسيد النيكل NiO(OH)	KOH					

### دورة التفريغ

[ الأنود : Cd & الكاثود : NiO(OH) & الإلكتروليت : KOH ]

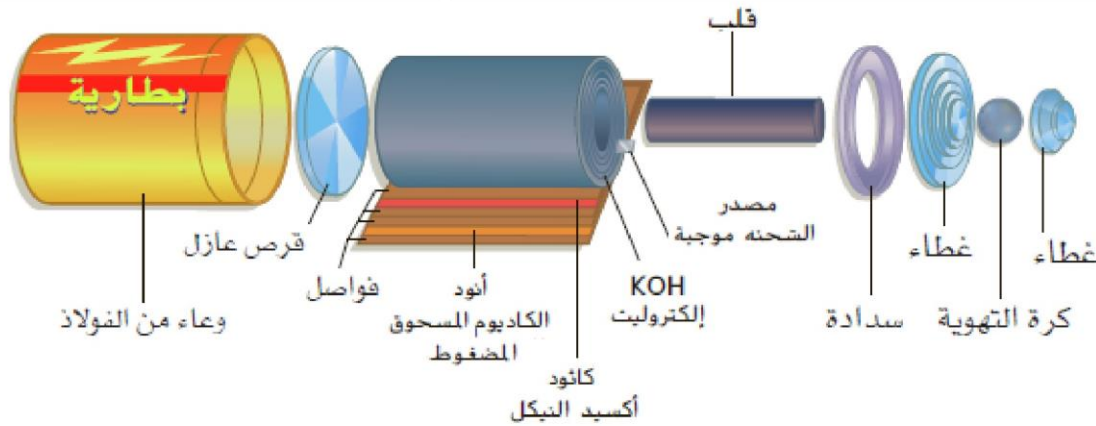
التفاعل	المعادلة	ملاحظات
التفاعل عند الأنود	$\overset{0}{\text{Cd}} + 2\text{OH}^- \rightarrow \overset{+2}{\text{Cd}}(\text{OH})_2 + 2\text{e}^-$	$\text{Cd} \rightarrow \text{Cd}^{2+} + 2\text{e}^-$ (أكسدة)
التفاعل عند الكاثود	$\overset{+3}{\text{Ni}}\text{O}(\text{OH}) + \text{H}_2\text{O} + \text{e}^- \rightarrow \overset{+2}{\text{Ni}}(\text{OH})_2 + \text{OH}^-$	$\text{Ni}^{+3} + \text{e}^- \rightarrow \text{Ni}^{+2}$ (اختزال)

### دورة الشحن

[ الأنود : NiO(OH) & الكاثود : Cd & الإلكتروليت : KOH ]

[ يتم إعادة شحن البطارية عن طريق توصيلها بمصدر كهربائي خارجي كمصدر للطاقة اللازمة لحدوث تفاعل إعادة الشحن غير التلقائي ]

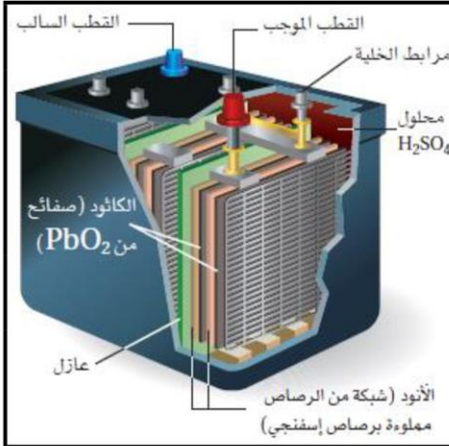
التفاعل	المعادلة	ملاحظات
التفاعل عند الأنود	$\overset{+2}{\text{Ni}}(\text{OH})_2 + \text{OH}^- \rightarrow \overset{+3}{\text{Ni}}\text{O}(\text{OH}) + \text{H}_2\text{O} + \text{e}^-$	$\text{Ni}^{2+} \rightarrow \text{Ni}^{3+} + \text{e}^-$ (أكسدة)
التفاعل عند الكاثود	$\overset{+2}{\text{Cd}}(\text{OH})_2 + 2\text{e}^- \rightarrow \overset{0}{\text{Cd}} + 2\text{OH}^-$	$\text{Cd}^{2+} + 2\text{e}^- \rightarrow \text{Cd}$ (اختزال)



أ / محمد محسن محمد



## بطاريات التخزين رصاص - حمض



نوعها هي خلايا ثانوية غير جافة قابلة لإعادة الشحن تُستخدم في السيارات .

تسميتها يجب أن يُطلق عليها اسم [ بطارية الرصاص - أكسيد الرصاص IV ] الاسم الشائع لها هو [ بطارية الرصاص - الحمض ] ( علل ؟ ) لأن الكتروليت الخلية هو محلول من حمض الكبريتيك

استعمالاتها تُستخدم في السيارات .

تركيبها تتكون من 6 خلايا كل خلية تنتج 2V . الخلايا الـ 6 تكون موصلة على التوالي لذا يكون جهد البطارية 12V

أنود	□ يتكون في كل خلية من شبكتين أو أكثر من الرصاص المسامي ( Pb )
كاثود	□ شبكة من الرصاص المملوءة بأكسيد الرصاص IV ( PbO <sub>2</sub> )
الكتروليت	□ محلول حمض الكبريتيك ( H <sub>2</sub> SO <sub>4</sub> ) تغمر فيه الشبكات .

دورة التفريغ ( عند بدء تشغيل السيارة )

[ الأنود : Pb & الكاثود : PbO<sub>2</sub> & الإلكتروليت : H<sub>2</sub>SO<sub>4</sub> ]

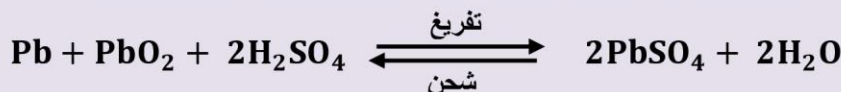
التفاعل	المعادلة	ملاحظات
التفاعل عند الأنود	$\overset{0}{\text{Pb}} + \text{SO}_4^{2-} \rightarrow \overset{+2}{\text{Pb}}\text{SO}_4 + 2e^-$	$\text{Pb} \rightarrow \text{Pb}^{2+} + 2e^-$ (أكسدة)
التفاعل عند الكاثود	$\overset{+4}{\text{Pb}}\text{O}_2 + 4\text{H}^+ + \text{SO}_4^{2-} + 2e^- \rightarrow \overset{+2}{\text{Pb}}\text{SO}_4 + 2\text{H}_2\text{O}$	$\text{Pb}^{4+} + 2e^- \rightarrow \text{Pb}^{2+}$ (اختزال)
التفاعل النهائي	$\text{Pb} + \text{PbO}_2 + 4\text{H}^+ + 2\text{SO}_4^{2-} \rightarrow 2\text{PbSO}_4 + 2\text{H}_2\text{O}$	لاحظ تكون PbSO <sub>4</sub> في التفاعلات عند كلا من الأنود و الكاثود

دورة الشحن ( أثناء - دوران المحرك - تحرك السيارة تحت تأثير الفولتية التي ينتجها المولد [ الدينامو ] )

[ الأنود : PbO<sub>2</sub> & الكاثود : Pb & الإلكتروليت : H<sub>2</sub>SO<sub>4</sub> ]

التفاعل	المعادلة	ملاحظات
التفاعل عند الأنود	$\overset{+2}{\text{Pb}}\text{SO}_4 + 2\text{H}_2\text{O} \rightarrow \overset{+4}{\text{Pb}}\text{O}_2 + 4\text{H}^+ + \text{SO}_4^{2-} + 2e^-$	$\text{Pb}^{2+} \rightarrow \text{Pb}^{4+} + 2e^-$ (أكسدة)
التفاعل عند الكاثود	$\overset{+2}{\text{Pb}}\text{SO}_4 + 2e^- \rightarrow \overset{0}{\text{Pb}} + \text{SO}_4^{2-}$	$\text{Pb}^{2+} + 2e^- \rightarrow \text{Pb}$ (اختزال)
التفاعل النهائي	$2\text{PbSO}_4 + 2\text{H}_2\text{O} \rightarrow \text{Pb} + \text{PbO}_2 + 4\text{H}^+ + 2\text{SO}_4^{2-}$	لاحظ تحول PbSO <sub>4</sub> مرة أخرى إلى Pb ، PbO <sub>2</sub>

التفاعل النهائي لعملية التفريغ و إعادة الشحن ( تفاعل انعكاسي )



لا تنسونا من صالح الدعاء



**ملاحظة:** تنعكس التفاعلات أثناء عملية التفريغ و عملية إعادة الشحن :

الدورة	قطب Pb	قطب $PbO_2$	$H_2SO_4$	$PbSO_4$
تفريغ	أنود	كاثود	في المتفاعلات	في النواتج
شحن	كاثود	أنود	في النواتج	في المتفاعلات

### مقارنة بين عملية التفريغ و عملية إعادة الشحن

المقارنة	أثناء التفريغ	أثناء الشحن
تفاعل الأنود	$Pb \rightarrow Pb^{2+} + 2e^-$ {Pb}	$Pb^{2+} \rightarrow Pb^{4+} + 2e^-$ { $PbO_2$ }
تفاعل الكاثود	$Pb^{4+} + 2e^- \rightarrow Pb^{2+}$ { $PbO_2$ }	$Pb^{2+} + 2e^- \rightarrow Pb$ {Pb}
كتلة Pb	تقل	تزداد
كتلة $PbO_2$	تقل	تزداد
تركيز $H_2SO_4$	يقل	يزداد
كمية $PbSO_4$	تزداد	تقل
نوع الخلية	فولتية	الكتروليتية
قيمة جهد الخلية	+ 12 V	- 12 V

### ملاحظات

تكون  $PbSO_4$  و  $PbO_2$  و Pb مواد صلبة لذا تبقى في مكانها حيث تشكلت ، و من ثم سواء كانت البطارية في حالة تفريغ أو في حالة في حالة شحن فإن المواد المتفاعلة تتوفر حيث تكون مطلوبة .

تكون  $PbSO_4$  هي ناتج التفاعل في كل من الأكسدة و الاختزال مما يؤدي إلى ترسب مسحوق أبيض من  $PbSO_4$  على الأقطاب . يتم استهلاك حمض  $H_2SO_4$  أثناء عملية التفريغ و إعادة إنتاجه خلال عمية إعادة الشحن .

هناك شروط يجب توافرها كي تظل البطارية قابلة لإعادة الشحن

- أن تكون التفاعلات قابلة للإنعكاس .
- أن تظل المتفاعلات والنواتج موجودة في حيز التفاعل

بطارية السيارة ( المرمم الرصاصي ) لا يمكن إعادة شحنها ( بشكل غير محدود ) :

• بسبب ضعف تركيز ( كثافة ) حمض  $H_2SO_4$  نتيجة لإستهلاكه ، و زيادة كمية الماء الناتج في التفاعلات الحادثة .

• بسبب أن بعضاً من  $PbSO_4$  التي تتجمع على الأقطاب بشكل مسحوق أبيض ، يسقط خلال سير السيارة و بالتالي تصبح كمياتها غير كافية لإنعكاس التفاعل .

عندما تتسبب مستويات الإلكتروليت المنخفضة في نفاد البطارية ، يمكن إعادة شحن البطارية المستنفذة عن طريق استخدام أسلاك الشحن لوصلها بتيار من سيارة بها بطارية جيدة ، مما يعمل على عودة البطارية المستنفذة للعمل من جديد .

يمكن الكشف عن كفاءة البطارية بـ □ قياس كثافة حمض  $H_2SO_4$  باستخدام مقياس للكثافة حيث أن كثافة الحمض تقل بمرور الوقت

□ معايرة عينة من الإلكتروليت حمض الكبريتيك من البطارية مع قاعدة و مقارنة مولارته مع

مولارية عينة من الإلكتروليت المأخوذ من البطارية الجديدة.

تعد بطارية التخزين ( الرصاص - الحمض ) خياراً جيداً للسيارات ( علل ؟ ) :

1 - توفر إمداداً مبدئياً كبيراً من الطاقة لبدء عمل المحرك .

2 - فترة صلاحيتها للعمل كبيرة .

3 - يمكن الاعتماد عليها في درجات الحرارة المنخفضة .

من أبرز عيوب هذه البطاريات وزنها الثقيل .



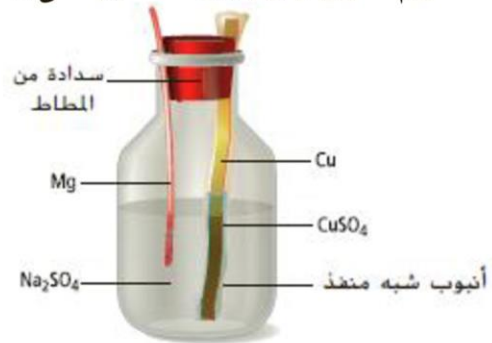
## بطاريات الليثيوم

	<b>نوعها</b> هي بطاريات قد تكون أولية أو ثانوية بناءً على أي تفاعلات الاختزال التي تقترن بتأكسد الليثيوم .										
	<b>مميزاتها</b> 1 - خفيفة الوزن 2 - طويلة العمر 3 - لها جهد كبير ( 3V - 9V ) 4 - أحجامها مختلفة لتناسب مختلف الأجهزة 5 - قابلة لإعادة الشحن ( لأنها قد تكون بطاريات أولية أو ثانوية ) 6 - تخزن كمية كبيرة من الطاقة ( مقارنة بحجمها ) .										
	<b>لماذا الليثيوم !!؟</b> أخف الفلزات المعروفة هو ( الليثيوم ) . أقل جهد اختزال بين الفلزات هو ( الليثيوم ) .										
<b>استعمالاتها</b> 1 - السيارات الكهربائية [ يمكن أن تعمل لمدى أكثر من 320 km و تصل لسرعة قصوى مقدارها 113 km/h ] 2 - ساعات اليد [ لأنها تستمر في العمل لفترة طويلة ] 3 - الحواسيب ، الكاميرات [ حيث يمكن أن تحافظ على التاريخ و الذاكرة و الإعدادات حتى عند اطفاء الجهاز ]											
<b>تركيبها</b> البطاريات التي يتأكسد فيها الليثيوم عند ( الأنود ) تنتج 2.3 V أكثر من أي بطارية مشابهة يتأكسد فيها الخارصين لأن جهد الاختزال القياسي لليثيوم أقل من جهد الاختزال القياسي للخارصين بقدر 2.3 V تقريباً .	<table border="1"> <tr> <td><math>Zn \rightarrow Zn^{2+} + 2e^-</math></td><td><math>E_{Zn^{2+} Zn}^0 = -3.04 V</math></td><td>نصف تفاعل تأكسد Zn</td></tr> <tr> <td><math>Li \rightarrow Li^+ + e^-</math></td><td><math>E_{Li^+ Li}^0 = -3.04 V</math></td><td>نصف تفاعل تأكسد Li</td></tr> <tr> <td colspan="2"><math>E_{Zn^{2+} Zn}^0 - E_{Li^+ Li}^0 = +2.28 V</math></td><td>الفرق بين النصفين</td></tr> </table> <p>تستخدم بعض بطاريات الليثيوم نفس تفاعل ( الكاثود ) في خلايا الكربون الخارصين الجافة حيث يُختزل أكسيد المنجنيز IV ( <math>MnO_2</math> ) إلى أكسيد المنجنيز III ( <math>Mn_2O_3</math> )</p>	$Zn \rightarrow Zn^{2+} + 2e^-$	$E_{Zn^{2+} Zn}^0 = -3.04 V$	نصف تفاعل تأكسد Zn	$Li \rightarrow Li^+ + e^-$	$E_{Li^+ Li}^0 = -3.04 V$	نصف تفاعل تأكسد Li	$E_{Zn^{2+} Zn}^0 - E_{Li^+ Li}^0 = +2.28 V$		الفرق بين النصفين	
$Zn \rightarrow Zn^{2+} + 2e^-$	$E_{Zn^{2+} Zn}^0 = -3.04 V$	نصف تفاعل تأكسد Zn									
$Li \rightarrow Li^+ + e^-$	$E_{Li^+ Li}^0 = -3.04 V$	نصف تفاعل تأكسد Li									
$E_{Zn^{2+} Zn}^0 - E_{Li^+ Li}^0 = +2.28 V$		الفرق بين النصفين									

## تدريبات 6

يعمل التركيب في الشكل التالي كبطارية ، إذا كانت قيمة جهد اختزال النحاس تساوي  $+0.3419 V$  و قيمة جهد اختزال الماغنسيوم تساوي  $-2.372 V$  ، فأجب على الأسئلة التالية :

- ⊙ حدد الأنود
- ⊙ حدد الكاثود
- ⊙ اكتب التفاعل الذي يحدث عند شريط النحاس ؟
- ⊙ اكتب التفاعل الذي يحدث عند شريط المغنيسيوم ؟
- ⊙ احسب الجهد القياسي للخلية في هذه البطارية ؟

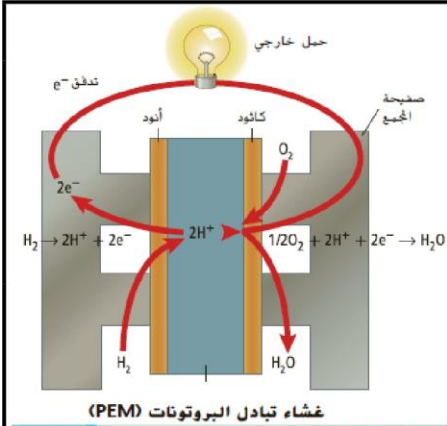


0544555703

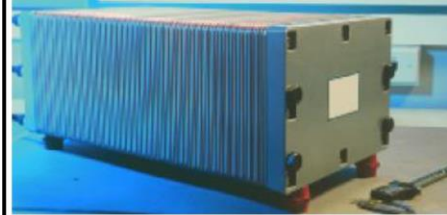
لا تنسونا من صالح الدعاء



## خلايا الوقود



### خلايا الوقود



#### تعريفها

هي خلية فولتية يُستخدم فيها تأكسد الوقود لإنتاج طاقة كهربائية .

#### مميزاتها

- 1 - خلايا فعالة جداً ( علل ؟ )  
□ لأنها يمكن أن تنتج طاقة كهربائية بلا حدود طالما يتم تزويدها بالوقود من مصدر خارجي باستمرار .
- 2 - آمنة بيئياً ( علل ؟ )  
□ لأن ناتجها الأساسي هو الماء ولا يوجد نواتج ثانوية أخرى

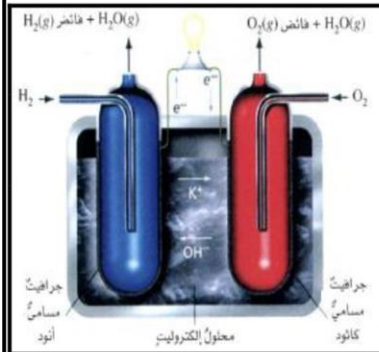
#### تاريخها

يعتقد الكثير أن خلية الوقود هي ابتكار حديث و لكن أول خلية ظهرت عام 1839 وصنعها ويليام جروف و قد سمي خلية ( بطارية الغاز ) لكن لم يبدأ العلماء العمل بها بجد في برنامج الفضاء حتى خمسينيات القرن العشرين حين تم تصنيع خلايا وقود عملية و تتمتع بالكفاءة .

#### استعمالاتها

- 1 - في برامج الفضاء ( علل ؟ )  
□ لأنها توفر امدادات الماء اللازمة لحياة رواد الفضاء  
□ كذلك توفر الكهرباء لتشغيل الأنظمة المكونة المتعددة
- 2 - بعض الحافلات الحديثة التجريبية ( علل ؟ )  
□ لأنها تمنع التلوث الناتج عن الحافلات فالعادم المنبعث من تلك الحافلات التي تستخدم خلايا الوقود لا يحتوي على أكاسيد الكربون أو النيتروجين أو الكبريت .

الاختلاف الأساسي بين خلايا الوقود و الخلايا الفولتية الأخرى ، هو أن خلايا الوقود لن تصبح مستنفذه أبداً حيث يتم تزويدها بالوقود باستمرار .  
لكنها تتشابه مع باقى الخلايا فى التركيب ، حيث تتركب من : أنود و كاثود و محلول الكتروليتى .



- غرفة خالية جدرانها من الكربون المسامى يسمح بالاتصال بين الغرفة الداخلية و الالكتروليت المحيط [ يحدث عند الأنود أكسدة لغاز  $H_2$  ]
- غرفة خالية جدرانها من الكربون المسامى يسمح بالاتصال بين الغرفة الداخلية و الالكتروليت المحيط [ يحدث عند الكاثود اختزال لغاز  $O_2$  ]
- محلول قلوى من هيدروكسيد البوتاسيوم KOH
- تنتقل الأيونات من خلاله بين الأقطاب
- تساعد أيونات الهيدروكسيد  $OH^-$  المتوفرة بكثرة فى الالكتروليت فى تحرير الالكترونات عند الأنود .

#### تركيبها

##### الأنود

##### الكاثود

##### الكتروليت

#### التفاعلات

$2H_2 + 4OH^- \rightarrow 4H_2O + 2e^-$	تفاعل الأكسدة (الأنود)
$O_2 + 2H_2O + 4e^- \rightarrow 4OH^-$	تفاعل الاختزال (الكاثود)
$2H_2 + O_2 \rightarrow 2H_2O$	المعادلة النهائية للتفاعل

#### فكرة عملها

فى خلية الوقود هذه يكون الوقود هو ( الهيدروجين ) .  
تتفصل التفاعلات النصفية عن بعضها عن طريق ( غشاء تبادل البروتونات PEM ) .  
تتدفق الإلكترونات التي تفقد خلال الأكسدة عبر ( دائرة خارجية ) للوصول لموقع الاختزال .  
عندما تنتقل الإلكترونات عبر الدائرة الخارجية يصبح بإمكانها القيام بـ ( شغل مفيد ) كتشغيل المحركات الكهربائية .  
يكون الناتج الثانوي لتفاعل الأكسدة والاختزال هذا هو ( الماء ) .

#### ملاحظات

تستعين خلايا الوقود بـ [ صفائح بلاستيكية تسمى غشاء ( تبادل البروتونات PEM ) ] يفصل بين التفاعلات النصفية للأكسدة و الاختزال و الذى يلغى الحاجة لوجود الالكتروليت السائل .  
بعض أنواع خلايا الوقود تستخدم [ الميثان ] كوقود بدلاً من الهيدروجين ، و لكن يعيب تلك الأنواع انها تنتج عادم من غاز ثانى أكسيد الكربون .  
تفاعل احتراق الهيدروجين يحدث فى ظل ظروف ( متحكم فيه ) داخل خلايا الوقود ، هذا التفاعل إذا تم فى الهواء فإنه يحدث بشكل ( إنفجارى ) و ينتج عنه ضوء و حرارة  
الجهد القياسى لخلايا الوقود يساوى [  $+1.229 V$  ] .



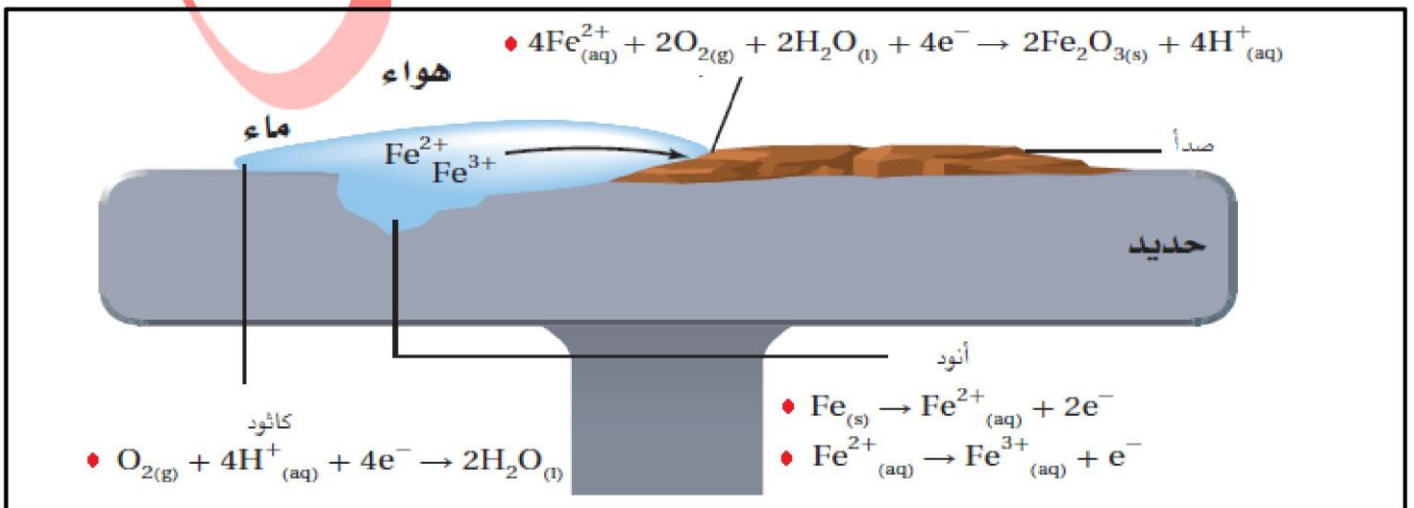
## التآكل

<b>مقدمة</b>	في الخلايا الفولتية تحدث تفاعلات الأكسدة و الاختزال ( التلقائية ) . في الطبيعة تحدث تفاعلات الأكسدة و الاختزال ( تلقائية ) و مثال على ذلك صدأ الحديد الذي يعرف بـ [ التآكل ] .
<b>تعريف التآكل</b>	هو خسارة الفلز التي تنشأ عن تفاعل أكسدة و اختزال بين الفلز و بعض المواد في البيئة . هو عملية كهروكيميائية تتحول خلالها الفلزات من الحالة العنصرية إلى مركبات بفعل العوامل الموجودة في البيئة
<b>شروط حدوثه</b>	لحدوث تآكل الحديد لابد من توافر عاملين هما ← <b>الماء و الأكسجين</b> ( الهواء الرطب ) لهذا فإن أى جسم من الحديد يتم تركه معرضا للهواء والرطوبة يكون عرضة للصدأ ، و يصدأ الجزء الملامس للأرض الرطبة أولاً .
<b>عوامل تسرع التآكل</b>	التآكل عملية بطيئة لأن قطرات الماء تحتوي على أيونات قليلة لذلك فهي لا تعتبر إلكترونيات جيدة . إذا احتوى الماء على أيونات وفيرة ، كما في ماء البحر أو في المناطق التي ترش فيها الطرقات بالملح في فصل الشتاء فيحدث التآكل بصورة أسرع لأن هذه المحاليل هي إلكترونيات ممتازة مما يسهل حركة الإلكترونات هناك عوامل تسرع من عملية التآكل : 1 - وجود الأملاح الذائبة 2- ارتفاع حمضية الوسط

## خلية صدأ الحديد

<b>أجزاء خلية صدأ الحديد</b>	الأنود ( الموقع الأنودي ) <b>جزء الحديد</b> عند الشقوق أو الكسور في سطح الحديد . الكاثود ( الموقع الكاثودي ) <b>عند حافة قطرات الماء</b> حيث يتلامس الماء و الهواء و الحديد . الدائرة الخارجية <b>فلز الحديد</b> حيث تنتقل فيه الإلكترونات . القطرة الملحية <b>قطرات الماء</b> على سطح الفلز . الإلكتروليت <b>الأيونات الموجودة في الماء</b> .
------------------------------	--

<b>الأكسدة</b>	• يتأكسد فلز الحديد Fe إلى أيونات حديد $Fe^{2+}$ $Fe \rightarrow Fe^{2+} + 2e^{-}$
<b>الاختزال</b>	• يُختزل الأكسجين من الهواء و يحدث الاختزال بفعل الإلكترونات الناتجة من تأكسد الحديد و التي تنتقل عبر فلز الحديد نفسه الذي يعمل هنا عمل السلك الخارجى للخلية . $O_2 + 4H^{+} + 4e^{-} \rightarrow 2H_2O$ • يتم توفير أيونات $H^{+}$ بواسطة حمض الكربونيك $H_2CO_3$ الذي يتكون عند ذوبان ثانى أكسيد الكربون $CO_2$ الموجود في الهواء في الماء .
<b>تكوّن ( الصدأ ) <math>[Fe_2O_3]</math></b>	• تتأكسد أيونات $Fe^{2+}$ في المحلول إلى أيونات $Fe^{3+}$ طريق التفاعل مع الأكسجين الموجود في الماء $Fe^{2+} \rightarrow Fe^{3+} + e^{-}$ • تتحد أيونات $Fe^{3+}$ مع الأكسجين لتكوين صدأ $Fe_2O_3$ الغير قابل للذوبان $4Fe^{2+} + 2O_2 + 2H_2O + 4e^{-} \rightarrow 2Fe_2O_3 + 4H^{+}$
<b>المعادلة الكلية لتآكل الحديد</b>	$4Fe + 3O_2 \rightarrow 2Fe_2O_3$





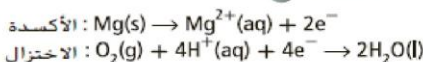
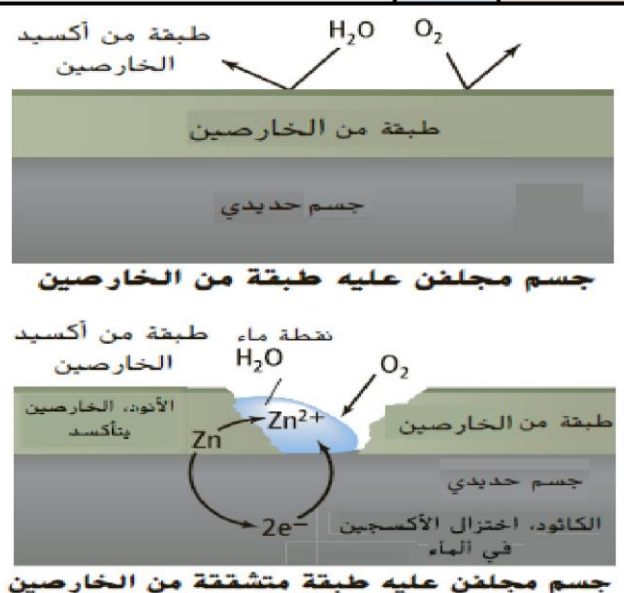
## منع التآكل

<b>طرق منع التآكل</b>	يتسبب صدأ السيارات و الجسور و السفن و هياكل المباني و الأجسام الفلزية في حدوث أضرار و خسائر كبيرة . لذا تم ابتكار طرائق عديدة لتقليل هذا التآكل . 1 - إضافة طبقة واقية من الطلاء . 2 - الأنود المتآكل ( الحماية الكاثودية ) 3 - الجلفنة
-----------------------	--

<b>أولاً</b>	<b>فكرته</b> يتم إضافة طبقة من الطلاء فوق الحديد لعزله العوامل التي تساعد على الصدأ و هي ( الهواء و الرطوبة ) <b>عيوبه</b> يجب ( إعادة الطلاء ) عدة مرات من حين لآخر بسبب تآكل الطلاء بمرور الزمن .
--------------	--

<b>ثانياً</b> <b>الأنود المتآكل</b>	<b>تعريف</b> هي عملية توصيل الحديد المراد حمايته بفلز آخر يتأكسد بسهولة أكبر منه ( أي له جهد اختزال أقل ) .
	<b>فكرتها</b> يَصْبَحُ : □ الحديد هو ← الكاثود □ الفلز الأسهل أكسدةً هو ← الأنود الفلز الأسهل أكسده يحدث له تآكل بدلاً من الحديد كونه هو الأنود الذي يتأكسد فتتحول ذراته إلى أيونات و يمنح إلكترونات للحديد تمنع الحديد من أن يتأكسد . هذا الفلز المستخدم في الحماية الكاثودية و الذي يتأكسد بسهولة أكبر من الحديد يُسمى <b>الأنود المتآكل</b>
	<b>فائدتها</b> □ حماية هيكل السفن الفولاذي في الماء المالح □ حماية أنابيب الحديد تحت الأرض □ توضع كتل من الفلزات الأنشط من الحديد مثل الألومنيوم و الماغنسيوم و التيتانيوم بشكل يلامس الهيكل الفولاذي حيث تتأكسد هذه الكتل بسهولة أكثر من الحديد و تصبح أنوداً لخلية التآكل و تسمى أقطاب أو أنود متآكل لأنها تتآكل بينما يتم الحفاظ على الحديد في هيكل السفينة □ يتم ربط قضبان المغنيسيوم بأنابيب الحديد عن طريق أسلاك فتصدأ تلك القضبان بدلاً من أنابيب الحديد حيث يساعد قضيب المغنيسيوم المتصل بالحديد تحت الأرض على منع التآكل عن طريق أنه يتأكسد بنفسه .

<b>ثالثاً</b> <b>الجلفنة</b>	<b>تعريف</b> التعرف العام : هي عملية تغطية الفلزات المعرضة للتآكل بفلزات الحماية الذاتية لمنع التآكل . <b>جلفنة الحديد</b> : هي عملية تغطية الحديد بفلز الخارصين الأكثر مقاومة للصدأ .
	<b>الطريقة</b> يتم تغطية الحديد بطبقة من الخارصين إما عن طريق غمر الحديد في مصهور الخارصين أو عن طريق طلائه بالخارصين كهربائياً .
	<b>فكرتها</b> تحمي الجلفنة الحديد بطريقتين : □ <b>العزل</b> : طالما بقيت طبقة الخارصين سليمة لن يصل الماء أو الأكسجين إلى سطح الحديد : حيث أن الخارصين أحد الفلزات التي تحمي ذاتها ( مثل : الألمنيوم - الكروم ) عندما تتعرض هذه الفلزات للهواء فإن سطحها يتأكسد مكوناً طبقة رقيقة من أكسيد الفلز تمنع مزيداً من التآكل للفلز . □ <b>الخارصين أنوداً</b> : حينما تتشقق طبقة الخارصين يحمي الخارصين الحديد من التآكل عن طريق أنه يصبح أنوداً للخلية الفولتية حين يلامس الماء و الأكسجين الحديد و الخارصين في نفس الوقت .





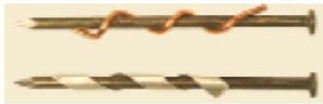
## تعليقات

<b>علل:</b> تُعد ظاهرة تآكل الفلزات من التطبيقات على الخلايا الفولتية ؟	بسبب حدوث تفاعلات الأكسدة - اختزال النصفية ( تلقائياً ) في مواقع مختلفة تعتبر أنصاف خلايا ، و تتحرك الإلكترونات خلال الفلز من نصف لآخر بينما تتحرك الأيونات في الماء الذي يعمل كقطرة ملحية .
<b>علل:</b> التآكل ( صدأ ) الحديد له تأثير إقتصادي كبير ؟	حيث أن % 20 من مجمل الحديد المُنتج في العالم يتم استخدامه لإصلاح و استبدال الهياكل الحديدية المتآكلة بفعل ( الصدأ )
<b>علل:</b> لماذا يعتبر الماء ضرورياً لحدوث صدأ الحديد ؟	تتأكسد ذرات الحديد Fe إلى أيونات $Fe^{2+}$ في ( المحلول المائي ) ثم تتأكسد $Fe^{2+}$ مرة أخرى إلى أيونات $Fe^{3+}$ و تنتقل هذه الأيونات من خلال الماء لتصل للموقع الكاثودي و للتفاعل مع الاكسجين المختزل و تكون الصدأ
<b>علل:</b> تزداد سرعة التآكل بوجود الأملاح الذائبة في الماء ؟	بسبب زيادة وجود الأيونات مما يسهل حركة الإلكترونات .
<b>علل:</b> ميزة استخدام الأنود المتآكل في حماية الحديد ؟	يمكن استخدامه في ( البنى تحت أرضية ) حيث لا يمكن تنفيذ الدهان أو التغليف بسهولة ، كما يسهل استبدال الأنود المتآكل عندما يذوب

## تجربة مصغرة ( ملاحظة التآكل )

### الخطوات :

- 1 - استخدم ورق الصنفرة لصقل أسطح أربعة مسامير حديدية لف مسمارين بشريط مغنيسيوم و مسمارين بالنحاس
- 2 - ضع كل مسمار في كأس منفصل أضف الماء المقطر لأحد الكؤوس الذي يحتوي على مسمار ملفوف بالمغنيسيوم أضف ما يكفي من الماء المقطر بحيث يغطي المسامير الملفوفة .
- 3- أضف الماء المالح إلى الكاسين الآخرين . سجل ملاحظاتك عن المسامير في كل كأس .



### التحليل :

صف الفرق بين المسامير الملفوفة بالنحاس في الماء المقطر و في الماء المالح بعد بقائها فيها لمدة ليلة ؟	( المسمار ) المغمور في محلول ماء الملح يتآكل أكثر من ذلك المغمور في الماء المقطر.
صف الفرق بين المسامير الملفوفة بالمغنيسيوم في الماء المقطر و في الماء المالح ؟	( فلز المغنيسيوم ) المغمور في محلول ماء الملح يتآكل أكثر من ذلك المغمور في الماء المقطر.
حدد الفرق في التآكل بين المسامير الملفوفة بالنحاس و تلك الملفوفة بالمغنيسيوم ؟	لمسمار المغطى بالنحاس يتآكل لأن الحديد يتأكسد بسهولة أكثر المسمار المغطى بالمغنيسيوم لا يتآكل ولكن فلز المغنيسيوم يتآكل حيث يعمل المغنيسيوم كأنود متآكل

## تدريبات 7

ما الجلفنة ؟ و كيف تحمي الجلفنة الحديد من التآكل ؟

افترض أن الحديد طلي بالنحاس بدلاً من الخارصين أثناء عملية الجلفنة ...

هل النحاس سيستمر في حماية الحديد من الصدأ ، كما يفعل الخارصين ، إذا تصدع طلاء النحاس أو تشقق ؟ فسر إجابتك ؟

يوضح الشكل كيفية حماية أنابيب الحديد المدفونة من الصدأ ، حيث يتم توصيل أنابيب الحديد بفلز آخر أكثر نشاطاً و الذي يصدأ

بدلاً من الحديد : a - ما هو الأنود ، و ما هو الكاثود في هذه الخلية ؟

b - صف كيف يحمي فلز الماغنسيوم أنابيب الحديد ؟



## لا تنسونا من صالح الدعاء



## تدريبات 8

اختر الإجابة الصحيحة فيما يلي :

⊙ الصوف الفولاذي عبارة عن مجموعة من الخيوط المصنوعة من الفولاذ سبيكة من الحديد و الكربون ما الطريقة المثلى لتخزين (الصوف الفولاذي) ؟

☐ التخزين في الماء ☐ التخزين في الهواء الطلق ☐ التخزين مع عامل مجفف

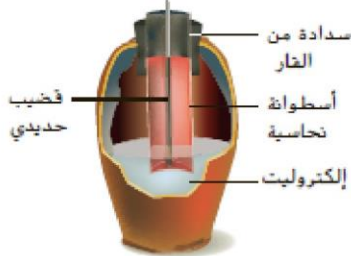
⊙ ما العبارة غير الصحيحة بين هذه العبارات الخاصة بالبطاريات؟

☐ البطاريات هي أشكال مضغوطة للخلايا الفولتية ☐ يمكن أن تتكون البطارية من خلية واحدة ☐ تفاعل الأكسدة والاختزال في البطارية القابلة لإعادة الشحن غير انعكاسي ☐ البطاريات الثانوية هي بطاريات تخزين

علل : كيفية اختلاف أكسدة الهيدروجين في خلية الوقود عن أكسدته عند احتراقه في الهواء ؟

علل : عدم إنتاج بطارية تخزين الرصاص الحمضية تيار عندما يكون مستوى  $H_2SO_4$  منخفضا ؟

تم اكتشاف إناء خزفي عام 1938 بالقرب من بغداد كان هذا الإناء القديم يحتوي على قضيب حديدي محاط بأسطوانة نحاسية ، كما في الشكل عندما تم ملء الإناء بمحلول إلكتروليتي كالخل ، عمل هذا الإناء كبطارية ..



a - حدد الكاثود ؟  
b - حدد الأنود ؟  
c - احسب الجهد القياسي للخلية في هذه البطارية ؟

تطلق خلية إلكتروليتي بخار البروم وغاز الهيدروجين خلال عملية التحليل الكهربائي بعد التحليل الكهربائي وجد أن الخلية تحتوي على محلول هيدروكسيد البوتاسيوم المركز .. ☐ ما محتوى الخلية قبل بدء التحليل الكهربائي؟

يستخدم المكوك الفضائي خلية وقود  $H_2/O_2$  لإنتاج الكهرباء

A - ما التفاعل الذي يحدث عند الأنود والكاثود ؟  
B - ما الجهد القياسي لخلية الوقود ؟

بطاريات التخزين يطلق على بطاريات الرصاص الحمضية وغيرها من البطاريات القابلة لإعادة الشحن أحيانا بطاريات التخزين ما الذي يتم تخزينه في هذه البطاريات ؟

لا تنسونا من صالح الدعاء

أ / محمد محسن محمد



### القسم (3)

#### التحليل الكهربائي

**التحليل الكهربائي** : هو عملية استخدام الطاقة الكهربائية للحصول على تفاعل تلقائي .

**الخلايا الإلكتروليتية** : هي خلايا كهروكيميائية يحدث فيها تحليل كهربائي حيث تستخدم الطاقة الكهربائية لإنتاج تفاعلات أكسدة - اختزال و إحداث تغير كيميائي .

المقارنة	الخلية الجلفانية ( الفولتية )	الخلية الإلكتروليتية ( التحليلية )
مكونات الخلية ( رسم الخلية )		
الطاقة	تعمل كمصدر للطاقة الكهربائية	تحتاج إلى مصدر للطاقة الكهربائية
تحويلات الطاقة	من طاقة كيميائية $\rightarrow$ إلى طاقة كهربائية	من طاقة كهربائية $\rightarrow$ إلى طاقة كيميائية
جهد الخلية	موجب	سالب
تلقائية التفاعل	تفاعل أكسدة - اختزال ( تلقائي )	تفاعل أكسدة - اختزال ( غير تلقائي )
الأنود	يحدث عنده ( أكسدة ) - الخارصين	يحدث عنده ( أكسدة ) - النحاس
الكاثود	يحدث عنده ( اختزال ) - النحاس	يحدث عنده ( اختزال ) - الخارصين

**تدفق  $e^-$**   
تجدد الخلية  
أمثلة

من الأنود ( الخارصين )  $\rightarrow$  إلى الكاثود ( النحاس )  
يتوقف التفاعل عند استهلاك قطب الخارصين  
الخلايا الجافة الغير قابلة لإعادة للشحن - خلايا الوقود  
التآكل ( الصدأ ) - بطارية السيارة ( التفريغ )

من الأنود ( النحاس )  $\rightarrow$  إلى الكاثود ( الخارصين )  
تعود لقوتها الأصلية إذا ترك الجهد الخارجي فترة كافية  
الطلاء الكهربائي - التحليل الكهربائي للماء  
خلية إنتاج الألومنيوم - بطارية السيارة ( الشحن )

لاحظ أوجه الشبه و الاختلاف بين الخلية الجلفانية و الخلية الإلكتروليتية

إلكتروليتية

فولتية

التفاعل غير تلقائي  
تحتاج إلى طاقة كهربائية  
تحول الطاقة من كهربائية إلى كيميائية

يحدث فيهما تفاعلات أكسدة - اختزال  
يحتويان على :  
• أنود يحدث عنده أكسدة  
• كاثود يحدث عنده اختزال  
• إلكتروليت

التفاعل تلقائي  
تنتج طاقة كهربائية  
تحول الطاقة من كيميائية إلى كهربائية

لا تنسونا من صالح الدعاء

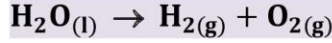


## تطبيقات على التحليل الكهربائي

### أولاً : التحليل الكهربائي للماء

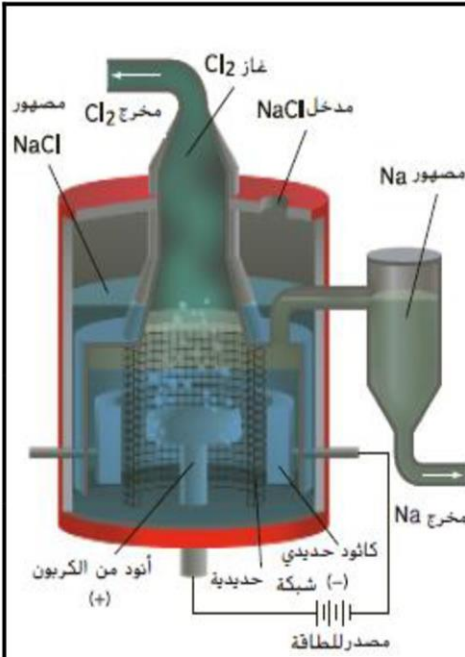
عملية تفكيك الماء  $H_2O$  إلى عنصريه الهيدروجين  $H_2$  و الأكسجين  $O_2$

- ♦ الهيدروجين  $H_2$  و الأكسجين  $O_2$  يتحدان تلقائياً ليكونا الماء ، و هما يستخدمان في تشغيل خلايا الوقود التي تنتج الكهرباء .
- ♦ لكن العملية العكسية ( تفكك الماء إلى هيدروجين و أكسجين ) تكون عملية غير تلقائية تتطلب طاقة كهربائية لإحداثها .



- ♦ التحليل الكهربائي للماء هو أحد الطرق التي يمكن استخدامها لتوليد غاز الهيدروجين من أجل الاستخدام التجاري .

### ثانياً : التحليل الكهربائي لمصهور كلوريد الصوديوم



يمكن فصل كلوريد الصوديوم المصهور إلى فلز الصوديوم و غاز الكلور  
يتم تنفيذ هذه العملية في خلية تسمى [ خلية داون ]

الأنود	أنود من الكربون [ يتصل بالقطب الموجب لمصدر الكهرباء ]
الكاثود	كاتود حديدي [ يتصل بالقطب السالب لمصدر الكهرباء ]
إلكتروليت	كلوريد الصوديوم المصهور نفسه [ لأن المصهور تكون أيوناته حرة الحركة كما المحلول ]

تستخدم الإلكترونات التي يوفرها المصدر الكهربائي لـ [ اختزال أيونات الصوديوم عند الكاثود ] لتتحول إلى فلز الصوديوم .  
بينما [ تتأكسد أيونات الكلوريد عند الأنود ] لتتحول إلى غاز الكلور .

تفاعل الأكسدة (الأنود)	$2Cl^-_{(l)} \rightarrow Cl_{2(g)} + 2e^-$
تفاعل الاختزال (الكاثود)	$2Na^+_{(l)} + 2e^- \rightarrow 2Na_{(l)}$
المعادلة النهائية للتفاعل	$2Na^+_{(l)} + 2Cl^-_{(l)} \rightarrow 2Na_{(l)} + Cl_{2(g)}$

تتم أهمية خلية داون في قدرتها على توفير غاز الكلور و فلز الصوديوم ، و كلاهما له أهمية خاصة في حياتنا .

أهميتها	تنقية المياه من أجل الشرب و السباحة
	العديد من منتجات التنظيف و المنظفات المنزلية، تحتوي على مركبات الكلور .
	كثير من المنتجات تُعالج بالكلور أو تحتوى على الكلور أو يستعمل في إنتاجها مثل : ( الورق - البلاستيك - مبيدات الحشرات - الأنسجة و الأقمشة - الأصباغ والدهانات )
	تصنيع منتجات كلوريد الفينيل مثل الأنابيب توزيع المياه .
أهمية الصوديوم	في صورته النقية : يستعمل في المفاعلات النووية و مصابيح بخار الصوديوم التي تستخدم في الإضاءة الخارجية .
	مركباته الأيونية : يوجد في كثير من المنتجات التي نستخدمها و الأطعمة التي نأكلها .

علل : يجب أن يكون كلوريد الصوديوم مصهوراً في خلية داون ؟

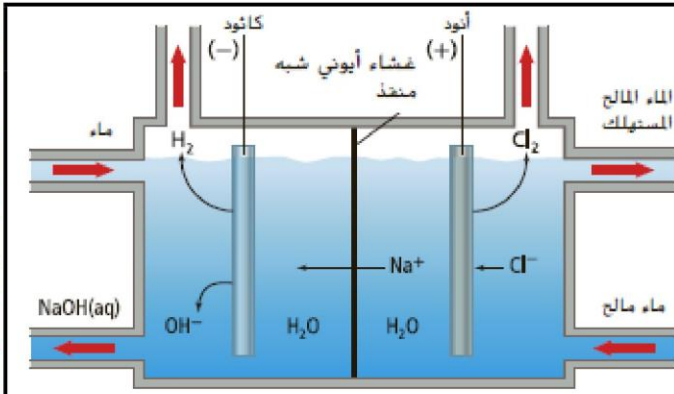
الإجابة : حتى تكون أيوناته حرة الحركة كما في المحاليل المائية و بالتالي يستطيع أن يعمل عمل الالكترونات في الخلية .

لاحظ !!

## لا تنسونا من صالح الدعاء



## ثانياً : التحليل الكهربائي للمحلول الملحي ( محلول كلوريد الصوديوم )



تستخدم هذه الخلية لـ [ تحليل ماء البحر ] .

مقدمة

تركيب  
خلية  
التحليل

الأنود	يتصل بالقطب الموجب لمصدر الطاقة الخارجي
الكاثود	يتصل بالقطب السالب لمصدر الطاقة الخارجي
إلكتروليت	محلول كلوريد الصوديوم

تفاعلات  
الخلية

$2\text{Cl}^-_{(l)} \rightarrow \text{Cl}_{2(g)} + 2e^-$	تفاعلات الأكسدة (الأنود)
$2\text{H}_2\text{O}_{(l)} \rightarrow \text{O}_{2(g)} + 4\text{H}^+_{(aq)} + 4e^-$	
$2\text{Na}^+_{(l)} + 2e^- \rightarrow 2\text{Na}_{(l)}$	تفاعلات الاختزال (الكاثود)
$2\text{H}_2\text{O}_{(l)} + 2e^- \rightarrow \text{H}_{2(g)} + 2\text{OH}^-_{(aq)}$	
$2\text{H}_2\text{O}_{(l)} + \text{NaCl}_{(aq)} \rightarrow \text{H}_{2(g)} + \text{Cl}_{2(g)} + 2\text{NaOH}_{(aq)}$	المعادلة النهائية للتفاعل

ملاحظات  
هامة

يحدث تفاعل أكسدة عن الأنود حيث : ☐ تتأكسد أيونات الكلور ☐ يتأكسد الأكسجين في الماء .  
ولكن !! الناتج المرغوب فيه هو غاز الكلور لذلك يتم الحفاظ على تركيز أيونات الكلوريد في الخلية عالياً من أجل تفضيل هذا التفاعل النصفى .

يحدث تفاعل اختزال عن الكاثود حيث : ☐ تختزل أيونات الصوديوم ☐ يختزل الهيدروجين في الماء .  
ولكن !! اختزال أيونات الصوديوم  $\text{Na}^+$  لا يحدث لأن الماء أسهل في اختزاله وبالتالي يختزل بشكل تفضيلي .

الأنواع التي تختزل وتتأكسد فعلياً في هذه الخلية هما : [ تتأكسد أيونات الكلور  $\text{Cl}^-$  & يختزل الهيدروجين في الماء ]  
في هذه الخلية لا ينتج الصوديوم ولكن ينتج [ الهيدروجين  $\text{H}_2$  و الكلور  $\text{Cl}_2$  و هيدروكسيد الصوديوم  $\text{NaOH}$  ]

الاهمية

تستخدم المنشآت التجارية عملية التحليل الكهربائي للحصول على غاز الهيدروجين وغاز الكلور وهيدروكسيد الصوديوم من محلول ملحي .

علل : سبب اختلاف نواتج التحليل الكهربائي لكل من محلول كلوريد الصوديوم الملحي و مصهور كلوريد الصوديوم ؟  
لأن التحليل الكهربائي للمحلول الملحي يشتمل على محلول مائي مما يؤثر على النواتج .

علل : أهمية وجود غشاء أيوني شبه منفذ في خلية تحليل المحلول الملحي ؟  
يعمل عمل القنطرة الملحية حيث يفصل بين نصف الأكسدة و نصف الاختزال و يسمح بمرور الأيونات .

### تدريبات 9

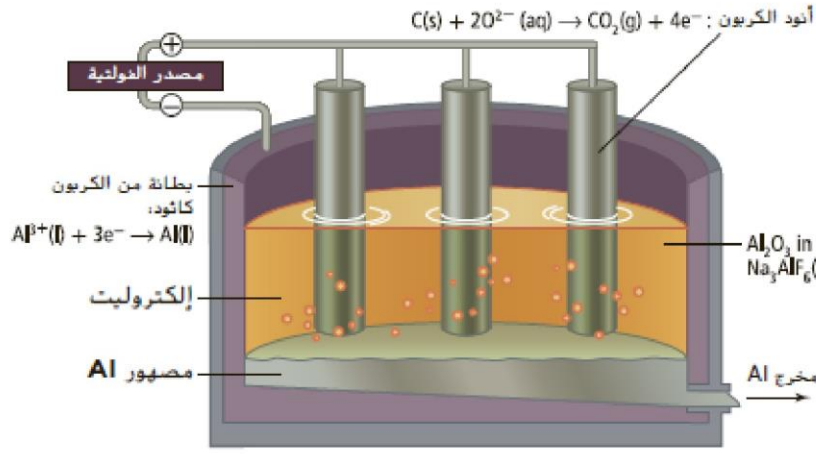
صف ما يحدث عند الأنود و الكاثود عند التحليل الكهربائي لمصهور KI ؟

الإجابة : ☐ عند الكاثود : تختزل أيونات البوتاسيوم إلى ذرات البوتاسيوم  $2\text{K}^+_{(l)} + 2e^- \rightarrow 2\text{K}_{(l)}$   
☐ عند الأنود : تتأكسد أيونات اليوديد إلى جزيئات يود  $2\text{I}^-_{(l)} \rightarrow \text{I}_{2(g)} + 2e^-$

أ / محمد محسن محمد



## ثالثاً : انتاج ( استخلاص ) الألومنيوم



خلية  
هول  
هيروليت

الألومنيوم هو الفلز الأكثر وفرة في القشرة الأرضية لكنه فلز نشط ، لذا لا يوجد منفرداً في الطبيعة .

يُستخلص الألومنيوم من خام يسمى [ البوكسيت ] (  $Al_2O_3 \cdot 2H_2O$  )

حتى نهاية القرن التاسع عشر لم يكن فلز الألمنيوم من الفلزات القيمة لأنه لم يكن أحد يعلم كيف تتم تنقيته بكميات كبيرة تم تطوير عملية يُستخلص من خلالها الألومنيوم تسمى ( عملية هول – هيروليت ) و تتم في مصاهر كما بالشكل

يتم صهر أكسيد الألومنيوم ( خام البوكسيت ) عند درجة حرارة  $1000^\circ C$  في مصهور الكريوليت  $Na_3AlF_6$  الذي يعمل على تخفيض درجة الانصهار .

تُستخدم الإلكترونات التي يوفرها المصدر الكهربائي لـ [ اختزال أيونات الألومنيوم ] لتتحول إلى فلز الألومنيوم . يستقر الألومنيوم المنصهر في قاع الخلية ويتم سحبه بصفة دورية .

الأنود	قضبان من الكربون ( الجرافيت ) [ تتصل بالقطب الموجب لمصدر الكهرباء الخارجى ]
الكاثود	بطانة من الجرافيت تبطن الجدران من الداخل [ تتصل القطب السالب لمصدر الكهرباء الخارجى ]
إلكتروليت	أكسيد الألومنيوم المذاب فى الكريوليت المصهور $Na_3AlF_6$ (حيث يوجد به أيونات حرة الحركة)

تفاعل الاختزال (الكاثود)	$Al^{3+}_{(l)} + 3e^- \rightarrow Al_{(l)}$
تفاعل الأكسدة (الأنود)	$2O^{2-}_{(l)} \rightarrow O_{2(g)} + 4e^-$
نظراً لارتفاع درجات الحرارة يتفاعل الأكسجين المتحرر عند الكربون ( مادة الأنود ) مكوناً ثانى أكسيد الكربون	$C_{(s)} + O_{2(g)} \rightarrow CO_{2(g)}$
التفاعل النهائى	$2Al_2O_3 + 3C \rightarrow 4Al + CO_2$

تفاعلات  
الخلية

ينتج فى هذه الخلية : فلز الألومنيوم Al عند الكاثود ، بينما ينتج غاز  $CO_2$  عند الأنود .

تتآكل أعمدة الجرافيت ( الأنود ) و يتم تغييرها بشكل دورى ( علل ) لأن الكربون يتفاعل مع الأكسجين و يتصاعد  $CO_2$  يتم بناء مصانع انتاج الألومنيوم بالقرب من محطات الطاقة الكهربائية الضخمة ( علل ) لأن عملية هول - هيروليت تستهلك الكثير من الطاقة الكهربائية ، وبالقرب من محطات انتاج الكهرباء تكون الطاقة الكهربائية أقل سعراً .

كثافة إعادة تدوير الألمنيوم أقل كثيراً من كلفة استخراجه من خام البوكسيت ( علل ) لأن استخراجه من البوكسيت الذى من خلال عملية هول – هيروليت يتطلب كمية كبيرة من الطاقة بينما الألومنيوم المعاد تدويره قد خضع بالفعل لعملية التحليل الكهربائى و لا يحتاج سوى الطاقة الحرارية المطلوبة لصهره فى الفرن .

يتم وضع الألومنيوم المعاد تدويره ( كتنغذية ) بداخل الخلية مع الألومنيوم الجديد ( علل ) و ذلك لخفض درجة الانصهار نجحت صناعة الألومنيوم بدولة الإمارات ( مصنع دوبال – مصنع إيمال ) ( علل ) بسبب توفر الطاقة ( مصادر الطاقة )

ملاحظات  
هامّة







## خامساً : الطلاء بالكهرباء

**الطلاء الكهربائي :** هي عملية طلاء الأشياء كهربائياً حين توضع طبقة رقيقة وموحدة عادة لتكون طبقة واقية أو جمالية عادة ما تكون المادة المستخدمة في ذلك فلز .

**الطلاء الكهربائي :** العملية الإلكتروليتية التي يختزل فيها أيون فلزي فيترسب خلالها فلز صلب على سطح معين .

الطلاء الكهربائي بفلز يتم بواسطة طريقة تشبه تلك المستخدمة لتنقية النحاس :

□ ( الفلز المراد الطلاء به ) يجب أن يكون ( أنوداً ) في خلية التحليل لذا يتم توصيله بالقطب ( الموجب ) للبطارية .

□ ( الجسم المراد طلاؤه ) يجب أن يكون ( كاثوداً ) في خلية التحليل لذا يتم توصيله بالقطب ( السالب ) للبطارية .

**فكرة عمل خلية الطلاء الكهربائي :** نقل الفلز المراد الطلاء به من الأنود إلى الكاثود .

مقدمة

تركيب  
خلية  
الطلاء

مثال

الطلاء  
بالفضة

ملاحظات  
هامة

أنود	قطعة من الفلز المراد الطلاء به ، توصل بالقطب الموجب للبطارية
كاثود	الجسم المراد طلاؤه ، يوصل بالقطب السالب للبطارية
إلكتروليت	محلول ملح لفلز الطلاء
مصدر للتيار الكهربائي المباشر	بطارية

### تركيب الخلية :

الأنود	قضيب أو صفيحة من الفضة ( توصل بالقطب الموجب )
الكاثود	الجسم المراد طلاؤه ( يوصل بالقطب السالب )
إلكتروليت	محلول من نترات الفضة $Ag(NO_3)_3$

### تفاعلات الخلية :

تفاعل الأكسدة (الأنود)	تتأكسد ذرات الفضة إلى أيونات فضة $Ag(s) \rightarrow Ag^+(aq) + e^-$
تفاعل الاختزال (الكاثود)	تختزل أيونات الفضة إلى ذرات الفضة $Ag^+(aq) + e^- \rightarrow Ag(s)$



يجب (التحكم في التيار) الذي يمر عبر الخلية بعناية من أجل الحصول على طبقة فلز ناعمة و متساوية على الجسم الذي تتم تغطيته

تستخدم فلزات أخرى أيضا في الطلاء بالكهرباء فقد يكون لديك بعض الحلي المطلية كهربائياً بالذهب

بعض أجزاء السيارات الفولاذية كواق الصدمات يتم طلاؤها كهربائياً أولاً بالنيكل ثم بالكروم حتى تكون أكثر مقاومة للصدأ .

## تدريبات 11

◆ الشكل المجاور يبين خلية طلاء مفتاح بطبقة من الألومنيوم والمطلوب :

1 - ما نوع الخلية ؟

2 - لأي قطب يوصل لوح الألومنيوم ؟

3 - اقترح اسماً لمحلول الإلكتروليت ؟

4- اكتب معادلة التفاعل عند الأنود ؟

5 - اكتب معادلة التفاعل عند الكاثود ؟

6 - ماذا يحدث لكتلة المفتاح ؟ ولماذا ؟

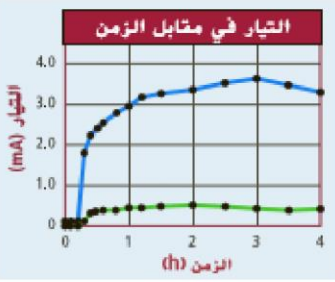


1	2	3	4	5	6
الإلكتروليتية	الأنود (+)	$Al(NO_3)_3$	$Al \rightarrow Al^{3+} + 3e^-$	$Al^{3+} + 3e^- \rightarrow Al$	تزداد لأن أيونات $Al^{3+}$ تختزل و تترسب عليه



## مختبر تحليل البيانات

### خلايا الوقود الحيوى



درس العلماء استعمال البكتيريا كـ [ خلايا وقود حيوى ] .

**خلية الوقود الحيوى** : هى خلايا تقوم بتحويل طاقة الأيض الميكروبية إلى تيار كهربائى .

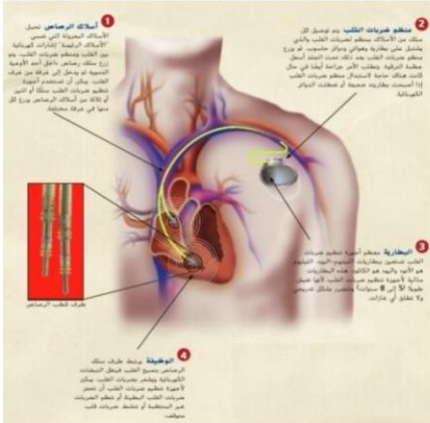
يسهل ( الكتروليت وسيط ) انتقال الالكترونات إلى القطب .

**الالكترونات الوسيطة** : هو مركب يدخل ضمن سلسلة انتقال الالكترونات للخلايا و يسرق الالكترونات التى تنتج .

يوضح الرسم التيار الناتج عن خلية ( وقود حيوى ) باستعمال الكتروليت وسيط ( الخط الأزرق ) و ب دون استعماله ( الخط الأحمر ) حيث يتضح ان استعمال الكتروليت وسيط يزيد من انتاج التيار .

## كيف تعمل الأشياء

### منظم ضربات القلب



يتكون القلب من أنسجه عضلية تنقبض و تنبسط باستمرار و ينتج عن هذا الخفقان نبضات كهربائية و اذا حدث أى خلل فى هذه النبضات فإن القلب لا يخفق بصورة طبيعية .

جهاز يحتوى على بطارية و هوائى و دوائر حاسوبية و يوصل بقلب المريض ، يزرع تحت الجلد اسفل الترقوة ، و يجب استبدال الجهاز عند نفاذ البطارية من خلال عملية جراحية .

يستعمل فى أجهزة تنظيم ضربات القلب [ بطاريات الليثيوم - اليود ] حيث يكون الليثيوم هو الأنود و اليود هو الكاثود ، و هى بطاريات مثالية لأن عمرها طويل ( 5-8 سنوات ) ، كما أنها تنفذ تدريجياً ، و لا تنتج غازات .

## تدريبات 12

إذا حصل تلامس بين حشوة فضية لسن أحد الأشخاص و بقية ورقة ألومنيوم على حب سكاكر يعمل اللعاب كإلكتروليت و تتشكل خلية كهروكيميائية تنتج لمعة ألم خفيفة ...

□ فسر ما يحدث مستخدماً تفاعلات أنصاف الخلايا و قيم  $E^0$  [  $Ag^+ = +0.80$  &  $Al^{3+} = -1.66$  ]

### الإجابة

← يعمل غلاف الألومنيوم بصفته الأنود و تعمل الحشوة بصفته الكاثود ، و الشعور بالألم سببه الفولتية الناتجة عن الخلية الكهروكيميائية .

← التفاعل النصفى للأكسدة :  $Al \rightarrow Al^{3+} + 3e^-$

← التفاعل النصفى للإختزال :  $Ag^+ + e^- \rightarrow Ag$

← الفولتية الناتجة :

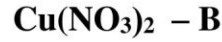
$$\bullet E^{\circ}_{\text{الخلية}} = E^{\circ}_{\text{كاثود}} - E^{\circ}_{\text{أنود}} \\ = (+0.80) - (-1.66) = +2.46 \text{ V}$$

أ / محمد محسن محمد



من أسئلة الامتحانات ( أسئلة الاختيار من متعدد )

① في عملية الطلاء الكهربائي لسوار من النحاس بالفضة ، فإن الإلكتروليت المناسب هو : ( النهائي 2008 )



② عند تفريغ بطارية السيارة تتحول الطاقة: ( الإعادة 2008 )

A - الكيميائية إلى طاقة كهربائية

B - الكيميائية إلى طاقة كيميائية

C - الحركية إلى طاقة حرارية

D - الحرارية إلى طاقة كيميائية

③ المواد التي تنتج عند الكاثود خلال عملية التحليل الكهربائي للبوكسيت هي : ( تجريبي 1 2009 )

A - غاز الأكسجين

B - الصوديوم

C - الألومنيوم

D - ثاني أكسيد الكربون

④ تفاعل الاختزال التالي  $2\text{MnO}_2 + \text{H}_2\text{O} + 2\text{e}^- \rightarrow \text{Mn}_2\text{O}_3 + 2\text{OH}^-$  يحدث عند الكاثود في الخلايا ذات الأرقام ( تجريبي 1 2009 )

A - 1, 2, 3 فقط

B - 1, 2 فقط

C - 2, 3 فقط

D - 1, 2, 3, 4 فقط

1. خلايا الخارصين - كربون الجافة .
2. البطارية القلوية .
3. بطارية الزنق .
4. خلايا الوقود

⑤ في بطارية السيارة يحدث التفاعل التالي  $\text{PbSO}_4 + 2\text{H}_2\text{O} \rightarrow \text{PbO}_2 + 4\text{H}^+ + \text{SO}_4^{2-} + 2\text{e}^-$  ( تجريبي 1 2009 )

A - عند الأنود أثناء تفريغ البطارية

B - عند الكاثود أثناء تفريغ البطارية

C - عند الأنود أثناء شحن البطارية

D - عند الكاثود أثناء تشغيل السيارة

⑥ احسب  $E^0$  للتفاعل التلقائي عندما يتم وصل نصف الخلية  $\text{Ag}^+ / \text{Ag}$  (+ 0.80 V) بنصف الخلية  $\text{Hg}^{2+} / \text{Hg}$  (+ 0.85 V) ( تجريبي 2 2009 )

A - سم الفلز الذي ينتج ؟

B -  $\text{Ag}$  (+1.65 V) - A

C -  $\text{Ag}$  (+0.05 V) - C

D -  $\text{Hg}$  (+0.05 V) - D

B -  $\text{Hg}$  (+1.65 V) - B

⑦ يعتبر الألومنيوم الفلز الأكثر وفرة في القشرة الأرضية ، ولكنه لا يوجد بصورة نقية لأنه عنصر نشط ، وعند التحليل الكهربائي لمصهور الألومنيوم نستخدم خلية إلكتروليتية تتكون أقطابها من : ( نهائي 2009 )

A - الأنود كربون و الكاثود فولاذ

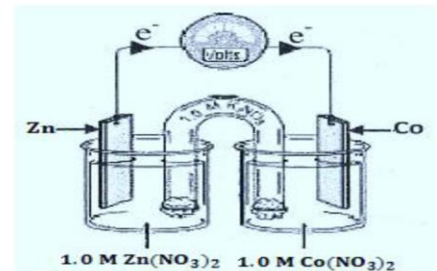
B - الأنود فولاذ و الكاثود كربون

C - الكاثود و الأنود من الفولاذ

D - الكاثود ألومنيوم و الأنود جرافيت

⑧ الشكل التالي يمثل خلية كهروكيميائية أى التالية يصف اتجاه حركة أيونات  $\text{Co}^{2+}$  وكتلة لوح الخارصين ؟ ( نهائي 2009 )

حركة أيونات $\text{Co}^{2+}$	كتلة Zn	
تتجه نحو قطب Co	تزداد	A
تتجه نحو قطب Co	تقل	B
تتجه نحو قطب Zn	تزداد	C
تتجه نحو قطب Zn	تقل	D



8	7	6	5	4	3	2	1
B	A	D	C	B	C	B	C



9) ماذا يتكون عند الأنود أثناء التحليل الكهربائي للماء ؟

(نهائي 2010)

- A - غاز  $O_2$  و أيونات هيدرونيوم  
B - غاز  $O_2$  و أيونات هيدروكسيد  
C - غاز  $H_2$  و أيونات هيدرونيوم  
D - غازي  $O_2$  و  $H_2$

10) إذا تفاعل فلز (X) مع حمض HCl وفق المعادلة  $X + 2HCl \rightarrow XCl_2 + H_2$  تكون قيمة جهد اختزال الفلز (X) ؟

- A - أكبر من صفر  
B - أقل من صفر  
C - تساوي صفر  
D - لا يمكن تحديدها

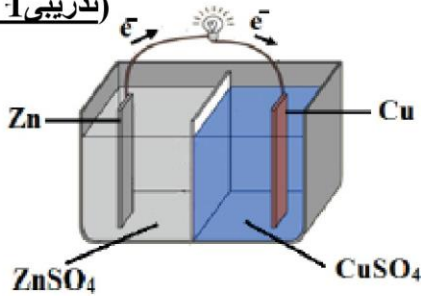
11) الأقطاب في خلية هول - هيرولت لاستخلاص الألومنيوم من مصهور الألومينا النقية في الكريوليت هي : (تدريبي 1 2011)

- A - الأنود من الفولاذ و الكاثود من الفولاذ  
B - الأنود من الكربون و الكاثود من الفولاذ  
C - الأنود من الكربون و الكاثود من الألومنيوم  
D - الأنود من الألومنيوم و الكاثود من الكربون

12) عند حماية أنابيب الحديد من التآكل بتوصيلها بأقطاب من Mg تتكون خلية جلفانية يكون فيها الحديد

- A - سالب الشحنة  
B - موجب الشحنة  
C - الكتروليت  
D - مصدر للإلكترونات

13) في الخلية الموضحة بالشكل المجاور :



- A - تتحرك كاتيونات الخارصين نحو نصف خلية النحاس  
B - تتحرك كاتيونات الخارصين نحو نصف قطب الخارصين  
C - تتحرك كاتيونات النحاس نحو نصف خلية الخارصين  
D - تتحرك أيونات الكبريتات نحو نصف قطب النحاس

14) أي فلز يوفر لجسر حديدي أفضل حماية كاثودية من التآكل :

- A - Au  
B - Cu  
C - Ag  
D - Mg

15) ماذا يحدث عند تفريغ بطارية السيارة ؟

- A - يزداد تركيز حمض الكبريتيك  
B - تترسب مادة  $PbSO_4$  على الأقطاب  
C - تتحول الطاقة الكيميائية إلى كهربائية  
D - يختزل قطب الرصاص

16) خلية فولتية يحدث فيها التفاعل التالي  $3Ni^{2+} + 2Cr \rightarrow 3Ni + 2Cr^{3+}$  فإنه يحدث ؟

- A - تأكسد لقطب النيكل  
B - انخفاض لتركيز أيونات الكروم  
C - اختزال لقطب الكروم  
D - اختزال لأيونات النيكل

17) عندما يعاد شحن خلية قابلة لإعادة الشحن فإنها تعمل كخلية ؟

- A - وقود  
B - إلكتروليتيّة  
C - فولتية  
D - جلفانية

18) خلية فولتية تتكون من نصفين أحدهما  $Co/Co^{2+}$  و الآخر  $Cu/Cu^{2+}$  جهد اختزال  $Co^{2+} = -0.28 V$

و جهد اختزال  $Cu^{2+} = 0.34 V$  ، فإنه يحدث ؟

- A - أكسدة لقطب النحاس  
B - أكسدة لقطب الكوبلت  
C - اختزال لقطب النحاس  
D - أكسدة لأيونات الكوبلت

18	17	16	15	14	13	12	11	10	9
B	B	D	B	D	A	B	B	B	A



19) أى الفلزات التالية يستخدم فى الحماية الكاثودية للحديد ؟

(نهائى 2012)

- A - النحاس B - الفضة C - المغنسيوم D - الكوبلت

20) ما القطب الذى يمثل الأنود فى البطاريات القلوية ؟

(مؤجل 2012)

- A - مسحوق الخارصين مع هيدروكسيد البوتاسيوم  
B - ساق من الألومنيوم  
C - مسحوق المنجنيز مع هيدروكسيد البوتاسيوم  
D - ساق من الكربون

21) لا يمكن أن تتدفق الالكترونات فى خلية فولتية ، إذا كان نصفا الخلية :

(مؤجل 2012)

- A - معزولين عن بعضهما  
B - أقطابهما من مادتين مختلفتين  
C - جهود اختزال أقطابهما مختلفة  
D - متصلين بواسطة حاجز مسامي

22) أى من الأشكال التالية يحدث فيه تآكل للحديد :

(إعادة 2012)



23) عند استخدام بطارية السيارة لإنتاج الكهرباء ، أى التالية لا يحدث ؟

(إعادة 2012)

- A - استهلاك  $H_2SO_4$  B - أكسدة الرصاص C - ترسب  $PbSO_4$  على الأقطاب D - أكسدة  $PbO_2$

(تدريبي 2012)

24) أى مما يلى ليس من وظائف القنطرة الملحية ؟

- A - تسمح بمرور الأيونات بين نصفى الخلية  
B - تسمح بمرور الالكترونات فى الخلية  
C - تحافظ على التوازن الأيونى بين نصفى الخلية  
D - تمنع الاختلاط بين ذرات فلز التفاعل النصفى و أيونات الآخر

(تدريبي 2012)

25) أى العبارات التالية صحيحة فيما يتعلق بالتحليل الكهربائى للماء ؟

- A - ينتج غاز  $H_2$  عند الأنود  
B - ينتج غاز  $O_2$  عند الكاثود  
C - يصبح المحلول قاعدياً  
D - التفاعل غير تلقائى

(تدريبي 2013)

26) ما نوع الطاقة المنطلقة عند انتقال الالكترون بين مادتين متصلتين فى تفاعلات الأكسدة - اختزال ؟

- A - ضوئية B - حرارية C - حركية D - ضوئية و حركية

(تدريبي 2013)

27) ما الفلز المناسب لتغليف الفولاذ لحمايته من التآكل ؟

- A - النحاس B - الفضة C - الخارصين D - الزنق

(تدريبي 2013)

28) ما القطب الذى يحدث عنده التفاعل التالى فى بطارية السيارة ؟



- A - الأنود أثناء التفريغ B - الكاثود أثناء التفريغ C - الأنود أثناء الشحن D - الأنود أثناء التشغيل

(تدريبي 2013)

29) أى من الالكترونوليتات التالية يستخدم فى عملية الطلاء الكهربائى لخاتم من الحديد بطبقة من الفضة ؟

- A -  $FeSO_4$  B -  $Fe(NO_3)_2$  C -  $AgNO_3$  D -  $HNO_3$

19	20	21	22	23	24	25	26	27	28	29
C	A	A	B	D	B	D	B	C	C	C

لا تنسونا من صالح الدعاء



(30) أى من التالية لا يعد من وظائف القنطرة الملحية أو الحاجز المسامي ؟

A - منع تجمع الشحنة على القطبين

B - السماح بحركة الأيونات فى المحلول

C - حرية حركة الالكترونات فى المحلول

D - تحول الطاقة من حرارية إلى كهربائية

(31) ما الكاثود المستخدم فى البطارية القلوية ؟

$\text{NH}_4\text{Cl}$  - D

$\text{KOH}$  - C

$\text{MnO}_2$  B

$\text{Zn}$  - A

(32) أى من الفلزات التالية لا يمكن وصله بأنابيب النفط لحمايتها من التآكل؟

$\text{Cu}$  - D

$\text{Cr}$  - C

$\text{Zn}$  - B

$\text{Mg}$  - A

(33) ما الذى ينتج عند الأنود فى خلية تحليل الماء كهربائياً ؟

A - يتأكسد الماء و يتصاعد غاز  $\text{H}_2$

B - يتأكسد الماء و يتصاعد غاز  $\text{O}_2$

C - يتأكسد الماء و ينتج أيونات  $\text{OH}^-$

D - يتأكسد الماء و يتصاعد  $\text{O}_2$  و  $\text{H}_2$

(34) أى مما يلى يعبر عن نصف خلية كهربائية صحيحة ؟

$\text{CuSO}_4/\text{Cu}^{2+}$  - D

$\text{AgNO}_3/\text{Ag}^+$  - C

$\text{CuSO}_4/\text{Cu}$  - B

$\text{NaNO}_3/\text{Zn}$  - A

(35) ما الأقطاب المكونة لخلية قيمة  $E^\circ$  فيها  $+0.05 \text{ V}$

(  $\text{Ag}^+ = +0.80 \text{ V}$  ) (  $\text{Hg}^{2+} = +0.85 \text{ V}$  ) (  $\text{Cu}^{2+} = +0.34 \text{ V}$  ) (  $\text{Mg}^{2+} = -2.37 \text{ V}$  )

$\text{Hg}$  &  $\text{Mg}$  - D

$\text{Hg}$  &  $\text{Ag}$  - C

$\text{Mg}$  &  $\text{Cu}$  - B

$\text{Ag}$  &  $\text{Cu}$  - A

(36) ما الميزة التى يحققها غياب ساق الكريون من البطارية القلوية ؟

A - كفاءة عالية

B - حجم كبير

C - مرونة عالية

D - حجم صغير

(37) ما نوع الخلية الكهروكيميائية الناتجة ، عند إعادة شحن بطارية السيارة ؟

A - الكتروليتية

B - فولتية

C - قلوية

D - وقود

37	36	35	34	33	32	31	30
A	D	C	B	B	D	B	C

<http://alainphysics.blogspot.ae/>

<http://www.facebook.com/mr.m7md.mo7sn>

# أسألكم الدعاء بالرحمة و المغفرة لوالدى

يمكنك تسجيل إعجاب Like بصفحة الفيس بوك <http://www.facebook.com/mr.m7md.mo7sn>

لضمان وصول ملازم الفصول التالية إليك مباشرة ، بالتوفيق للجميع إن شاء الله



## من أسئلة الامتحانات - أسئلة التعليل

1	الامتحان النهائي 2008	تتفاعل أيونات الحديد $Fe^{2+}$ مع الخارصي Zn و لا تتفاعل مع Sn ؟
2	الامتحان التدريبي 2009	فسر لماذا تعد جلفنة الحديد من أفضل طرق وقاية التآكل ؟
3	الامتحان التدريبي 2009	يعد استخدام الأنود المتآكل وسيلة لمنع التآكل ؟
4	الامتحان النهائي 2010	بالرغم من حدوث تفاعل أكسدة و اختزال ، لا تنتج طاقة كهربائية عند غمس ساق من الخارصين في محلول كبريتات النحاس ؟
5	الامتحان التدريبي 2011	البطاريات القلوية أصغر حجماً من خلايا الخارصين – كربون الجافة ؟

### الإجابات

1	لأن جهد الاختزال لـ $Fe^{2+}$ أعلى من جهد الاختزال لـ $Zn^{2+}$ و أقل من جهد اختزال $Sn^{2+}$
2	لأن الخارصين ( أنشط من الحديد ) فعند حدوث خدش في طبقة الطلاء ، يتكون خلية فولتية يكون الخارصين هو الأنود و الحديد هو الكاثود فيتأكسد الخارصين بسهولة أكبر من الحديد مانحاً إلكترونات للحديد و يمنع من التآكل .
3	لأنه يتأكسد بسهولة أكبر من الفلز المراد حمايته ، فيمنح إلكترونات لهذا الفلز فيمنعه من أن يتأكسد .
4	لأن تفاعلي الأكسدة و الاختزال يحدثان في وعاء واحد غير مفصولين بحاجز مسامي أو قنطرة ملحبة و بالتالي تنتقل الإلكترونات مباشرة من الأكسدة إلى الاختزال فتنتج طاقة حرارية و لا تنتج طاقة كهربائية .
5	لأن البطاريات القلوية لا تحتوى على ساق كربون ككاثود كما في خلايا الخارصين – كربون الجافة .

<http://alainphysics.blogspot.ae/>

<http://www.facebook.com/mr.m7md.mo7sn>



## من أسئلة الامتحانات - أسئلة التعليل

6	الامتحان التدريبي 2011	لا يمكن شحن بطاريات المرمك الرصاصى بشكل غير محدود ؟
7	الامتحان المؤجل 2011	نجاح صناعة الالومنيوم فى دولة الإمارات العربية المتحدة ؟
8	الامتحان الإعادة 2012	تجمع الخلايا القابلة لإعادة الشحن بين الخلايا الفولتية و الخلايا الإلكتروليتية معاً ؟
9	الامتحان التدريبي 2012	عند طلاء ملعقة من الحديد بطبقة من الفضة فإننا نوصل الملعقة بالقطب السالب فى خلية الطلاء؟
10	الامتحان التدريبي 2013	ضرورة وجود قطرة ملحية أو حتجز مسامى فى الخلايا الفولتية ؟
12	الامتحان النهائى 2013	تطلى الفلزات كهربانيا لمنع حدوث التآكل ، برر ذلك ؟
13	الامتحان التدريبي 2014	تعد الجلفنة احدى الوسائل الهامة منع تآكل الحديد ؟

## الإجابات

6	لأن كبريتات الرصاص ( II ) المتكونة أثناء انتاج الطاقة الكهربائية تتكون فى شكل مسحوق أبيض بعض منه يتساقط خلال سير السيارة و بالتالى لا تعود كميته كافية لإعادة شحن البطارية .
7	نظراً لتوفر الطاقة الكهربائية بالدولة و التى تجعل انتاج الألومنيوم مقبول اقتصادياً .
8	لأنها عندما تحول الطاقة الكيميائية إلى طاقة كهربائية تعمل كخلية فولتية ، و عندما يعاد شحنها فتعمل كخلية الكتروليتية محولة الطاقة الكهربائية إلى كيميائية .
9	لأنها تعد كاثوداً فيحدث عندها اختزال فتترسب كاتيونات الفضة على سطحها
10	حفظ التوازن الأيونى - منع تجمع الشحنة على القطبين - إغلاق الدائرة- تسمح بحركة الأيونات
13	لأن الفلز المطلى به سيكون أنوداً فى خلية جلفانية فيتأكسد و يتآكل و يكون الفلز الأصلى محمياً .
14	لأنه يستخدم فيها فلز له جهد اختزال أقل من جهد اختزال الحديد ، و هو الخارصين ، لذا يتأكسد بسهولة فيمثل حماية كاثودية للحديد .



## من أسئلة الامتحانات - أسئلة الترتيب

1	الامتحان النهائي 2008	<p>♦ رتب العناصر الآتية تنازلياً حسب قوتها كعوامل مختزلة :</p> <p>Ag ( E° = + 0.80 V ) , Pb ( E° = - 0.13 V ) , Cu ( E° = + 0.34 V )</p> <p>الأقل :</p>								
2	الامتحان الإعادة 2008	<p>♦ رتب العناصر الآتية تصاعدياً حسب قوتها كعوامل مؤكسدة :</p> <p>Na<sup>+</sup> ( E° = - 2.71 V ) , Hg<sup>2+</sup> ( E° = + 0.85 V ) , Mg<sup>2+</sup> ( E° = - 2.37 V )</p> <p>الأقل :</p>								
3	الامتحان التجريبي 2009	<p>♦ رتب تصاعدياً الأيونات التالية حسب قوتها كعوامل مؤكسدة علماً بأن جهود الاختزال القياسية كالتالي :</p> <p>Cu<sup>2+</sup> ( E° = + 0.34 V ) , Ag<sup>+</sup> ( E° = + 0.80 V )</p> <p>Pb<sup>2+</sup> ( E° = - 0.13 V ) , Mg<sup>2+</sup> ( E° = - 2.37 V )</p> <p>الأقل :</p>								
4	الامتحان المؤجل 2012	<p>♦ رتب تصاعدياً حسب سهولة اختزال الكاتيون :</p> <table border="1" style="margin: auto;"> <tr> <td>Mg<sup>2+</sup></td> <td>Cu<sup>2+</sup></td> <td>Pb<sup>2+</sup></td> <td>الأيون</td> </tr> <tr> <td>- 2.37</td> <td>0.34</td> <td>- 0.13</td> <td>جهد الاختزال V</td> </tr> </table> <p>H<sup>+</sup> , Mg<sup>2+</sup> , Cu<sup>2+</sup> , Pb<sup>2+</sup></p> <p>الأقل :</p>	Mg <sup>2+</sup>	Cu <sup>2+</sup>	Pb <sup>2+</sup>	الأيون	- 2.37	0.34	- 0.13	جهد الاختزال V
Mg <sup>2+</sup>	Cu <sup>2+</sup>	Pb <sup>2+</sup>	الأيون							
- 2.37	0.34	- 0.13	جهد الاختزال V							
5	امتحان الإعادة 2012	<p>♦ رتب تصاعدياً تبعاً لقيمة جهد الخلية :</p> <table border="1" style="margin: auto;"> <tr> <td>Al<sup>3+</sup></td> <td>Cu<sup>2+</sup></td> <td>Zn<sup>2+</sup></td> <td>الأيون</td> </tr> <tr> <td>-1.66</td> <td>0.34</td> <td>-0.76</td> <td>جهد الاختزال V</td> </tr> </table> <p>Al<sub>(s)</sub> / Al<sup>3+</sup><sub>(aq)</sub> // Cu<sup>2+</sup><sub>(aq)</sub> / Cu<sub>(s)</sub> ، Al<sub>(s)</sub> / Al<sup>3+</sup><sub>(aq)</sub> // H<sup>+</sup><sub>(aq)</sub> / H<sub>2(g)</sub></p> <p>H<sub>2(g)</sub> / H<sup>+</sup><sub>(aq)</sub> // Cu<sup>2+</sup><sub>(aq)</sub> / Cu<sub>(s)</sub> ، Zn<sub>(s)</sub> / Zn<sup>2+</sup><sub>(aq)</sub> // H<sup>+</sup><sub>(aq)</sub> / H<sub>2(g)</sub></p> <p>الأقل :</p>	Al <sup>3+</sup>	Cu <sup>2+</sup>	Zn <sup>2+</sup>	الأيون	-1.66	0.34	-0.76	جهد الاختزال V
Al <sup>3+</sup>	Cu <sup>2+</sup>	Zn <sup>2+</sup>	الأيون							
-1.66	0.34	-0.76	جهد الاختزال V							
6	الامتحان التدريبي 2012	<p>♦ رتب تصاعدياً حسب سهولة اكسدتها :</p> <table border="1" style="margin: auto;"> <tr> <td>Ag<sup>+</sup></td> <td>Ca<sup>2+</sup></td> <td>Fe<sup>2+</sup></td> <td>الأيون</td> </tr> <tr> <td>0.8</td> <td>-2.76</td> <td>-0.41</td> <td>جهد الاختزال V</td> </tr> </table> <p>هيدروجين - حديد - كالسيوم - فضة</p> <p>الأقل :</p>	Ag <sup>+</sup>	Ca <sup>2+</sup>	Fe <sup>2+</sup>	الأيون	0.8	-2.76	-0.41	جهد الاختزال V
Ag <sup>+</sup>	Ca <sup>2+</sup>	Fe <sup>2+</sup>	الأيون							
0.8	-2.76	-0.41	جهد الاختزال V							

### الإجابات

1	الأقوى : $\text{Pb} \leftarrow \text{Cu} \leftarrow \text{Ag}$ الأضعف
2	الأضعف : $\text{Na}^+ \leftarrow \text{Mg}^{2+} \leftarrow \text{Hg}^{2+}$ الأقوى
3	أضعف عامل مؤكسد : $\text{Ag}^+ \leftarrow \text{Cu}^{2+} \leftarrow \text{Pb}^{2+} \leftarrow \text{Mg}^{2+}$ أقوى عامل مؤكسد
4	الأقل : $\text{Mg}^{2+} \leftarrow \text{Pb}^{2+} \leftarrow \text{H}^+ \leftarrow \text{Cu}^{2+}$
5	الأقل : $\text{Zn}_{(s)} / \text{Zn}^{2+}_{(aq)} // \text{H}^+_{(aq)} / \text{H}_{2(g)} \leftarrow \text{H}_{2(g)} / \text{H}^+_{(aq)} // \text{Cu}^{2+}_{(aq)} / \text{Cu}_{(s)} \leftarrow \text{Al}_{(s)} / \text{Al}^{3+}_{(aq)} // \text{H}^+_{(aq)} / \text{H}_{2(g)} \leftarrow \text{Al}_{(s)} / \text{Al}^{3+}_{(aq)} // \text{Cu}^{2+}_{(aq)} / \text{Cu}_{(s)}$
6	الأقل : فضة $\leftarrow$ هيدروجين $\leftarrow$ حديد $\leftarrow$ كالسيوم



من أسئلة الامتحانات - أسئلة البدائل

1	الامتحان التدريبي 2011	الطلاء الكهربائي - تآكل الحديد في الهواء - انتاج الألومنيوم من البوكسيت - التحليل الكهربائي للماء ♦ البديل : ♦ التبرير :
2	الإمتحان النهائي 2012	جرافيت مسامي - حمض كبريتيك - محلول هيدروكسيد بوتاسيوم - غاز الهيدروجين ( من حيث تركيب البطاريات ) ♦ البديل : ♦ التبرير :
3	الامتحان المؤجل 2012	خلية وقود - خلية هول - هيرولت - خلية الخارصين كاربون الجافة - خلية دانييل ♦ البديل : ♦ التبرير :
4	امتحان الإعادة 2012	 ♦ البديل : ♦ التبرير :
5	الامتحان التدريبي 2012	نواتجها آمنة بيئياً - يمكن أن تعمل للأبد - فعالة جداً - صغيرة جداً ( من حيث مميزات الخلايا ) ♦ البديل : ♦ التبرير :

الإجابات

1	♦ البديل : تآكل الحديد في الهواء ♦ التبرير : تمثل خلية فولتية بينما الباقي يمثل خلية إلكتروليتيّة .
2	♦ البديل : حمض الكبريتيك ♦ التبرير : لأنه لا يدخل في تركيب خلايا الوقود و الباقي يدخل في تركيبها .
3	♦ البديل : خلية هول - هيرولت ♦ التبرير : لأنها تمثل خلية إلكتروليتيّة بينما الباقي خلية فولتية .
4	♦ البديل : خلية رقم 3 ♦ التبرير : لأنها لا تمثل خلية فولتية و الباقي يمثل خلية فولتية .
5	♦ البديل : صغيرة جداً ♦ التبرير : لأنها من مميزات خلية الزنك و الباقي من مميزات خلايا الوقود .



الامتحان النهائي للفصل الدراسي الثاني 2007 - 2008

خلية فولتية مكونة من قطب من ( Mg ) في محلول كبريتات المغنيسيوم (  $MgSO_4$  ) و قطب من ( Cu ) في محلول كبريتات النحاس (  $CuSO_4$  )

• أولاً : بين بالرسم : ☐ الكاثود و الأنود ☐ اتجاه حركة الإلكترونات



• ثانياً : احسب جهد الخلية علماً بأن جهدي الاختزال (  $E^\circ = - 2.37 V$  ) ,  $Cu^{2+}$  (  $E^\circ = + 0.34 V$  ) ؟

الامتحان النهائي للفصل الدراسي الثاني 2007 - 2008

تم تصميم عدد من الخلايا الكهروكيميائية و سُجلت البيانات على شكل رموز اصطلاحية في الجدول الآتي ، مستخدماً البيانات في لجدول أجب عما يأتي :

الرقم	$E^\circ$ للخلية	الخلية
1	+0.35	$Zn/Zn^{2+} // Fe^{2+}/Fe$
2	+1.61	$Mg/Mg^{2+} // Zn^{2+}/Zn$
3	-0.18	$Ni/Ni^{2+} // Fe^{2+}/Fe$
4	+0.62	$Zn/Zn^{2+} // Sn^{2+}/Sn$
5	-0.46	$Ag/Ag^+ // Cu^{2+}/Cu$

• أي الخلايا تمثل خلية تحليل كهربائي ؟

• حدد الفلز الذي يمثل الكاثود في الخلية رقم ( 1 ) ؟

• ما نوع قطب الخارصين في الخلية رقم ( 2 ) و ( 4 ) ؟

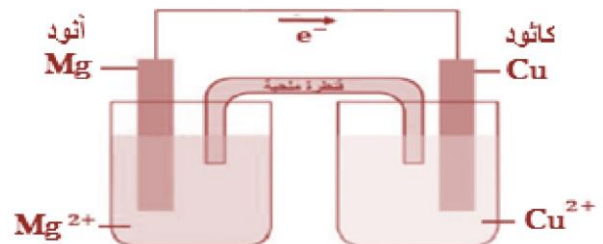
• ما الفلز الذي سيوصل بالقطب السالب من البطارية في الخلية رقم ( 5 ) ؟

الامتحان النهائي للفصل الدراسي الثاني لعام 2007 - 2008

- أي الخلايا تمثل خلية تحليل كهربائي ؟ 3, 5
- حدد الفلز الذي يمثل الكاثود في الخلية رقم ( 1 ) ؟  $Fe$
- ما شحنة قطب الخارصين في الخلية رقم ( 2 ) و ( 4 ) ؟
- في الخلية رقم 2 ( كاثود )
- في الخلية رقم 4 ( أنود )
- الفلز الذي سيوصل بالقطب السالب في الخلية رقم ( 5 ) ؟  $Cu$

0544555703

الامتحان النهائي للفصل الدراسي الثاني لعام 2007 - 2008



$$E^\circ_{\text{الخلية}} = E^\circ_{\text{كاثود}} - E^\circ_{\text{أنود}} = (+ 0.34) - (- 2.37) = 2.17 V$$

## امتحان الإعادة للفصل الدراسي الثاني لعام 2007 - 2008

- خلية فولتية مكونة من قطب كادميوم في محلول كبريتات كاديوم  $\text{CdSO}_4$  و قطب ألومنيوم في محلول كبريتات ألومنيوم  $\text{Al}_2(\text{SO}_4)_3$  ، علما بأن :  $E^\circ_{\text{Al}^{3+}} = -0.40 \text{ V}$  ,  $(E^\circ_{\text{Cd}^{2+}} = -1.66 \text{ V})$  أجب عما يلي :
- أولاً : بين بالرسم : ☐ الكاثود و ☐ الأنود ☐ اتجاه حركة الإلكترونات

• ثانياً : اكتب المعادلة النهائية للتفاعل ؟

## امتحان الإعادة للفصل الدراسي الثاني لعام 2007 - 2008

موظفاً البيانات في الجدولين ( أ و ب ) أجب عما يليهما :

الجدول (أ)

القطب B	القطب A	الخلية
Ag	Fe	1
Fe	Zn	2
Mg	Ag	3

الجدول (ب)

$E^\circ (\text{V})$	تفاعل نصف الخلية
- 0.41	$\text{Fe}^{2+} + 2e^- \longrightarrow \text{Fe}$
- 0.76	$\text{Zn}^{2+} + 2e^- \longrightarrow \text{Zn}$
+ 0.80	$\text{Ag}^+ + e^- \longrightarrow \text{Ag}$
- 2.37	$\text{Mg}^{2+} + 2e^- \longrightarrow \text{Mg}$

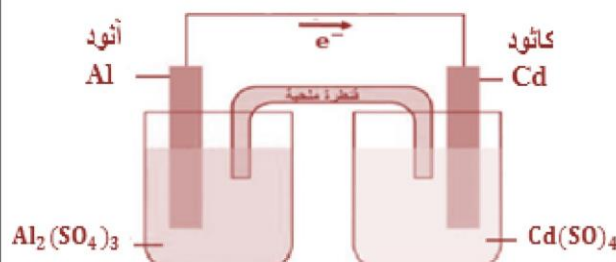
- 1 - أي القطبين ( Fe أم Ag ) يمثل الكاثود في الخلية رقم ( 1 ) ؟
- 2 - أي الفلزات ( Fe ، Ag ، Zn ) الأقوى كعامل مختزل ؟
- 3 - ما رقم الخلية التي تعطى أعلى جهد كهربائي ؟
- 4 - ما رقم الخلية التي تعطى أقل جهد كهربائي ؟

### امتحان الإعادة للفصل الدراسي الثاني لعام 2007 - 2008

- 1 - أي القطبين يمثل الكاثود في الخلية رقم ( 1 ) ؟ Ag
- 2 - أي الفلزات ( Fe ، Ag ، Zn ) الأقوى كعامل مختزل ؟ Zn
- 3 - ما رقم الخلية التي تعطى أعلى جهد كهربائي ؟ 3
- 4 - ما رقم الخلية التي تعطى أقل جهد كهربائي ؟ 2

**Mr : Mohamed Mohsen**  
**0544555703**

### امتحان الإعادة للفصل الدراسي الثاني لعام 2007 - 2008



• المعادلة النهائية :  $2 \text{Al} + 3 \text{Cd}^{2+} \rightarrow 2 \text{Al}^{3+} + 2 \text{Cd}$



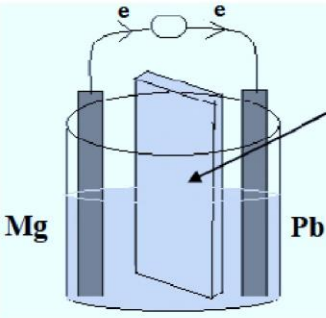
## الامتحان التجريبي 1 للفصل الدراسي الثاني لعام 2008 - 2009

وضح بالرسم كيف يمكنك عمل طلاء كهربائي لسلسلة معدنية بالفضة مع تتعين أجزاء الخلية و المواد المستخدمة .



## الامتحان التجريبي 1 للفصل الدراسي الثاني لعام 2008 - 2009

خلية جلفانية يعبر عنها بالتفاعل :  $Pb^{2+} + Mg \rightarrow Pb + Mg^{2+}$  و المطلوب :



• ما أهمية الجزء المشار إليه على الرسم ؟

• كتابة التفاعلات التي تحدث عند كل من :

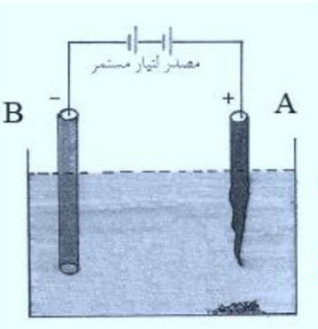
← الأنود :

← الكاثود :

• حساب جهد أكسدة الماغنسيوم إذا علمت أن جهد أكسدة إختزال الرصاص  $0.13 V$  - و القوة المحركة الكهربائية  $2.23 V$  ؟

## الامتحان التجريبي 2 للفصل الدراسي الثاني لعام 2008 - 2009

الشكل التالي يوضح عملية طلاء قضيب من الحديد بطبقة من الفضة ، ثم أجب عما يأتي :



1- مما يتكون كل من القطبين ( B , A ) ؟

2 - فسر : لايتوقع حدوث تغير على تركيز أيونات الفضة في المحلول من جراء عملية التحليل

الكهربائي ؟

### الامتحان التجريبي 2 لعام 2008 - 2009

• A الأنود و هو الفضة

• B الكاثود و هو قضيب الحديد

2 - لأن الأنود و هو الفضة يحدث له عملية أكسدة و يتحول لكاتيونات الفضة التي يجذبها الكاثود سالب الشحنة و يحولها لذرات فضة تترسب على قضيب الحديد مما يجعل تركيز أيونات الفضة في المحلول ثابت لا يتغير تقريباً .

### الامتحان التجريبي 1 لعام 2008 - 2009

• أهمية الجزء المشار إليه على الرسم :

- إغلاق الدائرة الكهربائية .

- المحافظة على التوازن الأيوني بين نصفي

الخلية بحيث لا تتجمع الشحنة في الخلية

و يتوقف التفاعل قبل الآوان .

• الأنود :  $Mg \rightarrow Mg^{2+} + 2e^{-}$

• الكاثود :  $Pb^{2+} + 2e^{-} \rightarrow Pb$

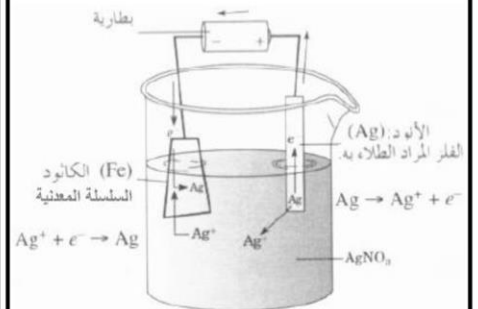
•  $E^0_{\text{أنود}} = E^0_{\text{كاثود}} - E^0_{\text{خلية}}$

$E^0_{\text{أنود}} = E^0_{\text{كاثود}} - E^0_{\text{خلية}}$

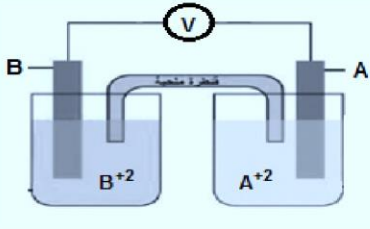
$E^0_{\text{أنود}} = (-0.13) - (2.24) = -2.37 V$

• جهد أكسدة الماغنسيوم :  $+2.37 V$

### الامتحان التجريبي 1 لعام 2008 - 2009



## الامتحان التجريبي 2 للفصل الدراسي الثاني لعام 2008 - 2009



الشكل التالي يمثل خلية جلفانية يمثلها التفاعل التالي :  $A + B^+ \rightarrow A^+ + B$

• إذا علمت أن جهد اختزال  $A = -1.6 \text{ V}$  و جهد الخلية  $E^0$  تساوي  $2.4 \text{ V}$

فاحسب جهد الاختزال القياسي لـ B ؟

• اكتب معادلة نصف التفاعل التي تحدث عن الكاثود و الأنود و حدد إشارة كل منهما ؟

• حدد اتجاه حركة الإلكترونات على الرسم ؟

## الامتحان التجريبي 2 للفصل الدراسي الثاني لعام 2008 - 2009

إذا أعطيت أربعة صفائح صغيرة للفلزات الافتراضية (A,B,C,D) لتكوين الخلايا الجلفانية الممكنة التالية رتب هذه العناصر تصاعدياً حسب قوتها كعوامل مختزلة اعتماداً على ما يلي :

- الفلزان (A,B) يكونان الخلية ذات أعلى فرق جهد ، بينما الفلزان (C,D) الخلية ذات أقل فرق جهد .
- تتحرك الإلكترونات في الخلية المكونة من الفلزين (A,D) من القطب A إلى القطب D .
- تتحرك الأيونات الموجبة في المحلول باتجاه القطب D في خليته مع العنصر C .

### الامتحان التجريبي 2 للفصل الدراسي الثاني لعام 2008 - 2009

الأضعف B ثم D ثم C ثم A الأقوى

<http://alainphysics.blogspot.ae/>

<http://www.facebook.com/mr.m7md.mo7sn>

**Mr : Mohamed Mohsen**  
**WhatsApp : 0508304382**

### الامتحان التجريبي 2 للفصل الدراسي الثاني لعام 2008 - 2009

• جهد الاختزال القياسي لـ B

$$\begin{aligned} E^0_{\text{خلية}} &= E^0_{\text{أنود}} - E^0_{\text{كاثود}} \\ 2.4 \text{ V} &= E^0_{\text{كاثود}} - (-1.6 \text{ V}) \\ E^0_{\text{كاثود}} &= 2.4 - 1.6 = 0.8 \text{ V} \end{aligned}$$

• الأنود و الكاثود و معادلتهم :

A : الأنود و اشارته سالبة  $A \rightarrow A^+ + e^-$

B : الكاثود و اشارته موجبة  $B^+ + e^- \rightarrow B$

• اتجاه حركة الإلكترونات : من A إلى B

أ. محمد محسن محمد



## الامتحان النهائي للفصل الدراسي الثاني لعام 2008 - 2009

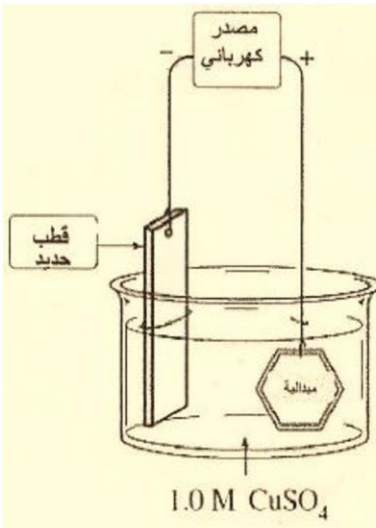
اجرى عدد من الطلاب مجموعة من التجارب و سجلوا ملاحظاتهم فى الجدول التالى وظفها للإجابة عما يلى :

$Cu^{2+} + Zn$	تكون راسب
$2Ag + Cu^{2+}$	لا تفاعل
$Zn^{2+} + Mn$	تكون راسب
$Fe^{2+} + Zn$	تكون راسب
$Cu + H_2SO_4$	لا تفاعل

- 1- أي الفلزات فى الجدول الأقوى كعامل مختزل ؟
- 2- اختر فلزين يمكن استخدامهما لعمل خلية فولتية لها أكبر جهد كهربائي ؟
- 3- أي الفلزات يُستخدم لمنع تآكل أنابيب الفولاذ بطريقة الجلفنة ؟
- 4- إذا علمت أن جهد اختزال  $Cu^{2+}$  ( 0.34 V ) فما قيمة جهد الخلية المكونة من قطب نحاس و قطب هيدروجين قياسيين ؟

## الامتحان النهائي للفصل الدراسي الثاني لعام 2008 - 2009

أراد طالب أن يطلى ميدالية حديد بطبقة من النحاس فى مختبر الكيمياء ، فقام الطالب بتركيب خلية إلكترولية كما فى الشكل و بعد مرور فترة زمنية وجد أنه لم تحدث عملية الطلاء . ما الأخطاء التى تظهر فى الشكل مع تصويبها ؟



• اكتب التفاعل الحادث عند الكاثود بعد تصويب الأخطاء ؟

### الامتحان النهائي للفصل الدراسي الثاني لعام 2008 - 2009

• الأخطاء التى تظهر فى الشكل مع تصويبها :

- قطب الحديد يجب أن يكون قطب نحاس .
- الميدالية المتصلة بالقطب الموجب يجب توصيلها بالقطب السالب
- توصيل قطب النحاس بالقطب الموجب ( الأنود )

• التفاعل عند الكاثود :



### الامتحان النهائي للفصل الدراسي الثاني لعام 2008 - 2009

- 1- الفلز الأقوى كعامل مختزل : Mn
- 2- الفلزين يمكن استخدامهما لعمل خلية فولتية لها أكبر جهد كهربائي : Mn - Ag
- 3- الفلز المستخدم لمنع تآكل أنابيب الفولاذ بطريقة الجلفنة : Zn
- 4- جهد الخلية :

$$E^0_{\text{خلية}} = E^0_{\text{كاثود}} - E^0_{\text{أنود}} = (+0.34) - (0.00) = +0.34 \text{ V}$$

أ. محمد محسن محمد

## الامتحان النهائي للفصل الدراسي الثاني لعام 2009 - 2010

معتدماً على البيانات في الجدول التالي أجب عن الفقرات ( 1 - 4 ) التي تليه :

أنصاف الخلايا	$Fe^{2+} / Fe$	$Cr^{3+} / Cr$	$Ag^+ / Ag$	$Al^{3+} / Al$
جهد الاختزال V	-0.41	-0.74	+0.80	-1.66

1 - ما العنصران اللذان يمكن استخدامهما لتكوين خلية فولتية لها أعلى جهد كهربائي ؟

2- ما اتجاه حركة الإلكترونات في الخلية الفولتية الواردة في الفقرة 1 ؟

3- اكتب الرمز الاصطلاحي للخلية المكونة من قطبي كروم وهيدروجين ؟

4- اكتب التفاعلات النصفية عند القطبين للخلية الواردة في الفقرة 3 ؟

← الأنود :

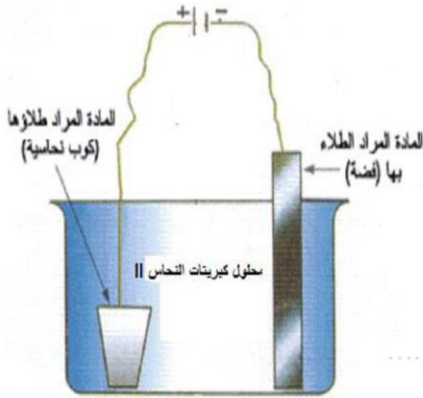
← الكاثود :

## الامتحان النهائي للفصل الدراسي الثاني لعام 2009 - 2010

أراد طالب طلاء كوب من النحاس بطبقة من الفضة فركب خلية كتروليتية كما في الشكل المجاور

و بعد مرور فترة زمنية مناسبة لم يحدث الطلاء موظفاً الشكل أجب عما يلي :

• ما الذي ينبغي تعديله كي تتم عملية الطلاء ؟



• اكتب معادلة التفاعل الحادثة عند كل من الأنود و الكاثود بعد التعديل ؟

← الأنود :

← الكاثود :

### الامتحان النهائي للفصل الدراسي الثاني لعام 2009 - 2010

• الذي ينبغي تعديله كي تتم عملية الطلاء:

- تبديل الأقطاب ، توصيل Ag بالموجب ، و الكوب بالسالب .

- تبديل المحلول إلى أي محلول يحتوي على  $Ag^+$  (  $AgNO_3$  )

• تفاعل الأنود  $Ag \rightarrow Ag^+ + e^-$

تفاعل الكاثود  $Ag^+ + e^- \rightarrow Ag$

### الامتحان النهائي للفصل الدراسي الثاني لعام 2009 - 2010

1 - الخلية الفولتية التي لها أعلى جهد كهربائي :

الخلية المكونة من  $Ag^+ / Ag$  و  $Al^{3+} / Al$

2 - اتجاه الإلكترونات [ من Al ( أنود ) ← إلى Ag ( كاثود ) ]

3 - الرمز الإصطلاحي :  $[ Cr / Cr^{3+} // H^+ / H_2 ]$

4 - تفاعل الأنود  $Cr \rightarrow Cr^{3+} + 3e^-$

تفاعل الكاثود  $2H^+ + 2e^- \rightarrow H_2$

لا تنسونا من صالح الدعاء  
أ . محمد محسن محمد



## الامتحان التدريبي 1 للفصل الدراسي الثالث لعام 2010 - 2011

تم استخدام كل من الفلزات التالية ( A , B , C ) في محاليل أملاحها المائية لعمل خلايا فولتية من فلز النيكل في محلول أحد أملاحه المائية وذلك تحت الظروف القياسية ، وكانت النتائج كما يلي :

اتجاه سريان الإلكترونات في الخلية الفولتية	قيمة $E^0$ للخلية الفولتية	قطب الخلية الفولتية
$A \rightarrow Ni$	+ 1.4 V	A – Ni
$Ni \rightarrow B$	+ 1.05 V	B – Ni
$C \rightarrow Ni$	+ 0.5 V	C – Ni

← اعتماداً على البيانات في الجدول السابق أجب عما يلي :

• رتب الفلزات السابقة متضمنة فلز النيكل تصاعدياً تبعاً لجهود اختزالها :

أقل جهد اختزال ..... ثم ..... ثم أعلى جهد اختزال

• هل يمكن حفظ محلول أحد أملاح الفلز ( C ) في وعاء النيكل ؟

برر إجابتك :

• إذا تكونت خلية فولتية من القطبين A ، B حدد حركة الإلكترونات في السلك الخارجى للخلية ؟

• احسب فرق الجهد  $E^0$  للخلية الفولتية في الفقرة السابقة ؟

## الامتحان التدريبي 2 للفصل الدراسي الثالث 2010 - 2011

أكمل جدول المقارنة الآتى :

وجه المقارنة	البطارية القلوية	خلية انتاج الألومنيوم
مادة الأنود		
مادة الكاثود		
نوع الخلية الكهروكيميائية		
نوع التفاعل الحادث عند الكاثود		
المادة الناتجة عن الأنود		

### الامتحان التدريبي 2 للفصل الدراسي الثالث لعام 2010 - 2011

وجه المقارنة	البطارية القلوية	خلية انتاج الألومنيوم
مادة الأنود	مسحوق الخارصين ( Zn )	الكربون
مادة الكاثود	$MnO_2$ ( ثاني أكسيد المنجنيز )	الفولاذ أو الكربون
نوع الخلية الكهروكيميائية	فولتية أو جلفانية	إلكترولية
نوع التفاعل الحادث عند الكاثود	اختزال	اختزال
المادة الناتجة عن الأنود	$Zn(OH)_2$ ( هيدروكسيد الخارصين )	$CO_2$ ( ثاني أكسيد الكربون )

<http://alainphysics.blogspot.ae/>

<http://www.facebook.com/mr.m7md.mo7sn>

### الامتحان التدريبي 1 للفصل الدراسي الثالث لعام 2010 - 2011

• أقل جهد اختزال  $A \leftarrow Ni \leftarrow B$  أعلى جهد اختزال

• نعم يمكن حفظ أحد أملاح الفلز C في وعاء Ni

التبرير : لأن فلز النيكل جهد اختزاله أعلى من فلز C لذلك لن يحدث تفاعل تلقائى .

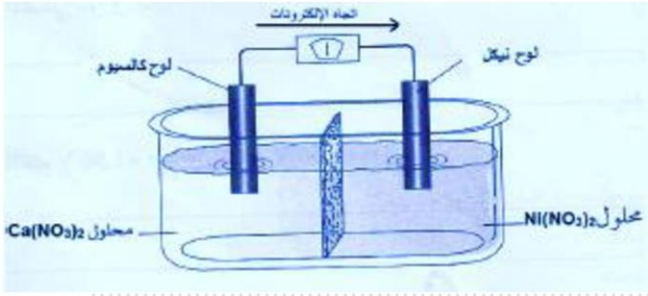
• اتجاه حركة الإلكترونات من A إلى B

• جهد الخلية :

$$\begin{array}{c}
 +1.05 \text{ V} \quad \quad +1.4 \text{ V} \\
 \swarrow \quad \quad \searrow \\
 B \quad \leftarrow \quad Ni \quad \leftarrow \quad A \\
 E^0_{\text{خلية}} = E^0_{\text{كاثود}} - E^0_{\text{أنود}} \\
 E^0_{\text{أنود}} = ( + 1.4 ) - ( + 1.05 ) = + 2.45 \text{ V}
 \end{array}$$

## الامتحان التدريبي 2 للفصل الدراسي الثالث لعام 2010 - 2011

تأمل الشكل المجاور و أجب عن الأسئلة التي تليه :



• أي لوح فلزي يمثل الأنود ؟

• اكتب التفاعل النصفى الذى يحدث عند الكاثود ؟

• اكتب الرمز الاصطلاحي للخلية ؟

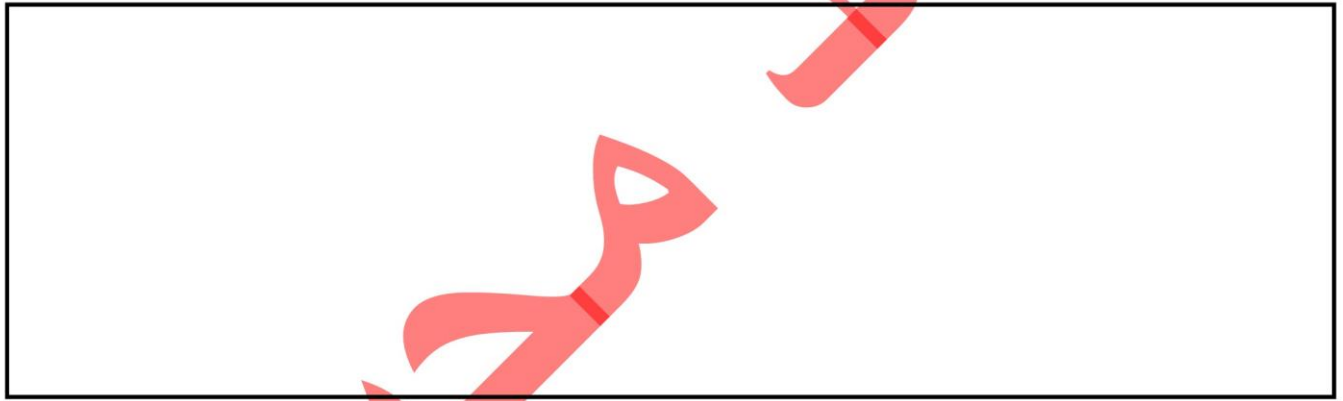
• احسب جهد اختزال  $Ca^{2+}$  علماً بأن جهد الخلية يساوى 2.53 V و جهد اختزال  $Ni^{2+}$  يساوى 0.23 V - ؟

## الامتحان المؤجل للفصل الدراسي الثالث لعام 2010 - 2011

خلية فولتية مكونة من نصفى الخليتين التاليتين : قطب حديد فى محلول  $Fe(NO_3)_3$  و قطب فضة فى محلول  $AgNO_3$

علماً أن جهد اختزال  $Ag^+ = 0.80 V$  &  $Fe^{3+} = -0.04 V$  و المطلوب :

• ارسم الخلية السابقة كاملة البيانات ؟



• احسب جهد الخلية ؟

• أى الأقطاب تقل كتلته ؟

• اكتب الرمز الاصطلاحي للخلية السابقة ؟

### الامتحان التدريبي 1 للفصل الدراسي الثالث لعام 2010 - 2011

• لوح فلزي يمثل الأنود : لوح الكالسيوم

• التفاعل النصفى عند الكاثود :  $Ni^{2+} + 2e^- \rightarrow Ni$

• الرمز الاصطلاحي للخلية :  $Ca / Ca^{2+} // Ni^{2+} / Ni$

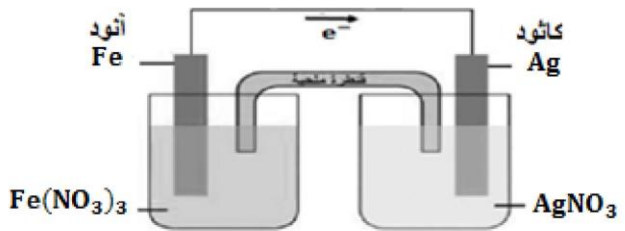
• جهد الأنود :

$$E^0_{\text{خلية}} = E^0_{\text{كاثود}} - E^0_{\text{أنود}}$$

$$E^0_{\text{أنود}} = E^0_{\text{كاثود}} - E^0_{\text{خلية}}$$

$$E^0_{\text{أنود}} = -0.23 - 2.53 = -2.76 V$$

### الامتحان التدريبي 2 للفصل الدراسي الثالث لعام 2010 - 2011



• جهد الخلية :

$$E^0_{\text{خلية}} = E^0_{\text{كاثود}} - E^0_{\text{أنود}}$$

$$E^0_{\text{خلية}} = 0.80 - (0.04) = +0.84 V$$

• أى الأقطاب تقل كتلته ؟ قطب الحديد

• الرمز الاصطلاحي للخلية ؟  $Fe / Fe^{3+} // Ag^+ / Ag$



## الامتحان النهائي للفصل الدراسي الثالث لعام 2010 - 2011

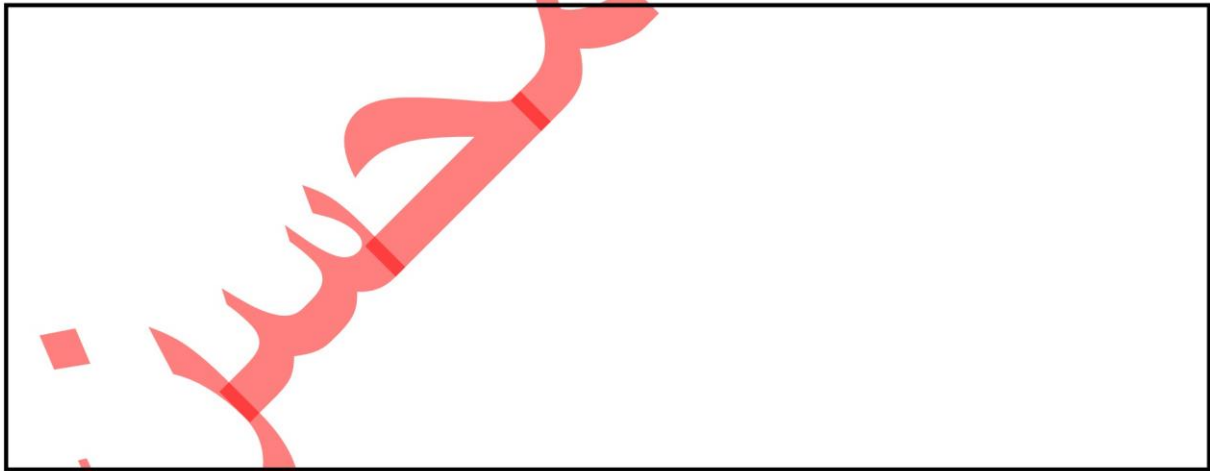
- رسم الخلية السابقة كاملة البيانات ؟  
• رسم الخلية فولتية يحدث فيها التفاعل التالي :  $Ba + Sn^{2+} \rightarrow Ba^{2+} + Sn$  ، والمطلوب :



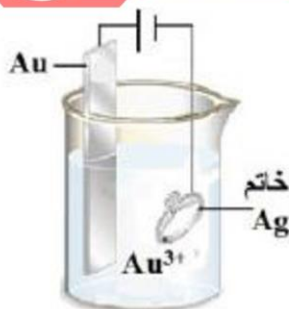
- كتابة معادلة التفاعل الذي يحدث عند الأنود ؟  
• حساب جهد الخلية علماً بأن جهد الاختزال  $Sn^{2+} = -0.14 V$  و  $Ba^{2+} = -2.90 V$

## الامتحان النهائي للفصل الدراسي الثالث لعام 2011 - 2012

- تمتلك ميرة خاتماً من الفضة كذكرى من جدتها ، وتريد أن يصبح ذا بريقاً ذهبياً فقررت طلاؤه بالذهب ، ارسم الخلية التي كونتها ميرة لطلاء الخاتم ، موضحاً الأنود والكاثود والمحللول المستخدم ؟

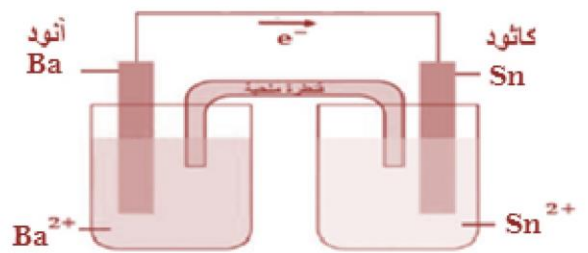


### الامتحان النهائي للفصل الدراسي الثالث لعام 2011 - 2012



- الأنود : ذهب ( المادة المراد طلاؤه بها )  
• الكاثود : الخاتم ( المادة المراد طلائها )  
• الإلكتروليت : محلول يحتوى على أيونات الذهب .

### الامتحان النهائي للفصل الدراسي الثالث لعام 2010 - 2011



- معادلة الأنود :  $Ba \rightarrow Ba^{2+} + 2e^-$   
• جهد الخلية :  
 $E^0_{\text{خلية}} = E^0_{\text{كاثود}} - E^0_{\text{أنود}}$   
 $E^0_{\text{خلية}} = -0.14 - (-2.90) = +2.76 V$

## الامتحان النهائي للفصل الدراسي الثالث لعام 2011 - 2012

رتب تصاعدياً الخلايا التالية حسب جهد الاختزال ( مستخدماً أرقامها في الترتيب )

جهود الاختزال القياسية		
$\text{Fe}^{2+}$	$\text{Ag}^{+}$	$\text{Cu}^{2+}$
-0.41V	+0.80V	+0.34V

$\text{H}_{2(g)} + 2\text{Ag}^{+}_{(aq)} \rightarrow 2\text{H}^{+}_{(aq)} + 2\text{Ag}_{(s)}$	1
$\text{Cu}_{(s)} + 2\text{Ag}^{+}_{(aq)} \rightarrow \text{Cu}^{2+}_{(aq)} + 2\text{Ag}_{(s)}$	2
$\text{Fe}_{(s)} + \text{Cu}^{2+}_{(aq)} \rightarrow \text{Fe}^{2+}_{(aq)} + \text{Cu}_{(s)}$	3
$\text{H}_{2(g)} + \text{Cu}^{2+}_{(aq)} \rightarrow 2\text{H}^{+}_{(aq)} + \text{Cu}_{(s)}$	4

• الترتيب : ( الأقل جهداً ) . ← ← ←

## الامتحان المؤجل للفصل الدراسي الثالث لعام 2011 - 2012

• خلية مكونة من قطب نحاس في محلول أملاحه وقطب الهيدروجين القياسي ( جهد اختزال  $\text{Cu}^{2+} = 0.34 \text{ V}$  ) ، المطلوب :

• ارسم الخلية كاملة البيانات ؟

• حدد اتجاه حركة الإلكترونات على الرسم ؟

• اكتب معادلة التفاعل الحادث عند كل من :

الأنود :

الكاثود :

• ماذا يحدث لتركيز كاتيونات النحاس بمرور الوقت ؟

• ما نصف الخلية الذي يمكن استبداله بنصف خلية الماغنسيوم ( جهد أكسدة الماغنسيوم  $\text{Mg} = 2.37 \text{ V}$  ) مكانه بحيث يكون

للخلية أكبر جهد ؟

الامتحان النهائي للفصل الدراسي الثالث لعام 2011 - 2012

• الأقل جهداً : 4 ← 2 ← 3 ← 1

<http://alainphysics.blogspot.ae/>

<http://www.facebook.com/mr.m7md.mo7sn>

**Mr : Mohamed Mohsen**

**0544555703**

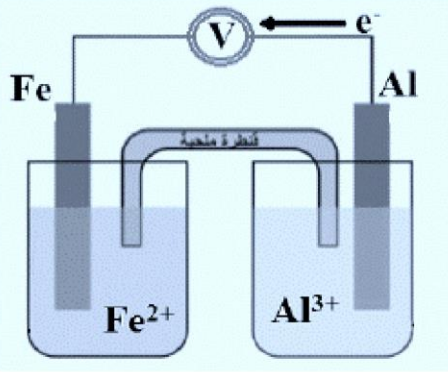
الامتحان النهائي للفصل الدراسي الثالث لعام 2011 - 2012

• معادلة الأنود :  $\text{H}_2 \rightarrow \text{H}^{+} + \text{e}^{-}$   
 • معادلة الكاثود :  $\text{Cu}^{2+} + 2\text{e}^{-} \rightarrow \text{Cu}$   
 • تركيز كاتيونات النحاس : يقل  
 • قطب الهيدروجين القياسي .



## الامتحان النهائي للفصل الدراسي الثالث لعام 2011 - 2012

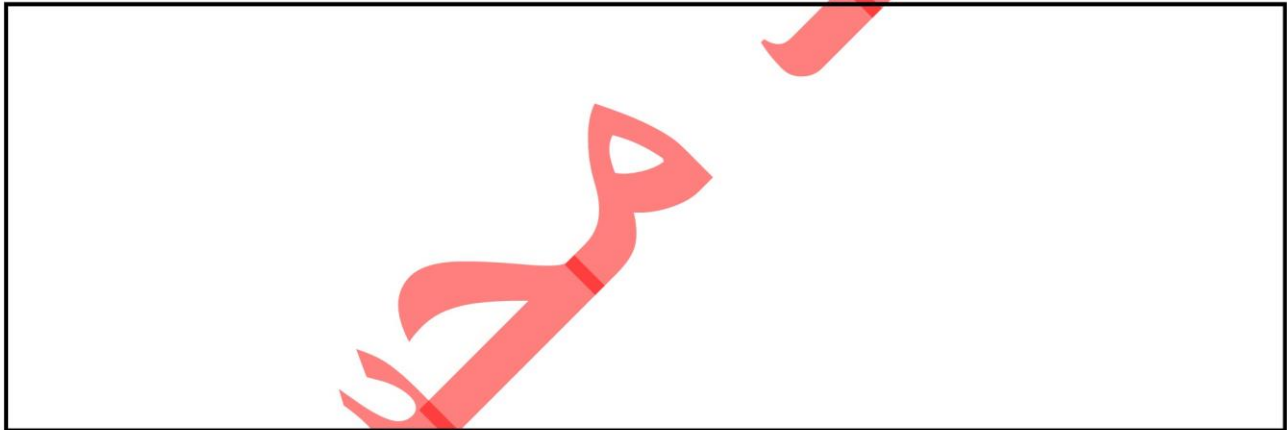
- تأمل الرسم المجاور و الذي يمثل خلية جلفانية ، ثم أجب عن الأسئلة التالية :
- حدد مادة كل من : الأنود : ..... الكاثود : .....
  - إذا علمت أن جهد الخلية =  $1.25 \text{ V}$  ، و جهد اختزال  $\text{Fe}^{2+} = -0.41 \text{ V}$  احسب جهد اختزال  $\text{Al}^{3+}$  ؟



- ماذا يحدث لكتلة لوح الحديد ؟
- برر اجابتك :
- إذا علمت أن جهد اختزال  $\text{Cu}^{2+} = +0.34 \text{ V}$  ، أى أنصاف الخلية تستبدله بنصف خلية النحاس لزيادة جهد الخلية ؟

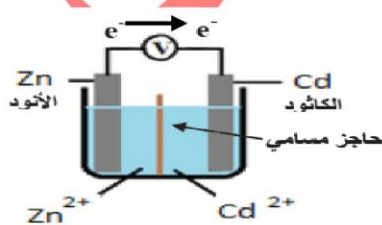
## امتحان الإعادة للفصل الدراسي الثالث لعام 2011 - 2012

- خلية فولتية مكونة من قطب كادميوم في محلول  $\text{CdSO}_4$  ، و قطب خارصين في محلول  $\text{ZnSO}_4$  ، نصفا الخليتين مفصولان بحاجز مسامي ، جهد أكسدة  $\text{Zn} = 0.76 \text{ V}$  و جهد أكسدة  $\text{Cd} = 0.40 \text{ V}$  ، المطلوب :
- ارسم الخلية السابقة كاملة البيانات ؟



- اكتب التفاعل الحادث عند الأنود ؟
- ماذا يحدث لكتلة قطب الكادميوم ؟
- احسب جهد الخلية ؟

### امتحان الإعادة للفصل الدراسي الثالث لعام 2011 - 2012



- التفاعل عند الأنود :  $\text{Zn} \rightarrow \text{Zn}^{2+} + 2e^-$
- كتلة قطب الكادميوم : تزداد
- جهد الخلية :

$$E^0_{\text{خلية}} = E^0_{\text{كاثود}} - E^0_{\text{أنود}}$$

$$E^0_{\text{خلية}} = -0.40 - (-0.76) = +0.36 \text{ V}$$

### الامتحان النهائي للفصل الدراسي الثالث لعام 2011 - 2012

- الأنود : ألومنيوم
- الكاثود : حديد
- جهد اختزال  $\text{Al}^{3+}$  :

$$E^0_{\text{خلية}} = E^0_{\text{كاثود}} - E^0_{\text{أنود}}$$

$$E^0_{\text{أنود}} = E^0_{\text{كاثود}} - E^0_{\text{خلية}}$$

$$E^0_{\text{أنود}} = -0.41 - 1.25 = -1.66 \text{ V}$$

- كتلة الحديد : تزداد ، التبرير : بسبب حدوث اختزال لكاتيونات الحديد  $\text{Fe}^{2+}$  إلى ذرات حديد Fe التي تترسب على لوح الحديد .
- فتزداد كتلته .
- نصف خلية الحديد

## امتحان الإعادة للفصل الدراسي الثالث لعام 2011 - 2012

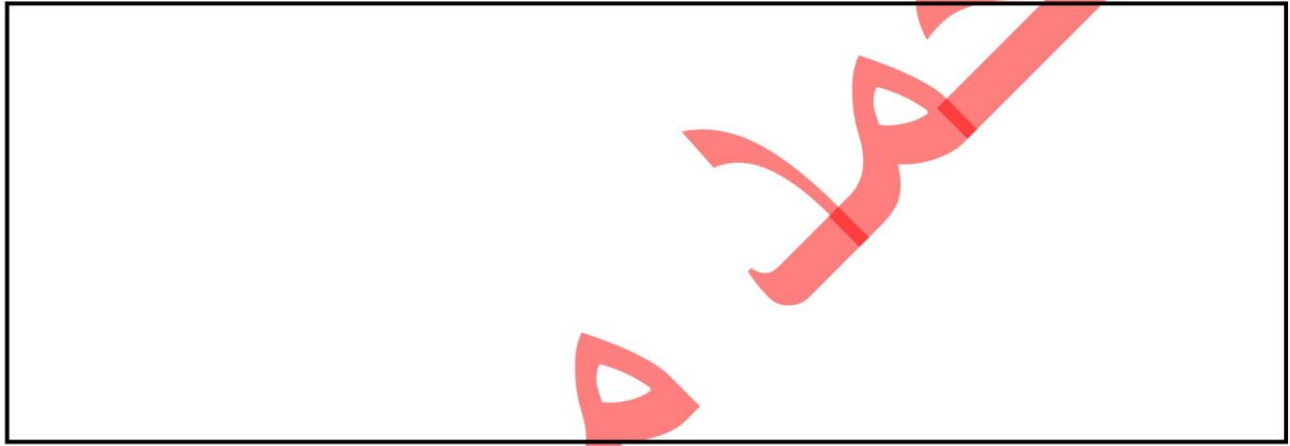
من خلال دراستك لانتاج الألومنيوم بالتحليل الكهربائي أجب عما يأتي :

- ما الخام المستخدم ؟
- ما تركيب كل من الأنود و الكاثود في الخلية المستخدمة في عملية التحليل ؟
- الأنود :
- عند أي قطب ينتج الألومنيوم ؟

## الامتحان التدريبي للفصل الدراسي الثالث لعام 2011 - 2012

تأمل الرمز الاصطلاحي التالي ، ثم أجب عن الأسئلة التي تليه :  $Al / Al^{3+} // Zn^{2+} / Zn$

- ارسم الخلية الفولتية الستبقية كاملة البيانات ؟
- حدد اتجاه حركة الإلكترونات على الرسم ؟



• ماذا تتوقع أن يحدث لكتلة قطب الألومنيوم ؟ فسر ذلك ؟

• احسب جهد اختزال الخارصين ، إذا كان جهد اختزال الألومنيوم  $1.66 V$  - و جهد الخلية  $0.90 V$  + ؟

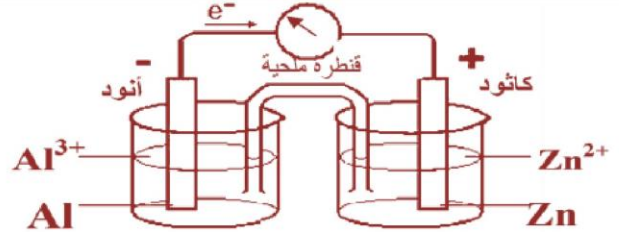
### امتحان الإعادة للفصل الدراسي الثالث لعام 2011 - 2012

- الخام المستخدم : البوكسيت
- الأنود : الكربون
- الكاثود : الفولاذ
- القطب الذي ينتج عنده الألومنيوم : الكاثود

<http://alainphysics.blogspot.ae/>

<http://www.facebook.com/mr.m7md.mo7sn>

### امتحان الإعادة للفصل الدراسي الثالث لعام 2011 - 2012



- كتلة قطب الألومنيوم : تقل
- التفسير : بسبب حدوث أكسدة لذرات Al لكاتيونات ألومنيوم  $Al^{3+}$  في المحلول .
- جهد اختزال الخارصين :

$$E^0_{\text{خلية}} = E^0_{Zn} - E^0_{Al}$$

$$E^0_{Zn} = E^0_{\text{خلية}} - E^0_{Al}$$

$$E^0_{Zn} = + 0.90 + ( - 1.66 ) = \underline{- 0.76V}$$



## الامتحان التدريبي للفصل الدراسي الثالث لعام 2011 - 2012

فيما يتعلق ببطارية السيارة أثناء عملية إنتاج الكهرباء ، اجب عما الآتي :

• ما تركيب كل من الأنود و الكاثود ؟

← الأنود :

← الكاثود :

• ما المسحوق الأبيض الذي ينتج على القطبين ؟

• ماذا يحدث لتركيز حمض الكبريتيك ؟

## الامتحان التدريبي للفصل الدراسي الثالث لعام 2012 - 2013

تأمل الجدول التالي الذي يبين أمثلة على الخلايا الكهروكيميائية ثم اجب عن الأسئلة التي تليه :

البطارية الجافة	خلية الوقود	البطارية القلوية	خلية إنتاج الألومنيوم
1	2	3	4

• صنف الخلايا في الجدول أعلاه إلى خلايا فولتية و تحليلية ؟

• حدد وجهين للشبه بين الخليتين ( 1 ، 3 ) ؟

- 1

- 2

• حدد وجهين للاختلاف بين الخليتين ( 2 ، 3 ) ؟

وجه الاختلاف	خلية الوقود	البطارية القلوية

• أي الخلايا أعلاه نواتجها آمنة بيئياً ؟

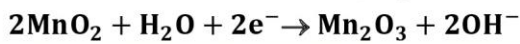
### الامتحان التدريبي للفصل الدراسي الثالث لعام 2011 - 2012

• 1,2,3 خلايا فولتية & 4 خلية كهروكيميائية

• أوجه الشبه :

1- الأنود في كليهما من الخارصين .

2- تفاعل الأنود في كليهما



وجه الاختلاف	خلية الوقود	البطارية القلوية
المكونات	الأنود والكاثود جرافيت	الأنود: خارصين الكاثود: $\text{MnO}_2$
تفاعل الأنود	$2\text{H}_2 + 4\text{OH}^- \rightarrow \text{H}_2\text{O} + 4\text{e}^-$	$\text{Zn} + \text{OH}^- \rightarrow \text{Zn}(\text{OH})_2 + 2\text{e}^-$

• الخلية الآمنة بيئياً : خلية الوقود .

### الامتحان التدريبي للفصل الدراسي الثالث لعام 2011 - 2012

• الأنود : Pb ( الرصاص )

• الكاثود :  $\text{PbO}_2$  ( أكسيد الرصاص IV )

• المسحوق الأبيض :  $\text{PbSO}_4$  ( كبريتات الرصاص II )

• تركيز حمض الكبريتيك : يقل

<http://alainphysics.blogspot.ae/>

<http://www.facebook.com/mr.m7md.mo7sn>

## الامتحان التدريبي للفصل الدراسي الثالث لعام 2012 - 2013

موظفاً جدول بيانات (1) و جدول النتائج (2) أجب عن الأسئلة التالية

- ارسم الخلية A كاملة البيانات موضحاً اتجاه حركة الإلكترونات ؟
- وضح بالمعادلات التفاعل الحادث عند الأنود للخلية A ؟

الخلية	$E^0$
A	+1.10
B	+1.66
C	-0.46

جدول البيانات (1)	
$\text{Cu}^{+2}/\text{Cu}$	+0.34
$\text{Zn}^{+2}/\text{Zn}$	-0.76
$\text{Hg}^{+2}/\text{Hg}$	+0.80
$\text{Al}^{+3}/\text{Al}$	-1.66
$2\text{H}^+/\text{H}_2$	+0.00

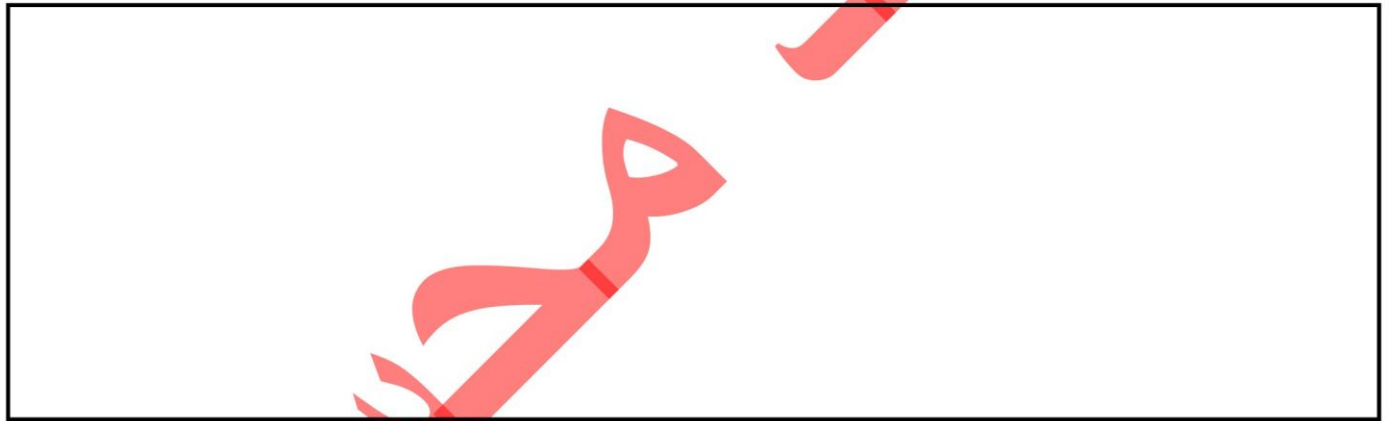
• اكتب ترميز الخلية B ؟

• برر القيمة السالبة للخلية ( C ) المكونة من الزئبق و النحاس ؟

## الامتحان النهائي للفصل الدراسي الثالث لعام 2012 - 2013

خلية فولتية مكونة من قطب كاديوم (  $E^0 = - 0.40 \text{ V}$  ) و قطب نحاس (  $E^0 = + 0.34 \text{ V}$  ) و المطلوب :

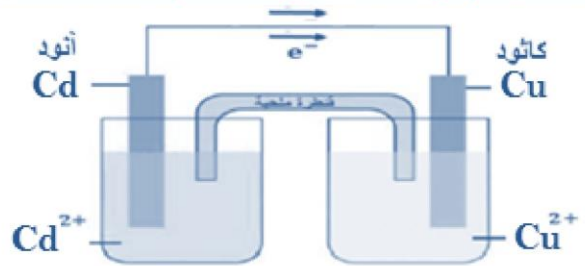
- ارسم الخلية كاملة البيانات ؟
- حدد اتجاه حركة الإلكترونات على الرسم ؟



• اكتب ترميز الخلية ؟

• احسب جهد الخلية ؟

### الامتحان النهائي للفصل الدراسي الثالث لعام 2012 - 2013



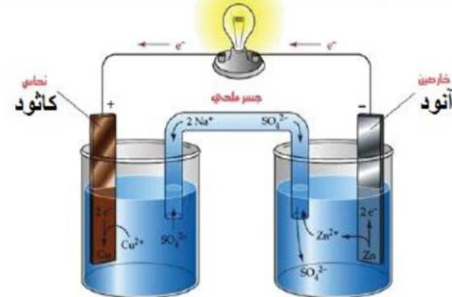
• الترميز :  $\text{Cd} / \text{Cd}^{2+} // \text{Cu}^{2+} / \text{Cu}$

• جهد الخلية :

$$E^0_{\text{خلية}} = E^0_{\text{كاثود}} - E^0_{\text{أنود}}$$

$$E^0_{\text{خلية}} = + 0.34 - ( - 0.40 ) = + 0.74 \text{ V}$$

### الامتحان التدريبي للفصل الدراسي الثالث لعام 2013 - 2013



• التفاعل عند الأنود :  $\text{Zn} \rightarrow \text{Zn}^{2+} + 2e^-$

• ترميز الخلية B :  $\text{Al} / \text{Al}^{3+} // \text{H}^+ / \text{H}$

• لأن التفاعل في الخلية C غير تلقائي .