القسم 1 الخلايا الفولتية

- **تتضمن تفاعلات الأكسدة – اختزال تغيرات في الطاقة , وأيضاً انتقال إلكترونات , لذايمكن تحويل الطاقة الكيميائية إلى طاقة كهربائية والطاقة الكهربائية إلى طاقة كيميائية**
- **الكيمياء الكهربائية هي** دراسة عمليات الأكسدة والاختزال والتي يتم خلالها تحويل الطاقة الكيميائية إلى طاقة كهربائية والعكس. تعتبر العمليات الكهروكيميائية عمليات مفيدة في مجال الصناعة كما تعتبر ذات أهمية كبرى في الوظائف الأحيائية.

الخلايا الفولتية

- **الفكرة الرئيسة :** تحدث الأكسدة في الخلايا الفولتية عند الأنود, مما يؤدي إلى إنتاج إلكترونات والتي تتدفق إلى الكاثود فيحدث الاختزال.
- **عند وضع لوح خارصين في محلول كبريتات نحاس(II) يقل اللون الأزرق للمحلول ويتكون راسب أحمر على الساق؟**

يتأكسد الخارصين $Zn \rightarrow Zn^{2+} + 2e^-$ وتختزل كاتيونات النحاس(II) $Cu^{2+} + 2e^- \rightarrow Cu$

التفاعل الكامل $Zn + Cu^{2+} \rightarrow Zn^{2+} + Cu$ **تنتقل الإلكترونات من ذرات الخارصين إلى أيونات النحاس(II)** $Zn + CuSO_4 \rightarrow ZnSO_4 + Cu$

ويقل اللون الأزرق للمحلول لنقص كاتيونات النحاس الزرقاء Cu^{2+} ويترسب ذرات نحاس لونها أحمر على الساق

س / فسر : لا تتولد طاقة كهربائية في الشكل المجاور ؟

يرجع السبب في هذا إلى أنه عند تأكسد الخارصين , تتراكم أيونات الخارصين الموجبة حول القطب الكهربائي للخارصين. وبينما يتم اختزال أيونات النحاس في محلول كبريتات النحاس، تتراكم أيونات الكبريتات السالبة حول القطب الكهربائي للنحاس. ويمنع تراكم الشحنات استمرار التفاعل.

- **الخلية الكهروكيميائية** هي جهاز يستخدم تفاعل الأكسدة والاختزال لإنتاج الطاقة الكهربائية أو يستخدم الطاقة الكهربائية لإحداث تفاعل كيميائي .
- **الخلية الفولتية** هي نوع من أنواع الخلايا الكهروكيميائية التي تحول الطاقة الكيميائية إلى طاقة كهربائية من خلال تفاعل الأكسدة والاختزال التلقائي.
- **القنطرة الملحية** هي مسار للحفاظ على تعادل المحلول حيث يسمح بمرور الأيونات من جهة إلى الأخرى
- **ارسم الخلية الفولتية المكونة من قطب خارصين وقطب نحاس كاملة البيانات وصف عملها؟**

1	التفاعل النصفي للأكسدة (الأنود) :----------	4	ترميز الخلية (الرمز الاصطلاحي):----------
2	التفاعل النصفي للاختزال (الكاثود) :----------	5	العامل المختزل ----------
3	التفاعل النهائي للخلية ----------	6	العامل المؤكسد ----------

ملاحظات على عمل الخلية الفولتية

- **قطب الخارصين (الأنود)** يذوب **وتقل** كتلته **ويزداد** تركيز **كاتيونات** Zn^{2+} (بسبب تأكسد ذرات الخارصين وتحولها إلى أيونات خارصين ذائبة)
- **وقطب النحاس (الكاثود)** تزداد كتلته ويقل تركيز **كاتيونات** Cu^{2+} (لاختزال أيونات النحاس إلى ذرات النحاس تترسب على القطب)
- **تتحرك الإلكترونات** من قطب الأنود Zn عبر السلك إلى قطب الكاثود Cu ثم إلى أيونات Cu^{2+} الموجودة عند سطح التلامس بين القطب والمحلول.
- **تنتقل الشحنة** عبر الحاجز بواسطة **كاتيونات** Zn^{2+} المتحركة من نصف خلية الأكسدة إلى نصف خلية الاختزال .(تتحرك نحو الكاثود) **وأنيونات** SO_4^{2-} المتحركة من نصف خلية الاختزال إلى نصف خلية الأكسدة. (تتحرك نحو الأنود)
- تكسب أيونات النحاسII عند الكاثود إلكترونات بسهولة أكبر مقارنة بأيونات الخارصين عند الأنود.لذلك، يحدث تفاعل الأكسدة والاختزال تلقائيا

Mr-Sami Abo Elela
http://2sa.weebly.com Hamza Bin Abdulmotaleb - Mr Samy Abu elela

- **القطب والإلكتروليت** يكونان نصف خلية , يصل بين القطبين سلك , ويفصل بين الإلكتروليتين حاجز مسامي.
  - **القطب (الإلكترود)** : **هو مادة موصلة للكهرباء ، عادة ما تكون شريطا فلزيا أو ساق من الجرافيت والذي يوصل الإلكترونات داخل وخارج المحلول في الخلية النصفية.**
  - **الأنود** (المصعد) : هو **القطب (الإلكترود) الذي تحدث عنده عملية الأكسدة .**
  - **الكاثود** (المهبط) : هو **القطب (الإلكترود) الذي تحدث عنده عملية الاختزال .**
  - **نصف الخلية** : هو **القطب المنفرد المغمور في محلول يحتوي على أيوناته (إلكتروليت).**

  مثال : Zn في محلول $ZnSO_4$, Cu في محلول $CuSO_4$

- **الطاقة الكهربائية الكامنة** تعتبر مقياس لمقدار التيار الذي يمكن توليده من الخلية الفولتية للقيام بالشغل.
- **يمكن** للشحنة الكهربائية الانتقال بين نقطتين فقط عندما يوجد اختلاف في الطاقة الكهربائية الكامنة بينهما.
- **في الخلية الكهروكيميائية** : الإلكترونات المتولدة عند الأنود(جانب التأكسد) يتم دفعها أو تحريكها نحو الكاثود بواسطة EMF
- **القوة الدافعة الكهربائية** :(جهد الخلية) EMF : هي قوة تتولد نتيجة للفرق في الطاقة الكهربائية الكامنة بين القطبين.
- **الفولت** هو وحدة قياس جهد الخلية (وهو الطاقة الكامنة لكل وحدة شحنة)
- فرق الجهد الكهربائي للخلية الفولتية يعتبر مؤشراً للطاقة المتوفرة لتحريك الإلكترونات من الأنود إلى الكاثود.

- **يتم تحديد طاقة الإلكترونات المتدفقة من الأنود إلى الكاثود في الخلية الفولتية من خلال فرق الطاقة الكامنة الكهربائية بين القطبين.**
- يتم **تحديد جهد الخلية** بمقارنة الفرق بين ميل كلا القطبين لاكتساب الإلكترونات.
- كلما زاد الفرق، زاد فرق الطاقة الكامنة بين القطبين وزاد جهد الخلية.

- **ارسم الخلية الفولتية (كهروكيميائية) كاملة البيانات واكتب التفاعلات $Al/Al^{3+}//Cu^{2+}/Cu$ ؟**

حساب جهود الخلايا الكهروكيميائية

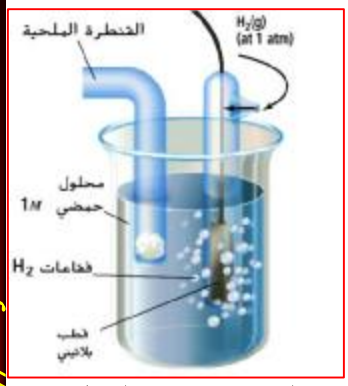
- **جهد الاختزال** : ميل المادة لاكتساب إلكترونات.
- **التيار الكهربائي** : حركة الإلكترونات خلال موصل . ويعبر عنه بوحدة الأمبير (A)
- **فرق الجهد(الفولتية)** : قياس للطاقة الضرورية لتحريك شحنة كهربائية عبر الخلية.

- يتم قياس فرق الجهد عبر خلية الفولتية الكاملة وهو يساوي مجموع جهد القطبين للتفاعلين النصفيين.
- **س / لا يمكن قياس جهد قطب بمفرده مباشرة , لأنه لا يمكن انتقال الإلكترونات إلا إذا تم توصيل الأنود والكاثود لتكوين دائرة كاملة**

ويمكن تحديد القيمة النسبية لجهد التفاعل النصفي عبر وصله بنصف خلية قياسية كمرجع
وأشهرها قطب الهيدروجين القياسي SHE

Mr-Sami Abouelela
http://2sa.weebly.com Hamza Bin Abdulmotaleb - Mr Samy Abu elela

● **أشرح مع الرسم تركيب قطب الهيدروجين القياسي SHE ؟**

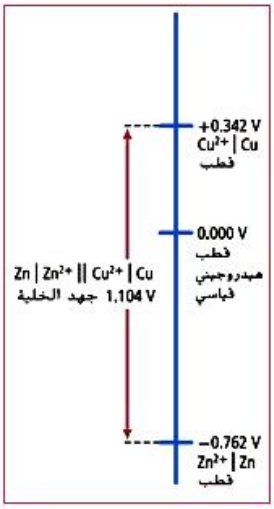


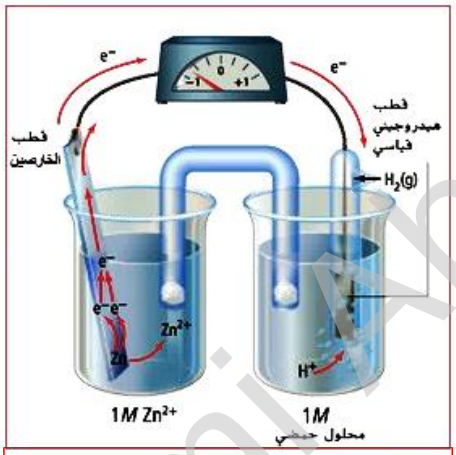
- يتكون من قطب من البلاتين يُغمر في محلولٍ حمض HCl 1.00 M
ويحيط بهذا المحلول غاز الهيدروجين تحت ضغط 1 atm ,
وعند درجة حرارة 25°C ويعين جهد الهيدروجين القياسي $E^0 = 0.00$ V
- ترتب الأقطاب الأخرى تبعا لقدرتها على اختزال الهيدروجين تحت هذه الظروف
- التفاعل الأنودي لقطب الهيدروجين القياسي $H_2 \rightarrow 2H^+ + 2e^-$
التفاعل الكاثودي لقطب الهيدروجين القياسي $2H^+ + 2e^- \rightarrow H_2$

جهود أنصاف الخلايا

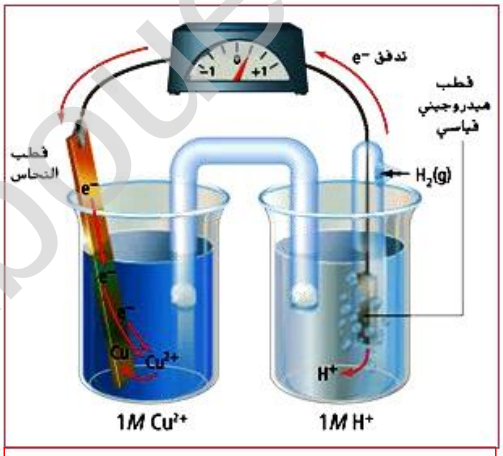
- قاس الكيميائيون جهود الاختزال القياسية لأنصاف خلايا كثيرة ومختلفة عن طريق قياس الجهد عبر توصيل كل نصف خلية بنصف خلية الهيدروجين القياسية. ورتبت هذه الجهود تصاعدياً.

● **مثال : استخدام قطب الهيدروجين القياسي SHE في قياس جهد القطب لنصف خلية الخارصين وخلية النحاس.**





تفاعل الأنود: $Zn_{(S)} \rightarrow Zn^{2+}_{(aq)} + 2e^-$
تفاعل الكاثود: $2H^+_{(aq)} + 2e^- \rightarrow H_{2(g)}$
جهد اختزال الخارصين $E^0 = -0.76$ V



تفاعل الأنود: $H_{2(g)} \rightarrow 2H^+_{(aq)} + 2e^-$
تفاعل الكاثود: $Cu^{2+}_{(aq)} + 2e^- \rightarrow Cu_{(S)}$
جهد اختزال النحاس $E^0 = 0.34$ V

● **جهد القطب القياسي E^0 :**
جهد نصف الخلية المقيس بالنسبة إلى قطب الهيدروجين القياسي .

- **ملاحظات** :

✌ قيمة جهد الأكسدة **تساوي** قيمة جهد الاختزال ولكن بإشارة مخالفة .

✌ يكون **الأنود** في الخلية الفولتية التفاعل النصفي الذي لديه جهد الاختزال القياسي **الأقل قيمة** وتحدث عنده الأكسدة

✌ **يمكن حساب جهد الخلية من العلاقة**

$$E^\circ_{\text{خلية}} = E^\circ_{\text{اختزال الكاثود}} - E^\circ_{\text{اختزال أنود}}$$

✌ يمكن توقع ما إذا كان تفاعل الأكسدة – اختزال سيحدث تلقائياً أم لا كما يلي :

إذا كانت قيمة E^0 **موجبة** فإن التفاعل يحدث **تلقائيا** (ويمثل التفاعل خلية فولتية)

وإذا كانت قيمة E^0 **سالبة** فإن التفاعل لا يحدث **تلقائيا** (ويمثل التفاعل خلية تحليلة ولا يمثل خلية فولتية)

✌ **بسبب الجهد الموجب** للخلية تدفق الإلكترونات في الخلية الفولتية دائما من نصف الخلية ذات جهد الاختزال القياسي المنخفض **الأنود** تجاه نصف الخلية ذات جهد الاختزال القياسي المرتفع **الكاثود**.

س/ لماذا يكون استخدام القنطرة الملحية أو الحاجز المسامي ضرورياً في الخلية الكهروكيميائية ؟

جـ- القنطرة الملحية أو(الحاجز المسامي) ضرورية لأنها تعمل على

1- المحافظة على التوازن الأيوني بين نصفي الخلية
2- تسمح بمرور الأيونات في الخلية
3- تمنع تجمع الشحنة في الخلية وبالتالي تمنع توقف التفاعل الكهروكيميائي قبل الأوان
4- غلق الدائرة الكهربائية.

Mr-Sami Abou-Elela

تمارين تطبيقية

مستخدما جدول جهود الاختزال التالي أجب عن الأسئلة:

تفاعل نصف الخلية	جهد الاختزال القياسي E^0 بالفولت	تفاعل نصف الخلية	جهد الاختزال القياسي E^0 بالفولت
$Mg^{+2} + 2e^- \rightleftarrows Mg$	-2.37	$Cu^{+2} + 2e^- \rightleftarrows Cu$	+0.34
$Cr^{+2} + 2e^- \rightleftarrows Cr$	-0.913	$Hg^{+2} + 2e^- \rightleftarrows Hg$	+0.85
$Cr^{+3} + 3e^- \rightleftarrows Cr$	-0.74	$2Hg^{+2} + 2e^- \rightleftarrows Hg_2^{+2}$	+0.92
$Fe^{+2} + 2e^- \rightleftarrows Fe$	-0.45	$NO_3^- + 4H^+ + 3e^- \rightleftarrows NO + 2H_2O$	+0.96
$Co^{+2} + 2e^- \rightleftarrows Co$	-0.28	$Pt^{+2} + 2e^- \rightleftarrows Pt$	+1.18
$Sn^{+2} + 2e^- \rightleftarrows Sn$	-0.14	$O_2 + 4H^+ + 4e^- \rightleftarrows 4OH^-$	+0.401
$Pb^{+2} + 2e^- \rightleftarrows Pb$	-0.13	$MnO_4^- + 8H^+ + 5e^- \rightleftarrows Mn^{2+} + 4H_2O$	+1.50
$2H^+ + 2e^- \rightleftarrows H_2$	+0.00	$S_2O_8^{2-} + 2e^- \rightleftarrows 2SO_4^{2-}$	+2.01

1- اكتب المعادلة الموزونة للتفاعل الكلي للخلية واحسب جهد الخلية القياسي، لكل زوج من هذه الأزواج للتفاعلات النصفية للخلية.
صف التفاعل مستعينا برمز الخلية .

التفاعلات النصفية	$Sn^{2+}_{(aq)} + 2e^- \rightarrow Sn_{(s)}$	$Pt^{2+}_{(aq)} + 2e^- \rightarrow Pt_{(s)}$
التفاعل الكلي		
ترميز الخلية		
جهد الخلية		
التفاعلات النصفية	$Cr^{3+}_{(aq)} + 3e^- \rightarrow Cr_{(s)}$	$Co^{2+}_{(aq)} + 2e^- \rightarrow Co_{(s)}$
التفاعل الكلي		
ترميز الخلية		
جهد الخلية		
التفاعلات النصفية	$Cr^{2}_{+(aq)} + 2e^- \rightarrow Cr_{(s)}$	$Hg^{2+}_{(aq)} + 2e^- \rightarrow Hg_{(l)}$
التفاعل الكلي		
ترميز الخلية		
جهد الخلية		
التفاعلات النصفية	$NO_3^- + 4H^+ + 3e^- \rightarrow NO + 2H_2O$	$O_2 + 2H_2O + 4e^- \rightarrow 4OH^-$
التفاعل الكلي		
ترميز الخلية		
جهد الخلية		

2- احسب جهد الخلية لتحديد إذا ما كان كل من تفاعلات الأكسدة والاختزال الموزونة التالية تلقائية كما هو مكتوب أم لا .

التفاعل الكلي	$Sn_{(s)} + Cu^{2+}_{(aq)} \rightarrow Sn^{2+}_{(aq)} + Cu_{(s)}$
التفاعلات النصفية	
ترميز الخلية	
جهد الخلية	
التفاعل الكلي	$Mg^{2+}_{(aq)} + Pb_{(s)} \rightarrow Pb^{2+}_{(aq)} + Mg_{(s)}$
التفاعلات النصفية	
ترميز الخلية	
جهد الخلية	
ترميز الخلية	$Al / Al^{3+} \,\|\|\, Hg^{2+} / Hg_2^{2+}$
التفاعلات النصفية	
التفاعل الكلي	
جهد الخلية	

Mr-Sami Abouelela

التفاعل الكلي	$2SO_4^{2-}{}_{(aq)} + Co^{2+}{}_{(aq)} \rightarrow Co_{(s)} + S_2O_8^{2-}{}_{(aq)}$
التفاعلات النصفية	
ترميز الخلية	
جهد الخلية	

التفاعل الكلي	$2Mn^{2+}{}_{(aq)} + 8H_2O_{(l)} + 10Hg^{2+}{}_{(aq)} \rightarrow 2MnO_4^-{}_{(aq)} + 16H^+{}_{(aq)} + 5Hg_2^{2+}{}_{(aq)}$
التفاعلات النصفية	
ترميز الخلية	
جهد الخلية	

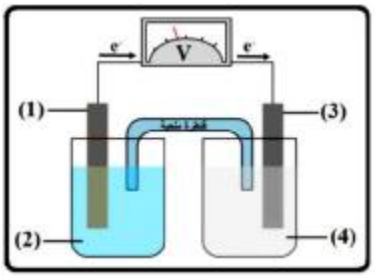
3- **وظف الجدول الذي يوضح تفاعلات الاختزال النصفية لبعض الفلزات وجهود اختزالها القياسية في الإجابة عما يليها :**

$Ni^{+2} + 2e^- \rightarrow Ni$	$E^\circ = -0.23\ V$
$Al^{+3} + 3e^- \rightarrow Al$	$E^\circ = -1.66\ V$
$Ag^+ + e^- \rightarrow Ag$	$E^\circ = +0.80\ V$
$Mg^{+2} + 2e^- \rightarrow Mg$	$E^\circ = -2.37\ V$
$Zn^{+2} + 2e^- \rightarrow Zn$	$E^\circ = -0.76\ V$
$Cu^{+2} + 2e^- \rightarrow Cu$	$E^\circ = +0.34\ V$

- أي فلزين يمكن استخدامهما لتكوين خلية فولتية تعطي أكبر جهد كهربائي . .....
- أي من العناصر المذكورة يُستخدم لجلفنة الحديد لحمايته من التآكل. .....
- هل يمكن حفظ كبريتات النحاسII في آنية من الألومنيوم ؟ ....

فسر إجابتك : .....
.....

إذا تم استخدام قطبي النيكل والنحاس لتكوين الخلية الفولتية الموضحة بالشكل الآتي :
حدد ما تدل عليه الأرقام على الرسم :



----------	2	----------	1
----------	4	----------	3

- أي الأقطاب تستبدل بها النيكل حتى يتم عكس اتجاه الإلكترونات في الخلية:

.....

4- **ارسم خلية فولتية كاملة البيانات وبين الاتجاهات التي تتحرك فيها الإلكترونات والأيونات على الرسم , واكتب التفاعلات**

1- خلية مكونة من : Ag في $AgNO_3$ و Ni في $NiSO_4$

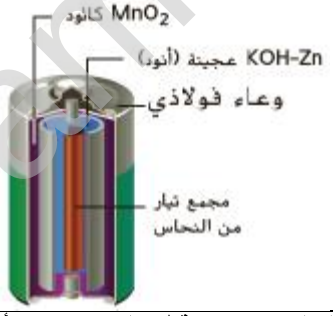
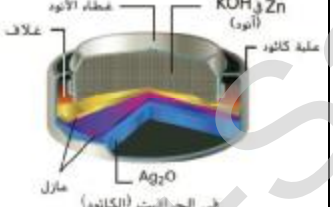
2- ارسم خلية فولتية (كهروكيميائية) $Mg/Mg^{2+}//Ni^{2+}/Ni$

Mr-Sami Aboulela

القسم - 2 البطاريات

- **البطاريات :** هي عبارة عن خلايا فولتية تستخدم التفاعلات التلقائية لتوفير الطاقة لعديد من الأغراض.
- **البطارية** هي خلية فولتية أو أكثر توجد في عبوة واحدة ينتج عنها تيار كهربائي.
- **تنقسم البطاريات إلى نوعين وفقا لعملياتها الكيميائية .**
- **البطاريات الأولية** primary battery تنتج طاقة كهربائية عن طريق تفاعلات الاختزال والأكسدة التي لا يمكن عكسها بسهولة .هذه الخلايا تقوم بإنتاج الطاقة الكهربائية حتى تنتهي المواد المتفاعلة وحينئذ يجب التخلص من البطارية.
وتصنف خلايا الخارصين - كربون والقلوية والفضة بأنها بطاريات أولية.
- **البطاريات الثانوية** secondary battery تعتمد على تفاعلات الأكسدة والاختزال انعكاسية لذا فهي قابلة لإعادة الشحن.
بطارية السيارة وبطاريات الحواسب المحمولة هي أمثلة على البطاريات الثانوية التي تعرف أحيانا باسم بطاريات التخزين.
وتعمل على تشغيل أجهزة مثل المثقاب والمفكات الكهربائية وآلات الحلاقة وكاميرات الفيديو الرقمية.

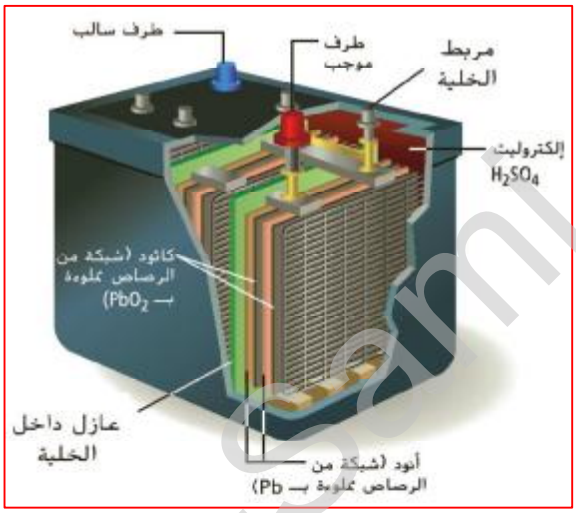
✍ **الخلية الجافة** dry cell **:** خلية كهروكيميائية يكون فيها الإلكتروليت عبارة عن عجينة رطبة.
ومن أمثلتها : بطارية الخارصين – كربون الجافة , والبطارية القلوية الجافة , وبطارية الفضة الجافة.

نوع الخلية	الخلايا الجافة		
اسم الخلية	خلايا الخارصين– كربون	البطاريات القلوية	بطاريات الفضة
الإلكتروليت	معجون رطب من $ZnCl_2$, MnO_2 , NH_4Cl	KOH	KOH
الأنود	غلاف (وعاء) خارصين	مسحوق خارصين في KOH	خارصين في KOH
تفاعل الأنود	$Zn_{(s)} \rightarrow Zn^{2+}_{(aq)} + 2e^-$	$Zn_{(s)} + 2OH^-_{(aq)} \rightarrow ZnO_{(s)} + H_2O_{(l)} + 2e^-$	$Zn_{(s)} + 2OH^-_{(aq)} \rightarrow ZnO_{(s)} + H_2O_{(l)} + 2e^-$
الكاثود	ساق كربون	أكسيد المنجنيز IV MnO_2 مع KOH	Ag_2O في الجرافيت
تفاعل الكاثود	$2NH_4^+{}_{(aq)} + 2MnO_{2(s)} + 2e^- \rightarrow Mn_2O_{3(s)} + 2NH_{3(aq)} + H_2O_{(l)}$	$MnO_{2(s)} + 2H_2O_{(l)} + 2e^- \rightarrow Mn(OH)_{2(s)} + 2OH^-_{(aq)}$	$Ag_2O_{(s)} + H_2O_{(l)} + 2e^- \rightarrow 2Ag_{(s)} + 2OH^-_{(aq)}$
الاستخدام	المصابيح اليدوية - المسجلات - ألعاب الأطفال	جهاز تشغيل الأقراص المدمجة المحمولة - الأجهزة الإلكترونية الصغيرة	الساعات - وسائل تقوية السمع- الآلات الحاسبة- فلاشات الكاميرا
الشكل	- ساق الكربون ناقل للإلكترونات فقط ولا يشترك في التفاعل		
ملاحظات	- يوجد فاصل من مادة مسامية ورطبة يفصل المعجون عن قطب الخارصين "الأنود". - يعمل هذا الفاصل كقنطرة ملحية للسماح بنقل الأيونات مثل الخلية الفولتية - عندما ينتج الأمونيا ناتج الاختزال على هيئة غاز تنخفض الفولتية إلى مستوى يجعل البطارية غير مفيدة. - يتآكل وعاء الخارصين تدريجياً مع استمرار التفاعل		
	- البطاريات القلوية خلية جافة قلوية أكثر كفاءة حلت محل خلية الخارصين - الكربون القياسية الجافة في العديد من التطبيقات. - في الخلية القلوية يكون الخارصين على شكل مسحوق يوفر مزيدا من مساحة السطح للتفاعل. - يخلط الخارصين مع هيدروكسيد البوتاسيوم مكونا معجونا قلويا قويا ويكون المعجون في وعاء فولاذي . - الكاثود عبارة عن أكسيد منغنيز IV يخلط أيضا بهيدروكسيد بوتاسيوم. البطاريات القلوية أصغر حجما من خلية الخارصين – كربون الجافة لعدم إحتوائها على ساق كربون		
	- بطارية الفضة أصغر وتستخدم لتزويد الأجهزة بالطاقة مثل سماعات الأذن وساعات اليد والكاميرات. - تستخدم بطارية الفضة نفس التفاعل النصفي للأنود للبطارية القلوية. - البطاريات القلوية أكثر كفاءة من خلية الكربون-الخارصين الجافة وهي مفيدة حين تكون البطاريات الأصغر مطلوبة . - بطاريات الفضة هي أصغر مما يجعلها مناسبة أكثر للأجهزة مثل ساعات اليد		

Mr-Sami Abo Elela

البطاريات الثانوية (بطاريات التخزين)

- البطاريات الثانوية: تعتمد على تفاعلات أكسدة- اختزال انعكاسية. لذلك تعتبر بطاريات قابلة لإعادة الشحن لأن تفاعلها قابل للانعكاس
- اثناء التفريغ: تحول الطاقة الكيميائية إلى طاقة كهربائية عبر تفاعل الأكسدة اختزال التلقائي. (تعمل كخلية فولتية)
- اثناء اعادة الشحن: تحول الطاقة الكهربائية إلى طاقة كيميائية عبر تفاعل أكسدة اختزال العكسي غير التلقائي. (تعمل كخلية تحليلة)

نوع الخلية	البطاريات الثانوية (بطاريات التخزين)	
اسم الخلية	بطاريات نيكل - كادميوم (بطاريات NiCad)	بطارية التخزين رصاص – حمض (بطارية السيارة)
الإلكتروليت	KOH	حمض الكبريتيك H_2SO_4
الأنود	الكادميوم المسحوق المضغوط	شبكة من الرصاص المسامي Pb
تفاعل الأنود	$Cd_{(s)} + 2OH^-_{(aq)} \rightarrow Cd(OH)_{2(s)} + 2e^-$	$Pb_{(s)} + SO_4^{2-}{}_{(aq)} \rightarrow PbSO_{4(s)} + 2e^-$
الكاثود	NiO(OH)	شبكة من الرصاص مملوءة بأكسيد الرصاص IV PbO_2
تفاعل الكاثود	$NiO(OH)_{(s)} + H_2O_{(l)} + e^- \rightarrow Ni(OH)_{2(s)} + OH^-_{(aq)}$	$PbO_{2(s)} + 4H^+_{(aq)} + SO_4^{2-}{}_{(aq)} + 2e^- \rightarrow PbSO_{4(s)} + 2H_2O_{(l)}$
إعادة شحن البطارية	تتم عن طريق توصيلها بمصدر كهربائي يمدها بالطاقة بحيث يحث على تفاعل إعادة الشحن غير التلقائي.	تتم عن طريق توصيلها بمصدر كهربائي خارجي فتنعكس التفاعلات النصفية , ويعاد إنتاج H_2SO_4 , PbO_2 , Pb
الاستخدام	تشغيل أجهزة مثل المثقاب والمفكات الكهربائية وآلات الحلاقة وكاميرات الفيديو الرقمية و الأدوات اللاسلكية والهواتف	تستخدم في السيارات. وفترة صلاحيتها للعمل طويلة ويمكن الاعتماد عليها في درجات الحرارة المنخفضة تحتوي معظم بطاريات السيارات على ست خلايا تنتج كل منها حوالي 2 V بناتج إجمالي 12 فولت
الشكل		
ملاحظات	للحصول على أقصى كفاءة من بطاريات NiCad ، يصنع كل من الأنود والكاثود من أشرطة رفيعة وطويلة من مادة يفصلها طبقة يمكن أن تمر عبرها الأيونات. تلف الأشرطة في ملف ضيق وتغلف في غلاف فولاذي.	ناتج التفاعل في كل من الأكسدة والاختزال هو كبريتات الرصاص II ($PbSO_4$) ويلاحظ أن $PbSO_4$, PbO_2 , Pb مواد صلبة لذا تبقى في مكانها حيث تشكلت. لذا تتوفر المواد المتفاعلة والناتجة حيث تكون مطلوبة في حالة التفريغ أو في حالة الشحن. في الغالب يجب تسميته بطارية الرصاص - أكسيد الرصاص IV ولكن يستخدم المصطلح الرصاص-الحمض لأن إلكتروليت البطارية هو محلول من حمض الكبريتيك بطارية الرصاص - الحمض ليست خلية جافة أثناء التفريغ يتم استنفاد حمض الكبريتيك الإلكتروليت ويصبح أقل كثافة وتركيز وعند الشحن تزداد كثافته وتركيزه.

Mr Sami Abouelela

☻ بطاريات الليثيوم

- **تمتاز بأنها ذات كتلة أقل وسعة أكبر لتشغيل الأجهزة** بدءا من ساعات اليد وحتى السيارات الكهربائية.
- فبينما تكون بطاريات **الرصاص- الحمض ثقيلة للغاية** حتى أنها لا تكون ذات جدوى , تكون بطارية الليثيوم مناسبة.
- **الليثيوم أخف الفلزات المعروفة**، كما أنه يتمتع بأقل جهد اختزال قياسي بين العناصر الفلزية -3.04 V
ولذا **فالبطارية التي يتأكسد فيها الليثيوم عند الأنود يمكنها أن تنتج تقريبا 2.3 V أكثر من أي بطارية مشابهة لها يتم فيها تأكسد الخارصين.** حيث $(E^{\circ}_{Zn^{2+}/Zn} = -0.762)$, $(E^{\circ}_{Li^{+}/Li} = -3.04)$
- **تدوم بطاريات الليثيوم لفترة أطول** من أنواع البطاريات الأخرى ونتيجة لذلك فهي تستخدم غالبا في ساعات اليد والحواسيب والكاميرات للحفاظ على الزمن والتاريخ والذاكرة والإعدادات الشخصية - حتى عند إطفاء الجهاز .
- **فسر: ركز المهندسون اهتمامهم على عنصر الليثيوم في صناعة هذه البطاريات.؟**
لأنه أخف الفلزات المعروفة. ولأنه يتمتع بأقل جهد إختزال (يفقد الالكترونات بسهولة).

- **بطاريات الليثيوم قد تكون أولية أو ثانوية**، بناء على أي تفاعلات الاختزال التي تقترن بتأكسد الليثيوم.
- **كمثال**: تستخدم بعض بطاريات الليثيوم نفس تفاعل الكاثود في خلايا الخارصين-كربون الجافة وهو اختزال أكسيد المنجنيز IV (MnO_2) إلى أكسيد المنجنيز III (Mn_2O_3) ينتج عن هذه البطاريات تيار كهربائي بجهد 3V تقريبا مقارنة بـ 1.5 V لخلايا الخارصين – كربون.

تفاعل الأنود $(Li \rightarrow Li^{+} + e^{-})$

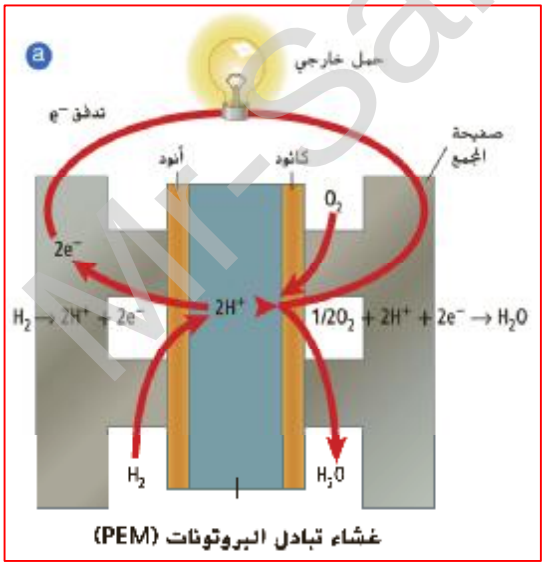
تفاعل الكاثود $(2NH_4^{+}{}_{(aq)} + 2MnO_{2(s)} + 2e^{-} \rightarrow Mn_2O_{3(s)} + 2NH_{3(aq)} + H_2O_{(l)})$

✍ خلايا الوقود

تعتمد فكرتها على تفاعلات الاحتراق وهي تفاعلات أكسدة- اختزال مثال $2H_{2(g)}+O_{2(g)} \rightarrow 2H_2O_{(l)}$
فعند احتراق الهيدروجين في الهواء فهو يحترق بشكل انفجاري وينتج عنه ضوء وحرارة.

- **خلية الوقود** هي خلية فولتية يستخدم فيها تأكسد الوقود لإنتاج طاقة كهربائية ، تختلف خلايا الوقود عن البطاريات الأخرى لأنها تزود بإمداد مستمر من الوقود من مصدر خارجي .
- **أول خلية الوقود ظهرت** عام 1839 وصنعها ويليام جروف (1811 - 1896) وهو عالم كيمياء كهربائية بريطاني وقد سمى خليته" بطارية الغاز"
- **خلية الوقود الهيدروجيني** التي تتحكم في تأكسد الهيدروجين وتوفر كلا من الكهرباء والماء. لا ينتج عن الخلية أي نواتج ثانوية تحتاج للتخلص منها خلال رحلة إلى الفضاء.
- **يعمل العلماء على تطوير موارد طاقة جديدة** تشمل التقنيات طاقة الرياح والطاقة الشمسية والطاقة الحرارية الأرضية وتسخير الطاقة من المد والجزر واستخدام الاختلافات في درجة الحرارة في المسطحات المائية وغيرها الكثير.

خلية الوقود (خلية الهيدروجين – أكسجين)	
الإلكتروليت	محلول قلوي من KOH
الأنود	غرفة خالية جدرانها من الكربون المسامي
	$(2H_{2(g)} + 4OH^{-}_{(aq)} \rightarrow 4H_2O_{(l)} + 4e^{-})$
الكاثود	غرفة خالية جدرانها من الكربون المسامي
	$(O_{2(g)}+2H_2O_{(l)}+4e^{-} \rightarrow 4OH^{-}_{(aq)})$
التفاعل النهائي للخلية	$2H_{2(g)}+O_{2(g)} \rightarrow 2H_2O_{(l)}$
الاستخدام	سفن الفضاء- تسيير السيارات
ملاحظات	**- لا يستهلك الأنود ولا الكاثود ولا الإلكتروليت** - نظرًا لأن وقود الخلية يأتي من مصدر خارجي لذلك لا **تنفد خلايا الوقود كالبطاريات** فهي تستمر في إنتاج الكهرباء طالما كان الوقود متاحا. **- نواتجها آمنة بيئياً** (تنتج طاقة وماء صالح للشرب) - بعض خلايا الوقود تستخدم **أنواع وقود أخرى** غير الهيدروجين. **كمثال**، يحل الميثان محل الهيدروجين في بعض الخلايا ولكن **يكمن عيبه في إنتاج** ثاني أكسيد الكربون كغاز عادم. - تستعين بعض **خلايا الوقود بصفائح بلاستيكية** تسمى غشاء تبادل البروتونات **(PEM) والذي يلغي الحاجة لإلكتروليت سائل.**

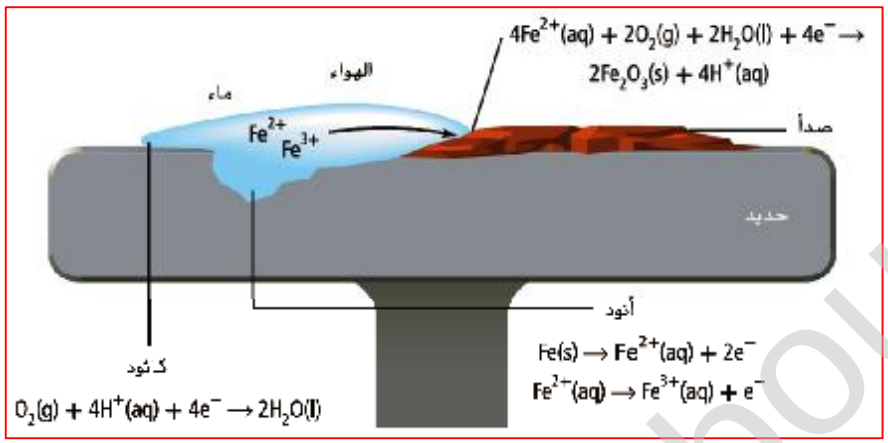


غشاء تبادل البروتونات (PEM)

Mr-Sami Aboulela

التآكل

- **التآكل** هو خسارة الفلز التي تنشأ عن تفاعل أكسدة – واختزال تلقائي في الطبيعة بين الفلز وبعض المواد في البيئة.
ومثال على ذلك صدأ الحديد المعروف عادة بالتآكل.
- يجب أن يوجد كل من **الماء والأكسجين** لكي يحدث التآكل ؛ لهذا السبب يكون أي جسم من الحديد ، إذا تم تركه معرضا للهواء والرطوبة عرضة للصدأ ويصدأ الجزء الملامس للأرض الرطبة أولاً.
- عادة ما يبدأ التآكل حيث يكون هناك شق أو كسر صغير في سطح الحديد (الأنود) والكاثود يكون عند حافة قطرات الماء
- **علل / يصدأ الحديد عند تعرضه للهواء الرطب ؟**



- عند الأنود تبدأ ذرات الحديد في فقدان الإلكترونات وتصبح أيونات الحديدII التي تذوب في الماء.
- تنتقل الإلكترونات عبر الحديد إلى منطقة الكاثود حيث تصبح قطعة الحديد هي الدائرة الخارجية وأيضا هي الأنود.
- عند الكاثود تختزل الإلكترونات الأكسجين من الهواء.
- يتم توفير أيونات H^+ بواسطة حمض الكربونيك الذي يتكون عندما يذوب $CO2$ الموجود في الهواء في الماء.

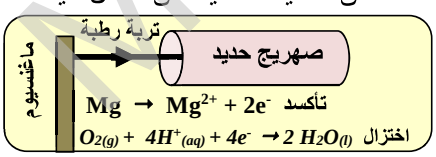
الإلكتروليت	الماء المذاب به هواء
الأنود	منطقة يكون هناك شق أو كسر صغير في سطح الحديد ($Fe_{(s)} \rightarrow Fe^{2+}_{(aq)} + 2e^-$)
الكاثود	عند حافة قطرات الماء (مكان تلامس الماء والحديد والهواء) $O_{2(g)} + 4H^+_{(aq)} + 4e^- \rightarrow 2H_2O_{(l)}$
التفاعل النهائي	$4Fe^{2+}_{(aq)} + 2O_{2(g)} + 2H_2O_{(l)} + 4e^- \rightarrow 2Fe_2O_{3(s)} + 4H^+_{(aq)}$ $4Fe_{(s)} + 3O_{2(g)} \rightarrow 2Fe_2O_{3(s)}$
ملاحظات	يعمل الفلز عمل السلك في خلية كهروكيميائية , ويعمل الماء عمل القنطرة الملحية (إلكتروليت) ينقل أيونات الحديد. لكي يحدث الصدأ (التآكل) لابد من وجود الماء والأكسجين مع الحديد (الفلز) التآكل عملية بطيئة لأن قطرات الماء تحتوي على أيونات قليلة لذلك فهي لا تعتبر إلكتروليتات 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 إلكتروليتات ممتازة. يسرع في التآكل وجود الأملاح الذائبة أو ارتفاع حمضية الوسط لأن زيادة وجود الأيونات يسهل حركة الإلكترونات

منع التآكل

- يتسبب صدأ السيارات والجسور والسفن وهياكل المباني والأجسام الفلزية الأخرى في حدوث أضرار كبيرة جدا.
- **س / كيف يمكن حماية الحديد من التآكل (منع التآكل) ؟**

الطلاء لعزل كل من الهواء والرطوبة ولكن الطلاء يتآكل مع مرور الزمن، فيجب إعادة طلاء الأجسام من حين لآخر.

الحماية الكاثودية : توصيل الحديد بالماغنسيوم والألومنيوم والتيتانيوم فلز أكثر نشاطاً من الحديد لحمايته من التآكل حيث يتآكل الفلز بسهولة أكبر من الحديد وتصبح قطباً لخلية التآكل
ويتم استبداله وهي عملية أقل تكلفة من استبدال الحديد



تسمى أقطاب الماغنسيوم والألومنيوم والتيتانيوم **أنود متآكل** لأنها تصدأ بينما يتم الحفاظ على الحديد في هيكل السفينة

الأنود المتآكل : هو الفلز الذي يتأكسد بسهولة أكبر من فلز آخر .

- **علل / يستخدم الأنود المتآكل وسيلة لمنع التآكل ؟**

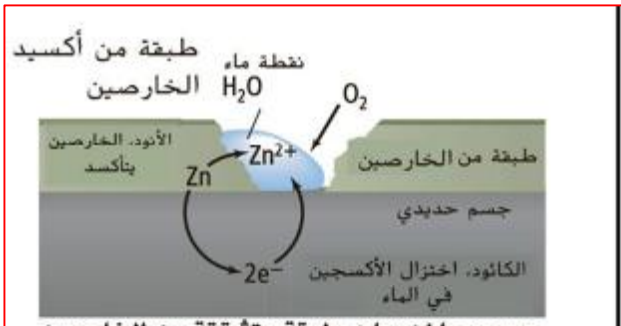
جـ - الأنود المتآكل يتأكسد بسهولة أكبر من الفلز المراد حمايته , ولذلك فهو يعطي إلكترونات لهذا الفلز فيمنعه بذلك من أن يتأكسد

- **علل الحديد المحتوى على شوائب من النحاس يصدأ أسرع من الحديد النقي ؟**

Mr-Sami Abouela
http://2sa.weebly.com Hamza Bin Abdulmotaleb - Mr Samy Abu elela

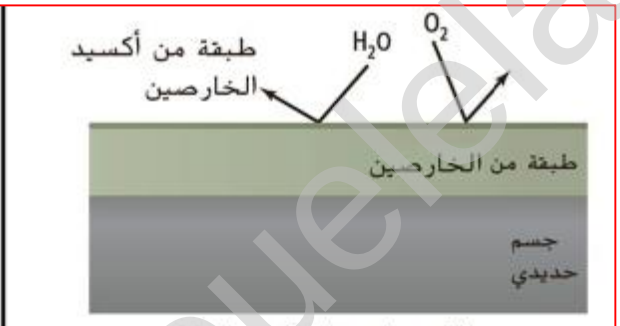
الجلفنة : تغليف الحديد بالخارصين (الطلاء بالخارصين) حيث يتاكسد الخارصين قبل الحديد

- يتم تغطية الحديد بطبقة من الخارصين عن طريق غمر الحديد في مصهور الخارصين أو طلائه بالخارصين كهربائيا.
- الخارصين يتأكسد بصورة أكثر سهولة إلا أنه **أحد الفلزات التي تحمي ذاتها** ، من مجموعة تتضمن أيضا الألمنيوم والكروم.
- عندما تتعرض هذه الفلزات للهواء فإن سطحها يتأكسد مكونة طبقة رقيقة من أكسيد الفلز تمنع مزيدا من التأكسد للفلز.
- **تحمي الجلفنة الحديد بطريقتين** .
- طالما بقيت طبقة الخارصين سليمة لن يصل الماء أو الأكسجين إلى سطح الحديد.
- وحين ستتشقق طبقة الخارصين يحمي الخارصين الحديد من التآكل السريع عن طريق أنه يصبح أنودا للخلية الفولتية حين يلامس الماء والأكسجين الحديد والخارصين في نفس الوقت.



جسم مجلفن عليه طبقة متشققة من الخارصين

إذا تشققت طبقة الخارصين، يعمل الخارصين كأنود متآكل. فقد تأكسدت طبقة الخارصين وليس عنصر الحديد.



جسم مجلفن عليه طبقة من الخارصين

تحجب طبقة من الخارصين الحديد عن الهواء والماء عن طريق تكوين حاجز من أكسيد الخارصين الذي يفصل الماء والأكسجين.

مقارنة بين تفاعلات بطارية التخزين رصاص - حمض أثناء عملية التفريغ وعملية الشحن

أثناء التفريغ	أثناء الشحن
* أنود Pb(-) : $Pb \rightarrow Pb^{2+} + 2e^-$	* أنود PbO_2 (+) : $Pb^{2+} \rightarrow Pb^{4+} + 2e^-$
* كاثود PbO_2(+): $Pb^{4+} + 2e^- \rightarrow Pb^{2+}$	* كاثود Pb (-) : $Pb^{2+} + 2e^- \rightarrow Pb$
* يقل تركيز وكثافة حمض الكبريتيك	* يزداد تركيز وكثافة حمض الكبريتيك
* تقل كتلة Pb وتقل كتلة PbO_2	* تزداد كتلة Pb وتزداد كتلة PbO_2
* تتجمع كبريتات الرصاص(II) $PbSO_4$ على القطبين	* تقل كتلة $PbSO_4$
* يعمل المركم كخلية جلفانية (فولتية)	* يعمل المركم كخلية تحليلية

تمارين تطبيقية

اختر من الصفات في المجموعة (ب) ما يناسب البطارية المذكورة في المجموعة (أ)، بكتابة رقم الصفة في العمود المجاور لكل بطارية:

المجموعة (أ)			
بطارية السيارة	الرقم		بطارية الفضة الرقم

الرقم	مجموعة (ب) الصفة / الخاصية
1	لها حجم صغير جدا .
2	تعمل كخلية إلكتروليتية ، و كخلية فولتية.
3	لها حجم كبير نسبيا.
4	تستخدم في الآلات الحاسبة .
5	يمكن إعادة شحنها.
6	تعمل كخلية فولتية فقط.
7	الأنود مكون من الجرافيت المسامي.

1- علل / البطاريات القلوية أصغر حجماً من خلايا الخارصين – كربون الجافة ؟

2- رتب تصاعديا : الخلايا التالية حسب قيمة جهد الخلية :

$Al_{(s)} / Al^{3+}_{(aq)} // Zn^{2+}_{(aq)} / Zn_{(s)}$ ، $Al_{(s)} / Al^{3+}_{(aq)} // H^+_{(aq)} / H_{2(g)}$

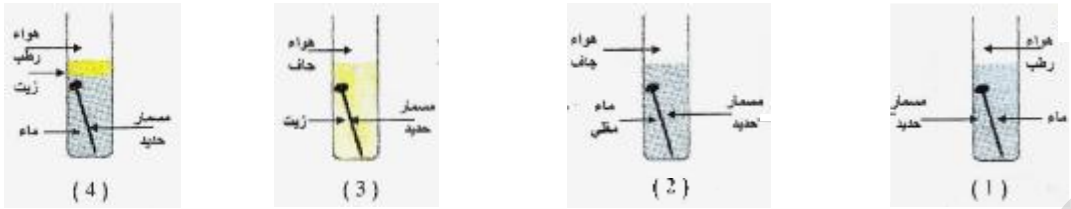
$H_{2(g)} / H^+_{(aq)} // Ag^{+2}_{(aq)} / Ag_{(s)}$ ، $Zn_{(s)} / Zn^{2+}_{(aq)} // Ag^+_{(aq)} / Ag_{(s)}$

الأيون	Zn^{2+}	Cu^{2+}	Ag^+	Al^{3+}
E° (V)	-0.76	0.34	0.8	-1.6

الترتيب : الأقل ..... ← ..... ← ..... ← ..... الأعلى

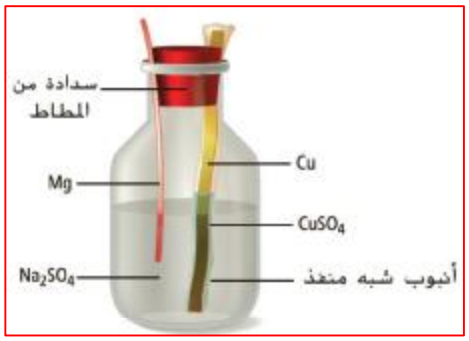
Mr Sami Abouelela
http://2sa.weebly.com Hamza Bin Abdulmotaleb - Mr Samy Abu elela

3- امامك أربعة بدائل اختر البديل غير المنسجم علمياً مبرراً اختيارك:



البديل : ----- التبرير : ----------

4- يعمل التركيب في **الشكل** كبطارية.



a. حدد الأنود و الكاثود. ----------

b. اكتب التفاعل الذي يحدث عند شريط المغنيسيوم.

---

c. اكتب التفاعل الذي يحدث عند شريط النحاس.

---

d. احسب الجهد القياسي للخلية في هذه البطارية.

5- اقرأ النص التالي ثم أجب عن الأسئلة التي تليه :

" عند حدوث تلامس بين حشوة فضية في أسنان أحد الأشخاص وبقية ورقة ألومنيوم تنتج لمعة ألم خفيفة "

✍ حدد كل من الأنود والكاثود . ($E^\circ Ag^+ = 0.80\ V$, $E^\circ Al^{3+} = -1.66\ V$)

الأنود ..... , الكاثود .....

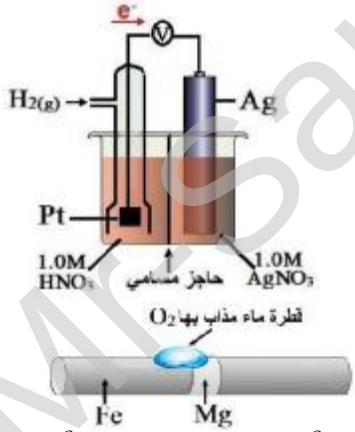
✍ ماذا تتوقع أن يكون الإلكتروليت ؟ .....

✍ فسر سبب حدوث ألم خفيف ؟ .....

اختر الإجابة أو التكملة الصحيحة:

1- أي التالي صحيحاً عند عمل الخلية الموضحة بالشكل ؟

	اتجاه حركة NO_3^-	تركيز H^+ بالقرب من قطب البلاتين
✍	تتجه نحو نصف خلية الهيدروجين	يقل
✍	تتجه نحو نصف خلية الهيدروجين	يزداد
✍	تتجه نحو نصف خلية الفضة	يقل
✍	تتجه نحو نصف خلية الفضة	يزداد



2- الرسم المجاور يوضح حماية أنبوب من الحديد كاثودياً بالماغنسيوم .
أي من التالية صحيحاً اثناء هذه العملية ؟

✍ الحديد يُمثل الأنود . ✍ الحديد يمثل الكاثود .
✍ الماغنسيوم يُمثل الكاثود ✍ لا يحدث تفاعل كيميائي .

3- أي مما يلي يمثل تفاعل نصفي لخلية مكونة من الماغنسيوم والنحاس ؟ ($E^\circ Cu^{2+} = 0.34\ V$, $E^\circ Mg^{2+} = -2.37\ V$)

✍ $Mg^{2+} + 2e^- \rightarrow Mg$ ✍ $Cu \rightarrow Cu^{2+} + 2e^-$ ✍ $Cu \rightarrow Cu^+ + e^-$ ✍ $Mg \rightarrow Mg^{2+} + 2e^-$

4- أي مما يلي يعبر عن نصف خلية كهربائية صحيحة ؟

✍ $NaNO_{3(aq)} / Zn$ ✍ $CuSO_{4(aq)} / Cu$ ✍ $AgNO_{3(aq)} / Ag^+$ ✍ $CuSO_{4(aq)} / Cu^{2+}$

5- ما الأقطاب المكونة لخلية قيمة E° فيها $= +0.05\ V$ ؟

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

✍ Cu ، Ag • • • ✍ Cu ، Mg • • • • ✍ Ag ، Hg • • • • ✍ Mg ، Hg

6- ما الكاثود المستخدم في البطارية القلوية ؟

✍ Zn ✍ MnO_2 ✍ KOH ✍ NH_4Cl

Mr Sami Abouela

القسم 3 التحليل الكهربائي electrolysis

- **في التحليل الكهربائي يستخدم مصدر طاقة خارجي لإحداث تفاعلات أكسدة – اختزال غير تلقائية في الخلايا الكهروكيميائية.**
- **التحليل الكهربائي** استخدام الطاقة الكهربائية للحصول تفاعل كيميائي غير تلقائي.
- **الخلية الإلكتروليتية** الخلية الكهروكيميائية التي يحدث فيها التحليل الكهربائي.
- **كمثال**

1- عند إعادة شحن بطارية ثانوية فهي تعمل كخلية تحليل كهربائي.

2- التحليل الكهربائي للماء, والتفاعل ($2H_2O_{(l)} \rightarrow 2H_{2(g)} + O_{2(g)}$) هو عكس التفاعل الخاص باستهلاك الهيدروجين والأكسجين في خلية وقود. والتحليل الكهربائي للماء هو أحد الطرق التي يمكن عن طريقها توليد غاز الهيدروجين من أجل الاستخدام التجاري

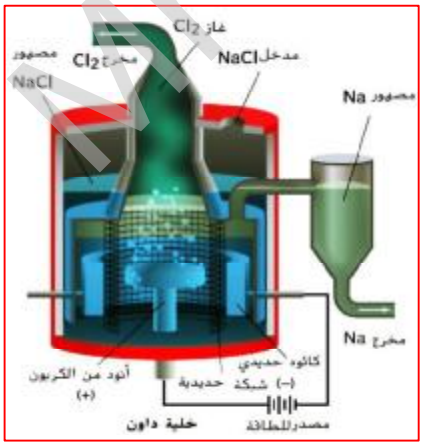
س / قارن بين الخلايا الفولتية والخلايا الإلكتروليتية ؟

الخلايا الفولتية	الخلايا الإلكتروليتية
تعمل الخلية كمصدر للطاقة الكهربائية	يتصل الأنود والكاثود ببطارية أو بمصدرآخر لتيار مباشر
الخلايا التي تنتج فيها تفاعلات أكسدة – اختزال التلقائية الطاقة الكهربائية	الخلايا التي تسبب فيها الطاقة الكهربائية من مصدر خارجي حدوث تفاعلات أكسدة – اختزال غير تلقائية
تتحول فيها الطاقة الكيميائية إلى طاقة كهربائية	تتحول فيها الطاقة الكهربائية إلى طاقة كيميائية
قيمة E° **موجبة** لذا فإن التفاعل **يحدث تلقائيا**	قيمة E° **سالبة** لذا فإن التفاعل **لا يحدث تلقائيا**
شحنة الأنود **سالبة** و شحنة الكاثود **موجبة**	شحنة الأنود **موجبة** و شحنة الكاثود **سالبة**

تطبيقات على التحليل الكهربائي

التحليل الكهربائي لمصهور كلوريد الصوديوم (خلية داون) :

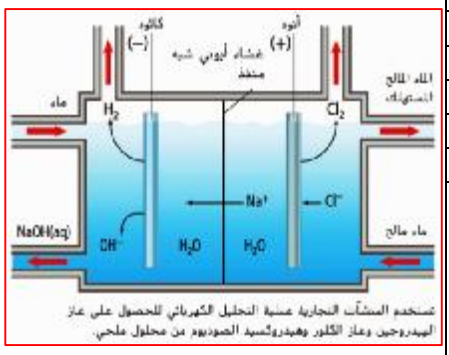
الإلكتروليت	مصهور كلوريد الصوديوم
الأنود	من الكربون ($2Cl^-_{(l)} \rightarrow Cl_{2(g)} + 2e^-$)
الكاثود	أسطوانة من الحديد ($2(Na^+_{(l)} + e^- \rightarrow Na_{(l)}$)
التفاعل النهائي	$Na^+_{(l)} + 2Cl^-_{(l)} \rightarrow 2Na_{(l)} + Cl_2$
أهمية وجود خلية داون يتعلق بالأدوار الهامة التي يلعبها كل من الصوديوم والكلور في حياتك .	**الكلور** يستخدم في جميع أنحاء العالم لتنقية المياه من أجل الشرب والسباحة وكذلك العديد من منتجات التنظيف والمنظفات المنزلية تحتوي على مركبات الكلور. كما تعتمد مجموعة من المنتجات الأخرى كالورق والبلاستيك ومبيدات الحشرات والأنسجة والأصباغ والدهانات والتي تحتوي إما على الكلور أو يستخدم الكلور في إنتاجها. **الصوديوم** في صورته النقية يستخدم كمبرد في المفاعلات النووية وفي مصابيح بخار الصوديوم التي تستخدم في الإضاءة الخارجية .وفي مركباته الأيونية للمنتجات الاستهلاكية التي تستخدمها والأطعمة التي تأكلها.



Mr-Sami Abouelela
http://2sa.weebly.com Hamza Bin Abdulmotaleb - Mr Samy Abu elela

● التحليل الكهربائي للمحلول الملحي (محلول ملح كلوريد الصوديوم) :

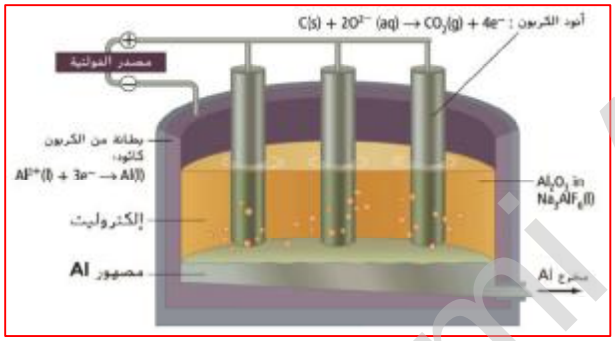
الإلكتروليت	محلول كلوريد الصوديوم	
الأنود	الكربون	$2Cl^-_{(l)} \rightarrow Cl_{2(g)} + 2e^-$) يحدث مادام تركيزه مرتفع
		$(2H_2O_{(l)} \rightarrow O_{2(g)} + 4H^+_{(aq)} + 4e^-)$ لا يحدث
الكاثود	الكربون	$(Na^+_{(l)} + e^- \rightarrow Na_{(l)})$ لا يحدث
		$2H_2O_{(l)} + 2e^- \rightarrow H_{2(g)} + 2OH^-_{(aq)}$
التفاعل النهائي	$2H_2O_{(l)} + 2NaCl_{(aq)} \rightarrow H_{2(g)} + Cl_{2(g)} + 2NaOH_{(aq)}$	
ملاحظات	**في التحليل الكهربائي لمحلول ملح كلوريد الصوديوم** - **اختزال الصوديوم** (Na^+) لا يحدث لأن الماء أسهل في اختزاله بصورة أكبر فيتم اختزاله بشكل تفضيلي وبالتالي لا ينتج الصوديوم. - **لأن الناتج المرغوب فيه هو الكلور** (Cl_2) يتم الحفاظ على تركيز أيونات الكلوريد عاليا من أجل تفضيل هذا التفاعل النصفي. - النواتج الثلاثة (H_2 , Cl_2 , NaOH) جميعها هي مواد هامة تجاريا	



● إنتاج الألومنيوم (هول - هيرولت) :

- في النموذج الحديث من عملية هول-هيرولت، يتم الحصول على فلز الألمنيوم عن طريق التحليل الكهربائي لأكسيد الألمنيوم الذي يتم استخلاصه من خام البوكسيت ($Al_2O_3 . 2H_2O$) يذوب أكسيد الألمنيوم عند درجة حرارة 1000°C في مصهور الكريوليت (Na_3AlF_6).
- تستخدم في عملية هول-هيرولت كميات كبيرة من الطاقة الكهربائية لهذا السبب يتم عادة إنتاج الألمنيوم في مصانع تبنى بالقرب من محطات طاقة كهربائية ضخمة حيث تكون الطاقة الكهربائية أقل سعرا.

الإلكتروليت	أكسيد الألومنيوم (خام البوكسيت) Al_2O_3 المذاب في الكريوليت (Na_3AlF_6)	
الأنود	الكربون	$2O^{2-}_{(aq)} \rightarrow O_{2(g)} + 4e^-$) $C_{(s)} + O_{2(g)} \rightarrow CO_{2(g)}$)
الكاثود	الكربون	$Al^{3+}_{(l)} + 3e^- \rightarrow Al_{(l)}$
التفاعل النهائي	$2Al_2O_{3(l)} + 3C_{(s)} \rightarrow 4Al_{(l)} + 3CO_{2(g)}$	



- **فسر: تكون كلفة إعادة تدوير الألومنيوم أقل من كلفة استخراجه ؟**
يتضمن استخراج الألومنيوم من خام البوكسيت عملية إلكتروليتية (تحليلاً كهربائياً) تتطلب كمية كبيرة من الطاقة الكهربائية.
بينما يمكن إعادة تدوير الألومنيوم بأقل من عُشْر كلفة هذه العملية.
- المقدار الكبير من الكهرباء المطلوب لإنتاج الألمنيوم من الخام هو السبب الرئيسي لإعادة تدوير الألمنيوم. فقد خضع الألمنيوم المعاد تدويره بالفعل إلى التحليل الكهربائي ؛ لذا فالطاقة الوحيدة المطلوبة لجعله قابل للاستخدام مرة أخرى هي الحرارة المطلوبة لصهره في فرن.

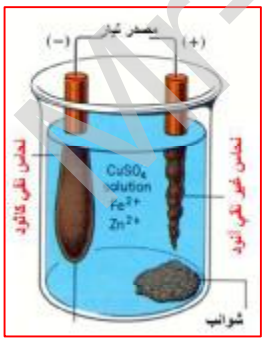
● تنقية الخامات

- يستخدم التحليل الكهربائي أيضا في تنقية الفلزات مثل النحاس.

- يستخرج معظم النحاس على شكل خامات مثل:
الكالكوبايرايت ($CuFeS_2$) الكالكوسيت (Cu_2S) والمالاكيت ($Cu_2CO_3(OH)_2$) والكبريتيدات أكثر وفرة وتنتج فلز **النحاس** عند تسخينها بقوة في وجود الأكسجين. $Cu_2S_{(s)} + O_{2(g)} \rightarrow 2Cu_{(l)} + SO_{2(g)}$
- يحتوى النحاس الذي يتم الحصول عليه من هذه العملية على العديد من الشوائب ولذا تجب تنقيته

الإلكتروليت	محلول كبريتات النحاس II ($CuSO_4$)	
الأنود	نحاس غير نقي	$Cu_{(s)} \rightarrow Cu^{2+}_{(aq)} + 2e^-$)
الكاثود	نحاس نقي	$Cu^{2+}_{(aq)} + 2e^- \rightarrow Cu_{(s)}$

مع مرور التيار عبر الخلية تتأكسد ذرات النحاس في الأنود غير النقي إلى أيونات نحاسII .
تنتقل أيونات النحاس عبر المحلول لتصل إلى الكاثود حيث يتم اختزالها إلى ذرات نحاس .
تصبح هذه الذرات جزءا من الكاثود بينما تسقط الشوائب إلى قاع الخلية.



Mr-Sami Abu elela
http://2sa.weebly.com Hamza Bin Abdulmotaleb - Mr Samy Abu elela

☻ الطلاء بالكهرباء :

العملية الإلكتروليتية التي يختزل فيها أيون فلزي ويترسب خلالها فلز صلب على سطح معين .
يتم طلاء الأشياء كهربائيا حين توضع طبقة رقيقة وموحدة عادة لتكون طبقة واقية أو جمالية.
عادة ما تكون المادة المستخدمة في ذلك فلز

ـ الطلاء الكهربائي بفلز مثل الفضة

الإلكتروليت	محلول ملح فلز الطلاء (AgCN)	
الأنود	قضيب أو صفيحة من الفضة	($Ag_{(s)} \rightarrow Ag^+_{(aq)} + e^-$)
الكاثود	الجسم المراد طلاؤه	$Ag^+_{(aq)} + e^- \rightarrow Ag_{(s)}$

ـ عند الأنود:
تتأكسد الفضة إلى أيونات فضة بفقد الإلكترونات عن طريق المصدر الكهربائي
ـ عند الكاثود:
تختزل أيونات الفضة إلى فلز الفضة عن طريق الإلكترونات الواردة من مصدر الكهربائي
ـ تشكل الفضة طبقة رقيقة على الجسم الذي تتم تغطيته يجب التحكم في التيار الذي يمر عبر الخلية بعناية من أجل الحصول على طبقة فلز ناعمة ومتساوية.
ـ تستخدم فلزات أخرى أيضا في الطلاء بالكهرباء: مثل الذهب , أو طلاء أجزاء بعض السيارات الفولاذية كواق الصدمات لتصبح أكثر مقاومة للصدأ عن طريق طلائها كهربائيا أولا بالنيكل ثم بالكروم.

1- لماذا يجري العلماء تجارب على خلايا الوقود في محطات توليد الكهرباء ؟
تحوّل خلايا الوقود الطاقة الكيميائية مباشرة إلى طاقة كهربائية , مما يجعل خلايا الوقود ذات مردود أكبر من الطاقة وأكثر نظافة من احتراق أنواع الوقود الأحفوري في محطات توليد الطاقة .

2- قارن بين عملية توليد الطاقة في محطة توليد الطاقة العادية وفي خلية وقود ؟
محطة توليد الطاقة تطلق الطاقة على شكل حرارة من خلال تفاعل وبعد ذلك تحول هذه الحرارة إلى طاقة كهربائية أما خلايا الوقود تحول الطاقة الكيميائية مباشرة إلى طاقة كهربائية .

3- كيف تستدل على حدوث تفاعل كيميائي في الخلية الفولتية ؟
يدل على ذلك : توليد طاقة كهربائية , انبعاث غاز عند القطبين , تغير لون المحلول , تغير كتل الأقطاب .

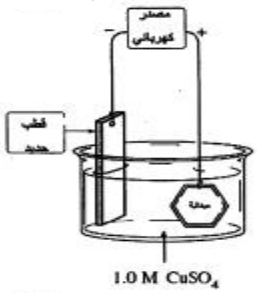
4- علل / تعمل بطاريات السيارات كخلايا فولتية تارة وإلكتروليتية تارة أخرى؟
عندما تحوّل بطاريات السيارة (القابلة لإعادة الشحن) الطاقة الكيميائية إلى طاقة كهربائية فهي تعمل كخلية فولتية

5- افترض أن العلماء قد اختارو نصف خلية $Cu^{2+} \mid Cu$ بدلا من $H^+ \mid H_2$ كخلية قياسية .كم سيصبح جهد قطب الهيدروجين إذا كان قطب النحاس هو القطب القياسي؟ كيف ستتغير العلاقات بين جهود الاختزال القياسية
ستتغير القيم في جدول جهود الاختزال القياسية بمقدار (0.3419 V) بحيث يصبح جهد قطب الهيدروجين (0.3419 V –) لا تتغير العلاقات ولكن قيم جهود الاختزال هي التي تتغير.

6- افرض ان كيميائيين اختاروا أن يكون نصف الخلية $I_2 + 2e^- \rightarrow 2I^-$ هو القطب القياسي ، وعينوا له جهداً قيمته صفر .
أ ـ كم ستكون قيمة E^0 لنصف الخلية $Br_2 + 2e^- \rightarrow 2Br^-$ ؟
(0.53 V +) وذلك لأنه نسبة إلى قطب H_2 جهد نصف خلية قطب اليود = 0.54 V + ونصف خلية قطب البروم = 1.07+
فإذا فرض أن جهد نصف خلية قطب اليود = صفر يكون جهد نصف خلية قطب البروم + 0.53 V = (+ 0.54) – 1.07)
ب ـ كم ستكون قيمة E^0 لنصف الخلية $Al^{3+} + 3e^- \rightarrow Al$
(2.2 V -) = (+ 0.54) – (– 1.66)
جـ ـ كم سيكون التغير الملاحظ في قيمة E^0 للتفاعل الذي يتضمن $Br_2 + I^-$ إذا كان نصف الخلية I_2 هو القياسي ؟
(لا تغيير لأن المرجع للاثنين واحد)

7- أراد طالب أن يطلي ميدالية من الحديد بطبقة من النحاس في مختبر الكيمياء ,
فقام الطالب بتركيب خلية إلكتروليتية (التي تظهر في الشكل)
وبعد مرور فترة زمنية مناسبة وجد أنه لم تحدث عملية الطلاء .
✍ ما الأخطاء التي تظهر في الشكل الذي يمثل الخلية ؟ مع تصويبها .

✍ أكتب التفاعل الحادث عند الكاثود بعد تصويب الأخطاء .



http://2sa.weebly.com Hamza Bin Abdulmotaleb - Mr Samy Abu elela
Mr Sami Abou Ela

تدريبات

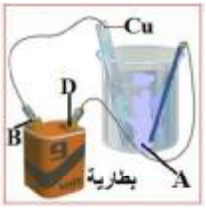
س1 اختر التكملة الصحيحة لكل عبارة مما يلي :

1- تعتبر بطارية نيكل – كادميوم من البطاريات الثانوية لأنها :
- تكون أصغر حجماً وأكثر فائدة للأجهزة الصغيرة
- لا يمكن عكس تفاعلات الأكسدة والاختزال فيها بسهولة
- يمكن إعادة شحنها عن طريق عكس التفاعلات فيها
- تُنتج ثاني أكسيد الكربون كغاز عادم

2- ما الكاثود في البطارية القلوية ؟
- ساق الكربون
- غلاف خارصين
- Zn مسحوق في عجينة هيدروكسيد البوتاسيوم
- MnO_2 مع هيدروكسيد البوتاسيوم

3- في خلية داون للتحليل الكهربائي لمصهور كلوريد الصوديوم , أي مما يلي صحيح ؟
- يكون الكاثود كربون
- يحدث عند الأنود اختزال أيونات Na^+
- يحدث عند الأنود أكسدة أيونات Cl^-
- يحدث عند الكاثود اختزال أيونات Cl^-

4- الشكل المقابل صورة مفتاح من الحديد يتم طلاؤه كهربائياً بالنحاس في خلية تحليل كهربائي أي التالية صحيحة؟



- يجعل (B) كاثوداً , (A) محلول Cu^{2+}
- يجعل (B) أنوداً , (A) محلول Cu^{2+}
- يجعل (D) كاثوداً , وتتأكسد عنده ذرات Cu
- يجعل (D) كاثوداً , (A) محلول Fe^{2+}

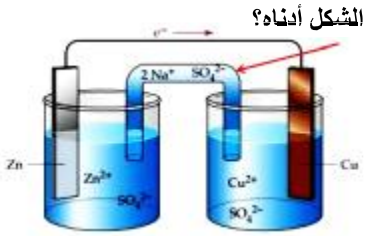
5- في التحليل الكهربائي لمحلول كلوريد الصوديوم , أي التفاعلات التالية يحدث عند الكاثود ؟
- $2H_2O_{(l)} + 2e^- \rightarrow H_{2(g)} + 2OH^-_{(aq)}$
- $Na^+_{(l)} + e^- \rightarrow Na_{(l)}$
- $2Cl^-_{(l)} \rightarrow Cl_{2(g)} + 2e^-$
- $2H_2O_{(l)} \rightarrow O_{2(g)} + 4H^+_{(aq)} + 4e^-$

6- ما ترميز الخلية الفولتية المكونة من قطب نحاس وقطب هيدروجين قياسي ؟

$Cu^{2+} + 2e^- \rightarrow Cu$, $E^\circ = +0.34$ V
$2H^+ + 2e^- \rightarrow H_2$, $E^\circ = 0.00$ V

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

7- أي التالية ليست من من وظائف التركيب المشار إليه بالسهم الأحمر في الخلية الفولتية في الشكل أدناه؟



- لا تسمح باختلاط المحلولين
- توفر مساراً لانتقال الإلكترونات
- تمنع تراكم الأيونات حول القطبين
- تسمح بمرور الأيونات من جهة إلى أخرى

8- عند توصيل القطب الموضح بالشكل المجاور مع نصف خلية مكونة من قطب كادميوم Cd ($E^\circ = -0.4030$ V) في محلول نيترات الكادميوم , أي التالية صحيحة؟

- يكون قطب الكادميوم كاثوداً وتنتقل إليه الإلكترونات
- يكون قطب الكادميوم أنوداً وتنتقل منه الإلكترونات
- تزداد كتلة قطب الكادميوم
- يكون قطب الهيدروجين القياسي أنوداً

استخدم الجدول الآتي في الإجابة عن الأسئلة (9 , 10)

$Pt^{2+} + 2e^- \rightarrow Pt$, $E^\circ = +1.18$ V
$Co^{2+} + 2e^- \rightarrow Co$, $E^\circ = -0.28$ V
$Cr^{3+} + 3e^- \rightarrow Cr$, $E^\circ = -0.744$ V
$Mn^{2+} + 2e^- \rightarrow Mn$, $E^\circ = -1.185$ V

9- أي الفلزات الآتية أسهل أكسدة ؟
- Pt
- Co
- Cr
- Mn

10- أي الآتي يمثل الرمز الصحيح لخلية جلفانية ؟
- $Co\ |\ Co^{2+}\ ||\ Mn^{2+}\ |\ Mn$
- $Cr\ |\ Cr^{3+}\ ||\ Co^{2+}\ |\ Co$
- $Pt\ |\ Pt^{2+}\ ||\ Cr^{3+}\ |\ Cr$
- $Pt\ |\ Pt^{2+}\ ||\ Mn^{2+}\ |\ Mn$

س2 اجب عما يلي :

1- فسر ما يلي علمياً:

1- توصل كتل من الماغنسيوم بالهياكل الفولاذية للسفن لحمايتها من التأكل.

2- تدفق الإلكترونات خلال سلك التوصيل في الخلية الجلفانية من قطب إلى آخر.

Mr Sami Abourelela

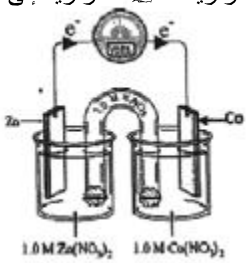
تدريبات إضافية

اختر التكملة الصحيحة لكل عبارة مما يلي :

1- في عملية الطلاء الكهربائي لسوار من النحاس بالفضة , فإن الإلكتروليت المناسب هو :
✍ $CuSO_4$ ✍ $Cu(NO_3)_2$ ✍ $AgNO_3$ ✍ N_2

2- عند تفريغ بطارية السيارة تتحول الطاقة :
✍ الكهربائية إلى طاقة كيميائية ✍ الكيميائية إلى طاقة كهربائية ✍ الحركية إلى طاقة حرارية ✍ الحرارية إلى طاقة كيميائية

3- الشكل المجاور يمثل خلية كهروكيميائية ,
أي التالية يصف اتجاه حركة أيونات Co^{2+} وكتلة لوح الخارصين ؟



	كتلة Zn	حركة Co^{2+}
✍	تزداد	تتجه نحو قطب Co
✍	تقل	تتجه نحو قطب Co
✍	تزداد	تتجه نحو قطب Zn
✍	تقل	تتجه نحو قطب Zn

4- يعتبر الألومنيوم الفلز الأكثر وفرة في القشرة الأرضية , ولكنه لا يوجد بصورة نقية لأنه عنصر نشط , وعند التحليل الكهربائي لمصهور أكسيد الألومنيوم نستخدم خلية إلكتروليتية يتكون أقطابها من :
✍ الأنود والكاثود من الكربون ✍ الأنود فولاذ والكاثود كربون ✍ الكاثود والأنود من الفولاذ ✍ الكاثود ألومنيوم والأنود جرافيت

5- عند شحن بطارية السيارة تتحول الطاقة :
✍ الكهربائية إلى طاقة حرارية ✍ الحركية إلى طاقة كيميائية ✍ الحركية إلى طاقة حرارية ✍ الكهربائية إلى طاقة كيميائية

6- ما الفلز الذي يمكن استخلاصه من البوكسيت باستخدام التحليل الكهربائي :
✍ الخارصين ✍ الألومنيوم ✍ الذهب ✍ الرصاص

7- ما العملية التي تحدث للألمنيوم عند استخلاصة من Al_2O_3 ؟
✍ تأين ✍ أكسدة ✍ اختزال ✍ عدم تناسب

8- عندما يعاد شحن خلية قابلة لإعادة الشحن فإنها تعمل كخلية :
✍ وقود ✍ إلكتروليتية ✍ فولتية ✍ جلفانية

9- خلية فولتية تتكون من نصفين أحدهما Co/Co^{2+} والآخر Cu/Cu^{2+} ، جهد اختزال $Co^{2+} = -0.28\ V$ وجهد اختزال $Cu^{2+} = 0.34\ V$ ،فإنه يحدث:
✍ أكسدة لقطب النحاس ✍ أكسدة لقطب الكوبالت ✍ اختزال لقطب النحاس ✍ اختزال لأيونات الكوبالت

10- في خلية الخارصين- الكربون الجافة تحدث أكسدة :
✍ الخارصين عند الأنود ✍ الخارصين عند الكاثود ✍ المنجنيز عند الأنود ✍ المنجنيز عند الكاثود

11- أي فلز يوفر لجسر حديدي أفضل حماية كاثودية من التآكل ؟
✍ Au ✍ Cu ✍ Ag ✍ Mg

12- خلية فولتية رمزها الاصطلاحي $Al_{(s)} / Al^{3+}_{(aq)} \ // \ Fe^{2+}_{(aq)} / Fe_{(s)}$ يحدث فيها :
✍ اختزال Al^{3+} ✍ اختزال Fe^{2+} ✍ اختزال Al ✍ أكسدة Fe

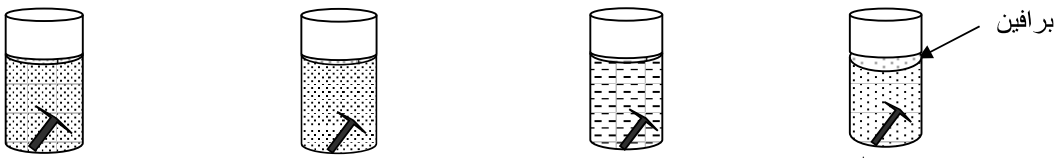
13- ماذا يحدث عند تفريغ بطارية السيارة ؟
✍ يزداد تركيز حمض الكبريتيك ✍ تترسب مادة $PbSO_4$ على الأقطاب
✍ تتحول الطاقة الكهربائية إلى كيميائية ✍ يختزل قطب الرصاص

14- خلية فولتية يحدث فيها التفاعل التالي $3Ni^{2+} + 2Cr \rightarrow 3Ni + 2Cr^{3+}$ فإنه يحدث :
✍ تأكسد لقطب النيكل ✍ انخفاض لتركيز أيونات الكروم ✍ اختزال لقطب الكروم ✍ اختزال لأيونات النيكل

15- عندما يتم طلاء فلز بطبقة من الذهب فما الذي يحدث لكاتيونات Au^{3+} ؟
✍ تُختزل عند الأنود ✍ تتأكسد عند الكاثود ✍ تتأكسد عند الأنود ✍ تُختزل عند الكاثود

16- ما هي المواد التي تتفاعل في بطارية السيارة ؟
✍ H_2SO_4 , Pb , PbO_2 ✍ H_2SO_4 , Zn , ZnO ✍ H_2SO_4 , Fe , Fe_2O_3 ✍ H_2SO_4 , Cu , CuO

17- وضعت أربعة مسامير حديدية في أربعة أنابيب اختبار كما في الشكل , في أي الأنابيب يصدأ المسمار؟ :



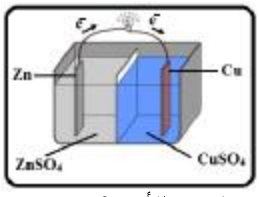
✍ ماء مغلي ✍ ماء بحر ✍ كيروسين ✍ جليسرين

18- إذا تفاعل فلز(X) مع حمض HCl وفق المعادلة $X + 2HCl \rightarrow XCl_2 + H_2$ تكون قيمة جهد اختزال الفلز(X)
✍ أكبر من صفر ✍ أقل من صفر ✍ تساوي صفر ✍ لا يمكن تحديدها

Mr-Sami Abu elela
http://2sa.weebly.com Hamza Bin Abdulmotaleb - Mr Samy Abu elela

19- عند حماية أنابيب الحديد من التآكل بتوصيلها بأقطاب من الماغنسيوم تتكون خلية جلفانية يكون فيها الحديد :
✍ سالب الشحنة ✍ كلثوداً ✍ الكتروليت ✍ مصدر للإلكترونات

20- في الخلية الموضحة بالشكل المجاور :



✍ تتحرك كاتيونات الخارصين نحو نصف خلية النحاس
✍ تتحرك كاتيونات الخارصين نحو قطب الخارصين
✍ تتحرك كاتيونات النحاس نحو نصف خلية الخارصين
✍ تتحرك أيونات الكبريتات نحو قطب النحاس

21- إذا أعطي رمز الخلية $Cu_{(s)} / Cu^{2+}_{(aq)} \;//\; Ag^{+}_{(aq)} / Ag_{(s)}$ **فما التفاعل النصفي الذي يحدث عند الأنود ؟**
✍ $Cu^{2+} + 2e^- \rightarrow Cu$ ✍ $Cu \rightarrow Cu^{2+} + 2e^-$ ✍ $Ag^+ + e^- \rightarrow Ag$ ✍ $Ag \rightarrow Ag^+ + e^-$

22- أي مما يلي ليس من وظائف القنطرة الملحية ؟
✍ تسمح بمرور الأيونات بين نصفي الخلية ✍ تسمح بمرور الإلكترونات في الخلية
✍ تحافظ على التوازن الأيوني بين نصفي الخلية ✍ تمنع الاختلاط بين ذرات فلز التفاعل النصفي وأيونات التفاعل النصفي الآخر

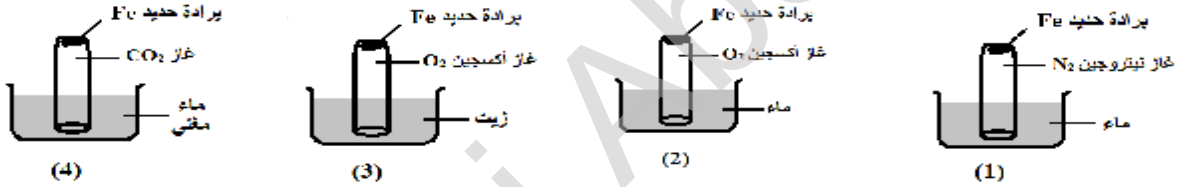
23- أي الفلزات التالية يستخدم في الحماية الكاثودية للحديد؟
✍ النحاس ✍ الفضة ✍ المغنيسيوم ✍ الكوبالت

24- مستعينا بالجدول التالي حدد أي التغيرات تحدث في بطارية السيارة عندما تعمل كخلية فولتية ؟

1	تحول الرصاص إلى كبريتات الرصاص	3	$Pb^{2+} + 2e^- \rightarrow Pb$
2	أكسدة Pb^{2+}	4	يقل تركيز الحمض

✍ 1 و 2 ✍ 1 و 4 ✍ 2 و 3 ✍ 3 و 4

25- أي من الأشكال التالية يحدث فيه تآكل للحديد؟



26- عند استخدام بطارية السيارة لإنتاج الكهرباء ، أي التالية لا يحدث ؟
✍ استهلاك H_2SO_4 ✍ أكسدة الرصاص ✍ ترسب $PbSO_4$ على الأقطاب ✍ أكسدة PbO_2

27- ما تفاعل الاختزال الذي يحدث في بطارية السيارة عند التفريغ ؟
✍ $Pb + SO_4^{2-} \rightarrow PbSO_4 + 2e^-$ ✍ $PbO_2 + SO_4^{2-} + 4H^+ + 2e^- \rightarrow PbSO_4 + 2H_2O$
✍ $PbSO_4 + 2e^- \rightarrow Pb + SO_4^{2-}$ ✍ $PbSO_4 + 2H_2O \rightarrow PbO_2 + SO_4^{2-} + 4H^+ + 2e^-$

أمامك أربعة بدائل في كل فقرة اختر البديل غير المنسجم علمياً ثم برر سبب اختيارك :

1- بطارية الفضة , بطارية السيارة , بطارية الخارصين – كربون , البطارية القلوية
السبب ----------

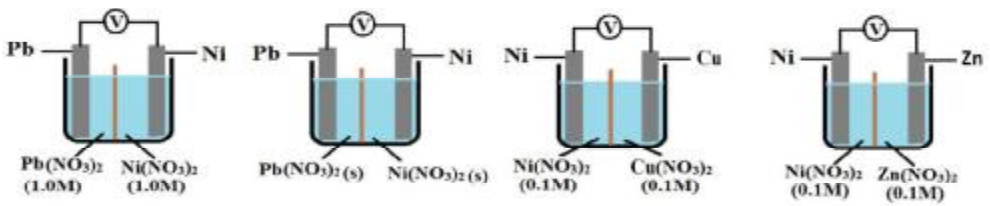
2- $Mg / Mg^{2+} //Ag^+/Ag$, $Al/Al^{3+}//Zn^{2+}/Zn$, $Cu^{2+}/Cu //Ag^+/Ag$, $Zn/Zn^{2+}//Cu^{2+}/Cu$
السبب ----------

3- التآكل (أو الصدأ) ، خلية الوقود ، خلية الطلاء الكهربائي ، بطارية الفضة
السبب ----------

4- $(Ag^+/Ag//Cu/Cu^{2+})$ ، $(Zn/Zn^{2+}//Cu^{2+}/Cu)$ ، ($Al/Al^{3+} // Zn^{2+}/Zn$) ، $(Mg/Mg^{2+}//Zn^{2+}/Zn)$
السبب ----------

5- الطلاء الكهربائي - تآكل الحديد في الهواء - إنتاج الألمنيوم من البوكسيت - تنقية النحاس من الشوائب كهربائياً
السبب ----------

6-



السبب ----------

Mr Sami Abouelela
http://2sa.weebly.com Hamza Bin Abdulmotaleb - Mr Samy Abu elela

رتب ما يلي :

1- **العناصر الآتية تنازلياً حسب قوتها كعوامل مختزلة :**

$Mg\ (E^{\circ} = -2.37\ V)$, $Ag\ (E^{\circ} = +0.80\ V)$, $Pb\ (E^{\circ} = -0.13\ V)$, $Cu\ (E^{\circ} = +0.34\ V)$

الأقوى ---------- ثم ---------- ثم ---------- ثم ---------- الأضعف

2- **الأيونات الآتية تصاعديا حسب قوتها كعوامل مؤكسدة :**

$Cu^{2+}\ (E^{\circ} = +0.34\ V)$, $Na^{+}(E^{\circ} = -2.71\ V)$, $Hg^{+2}(E^{\circ} = +0.85\ V)$, $Mg^{+2}(E^{\circ} = -2.37\ V)$

الأضعف ---------- ثم ---------- ثم ---------- ثم ---------- الأقوى

3- **تصاعدياً العناصر التالية حسب سهولة أكسدتها :**

هيدروجين ، حديد ، كالسيوم ، فضة

الترتيب : الأقل ..... ← ..... ← ..... ← .....

الأيون	Fe^{2+}	Ca^{2+}	Ag^{+}
جهد الاختزال V	-0.41	-2.76	0.8

4- **الخلايا التالية حسب جهد الخلية (مستخدما أرقامها في الترتيب)**

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

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

الترتيب : (الأقل جهداً) .....←.....←.....←.....

5- **تصاعديا حسب قيمة جهد الخلية :**

$Al_{(s)} / Al^{3+}_{(aq)} // H^{+}_{(aq)} / H_{2(g)}$ ، $Al_{(s)} / Al^{3+}_{(aq)} // Cu^{2+}_{(aq)} / Cu_{(s)}$

$Zn_{(s)} / Zn^{2+}_{(aq)} // H^{+}_{(aq)} / H_{2(g)}$ ، $H_{2(g)} / H^{+}_{(aq)} // Cu^{+2}_{(aq)} / Cu_{(s)}$

الترتيب : الأقل ..... ← ..... ← ..... ← ..... الأعلى

الأيون	Zn^{2+}	Cu^{2+}	Al^{3+}
جهد الاختزال V	-0.76	0.34	-1.66

اكتب بين القوسين الاسم أو المصطلح العلمي الدال على كل عبارة مما يلي :

1- ( ) خلايا تستخدم تفاعلات الأكسدة – اختزال التلقائية لتحويل الطاقة الكيميائية إلى طاقة كهربائية .
2- ( ) العملية الإلكتروليتية التي يختزل فيها أيون فلزي ويترسب خلالها فلز صلب على سطح معين .
3- ( ) الخلية التي تسبب الطاقة الكهربائية فيها حدوث تفاعلات أكسدة – اختزال غير تلقائية .
4- ( ) جهد نصف الخلية المقيس بالنسبة إلى قطب الهيدروجين القياسي.
5- ( ) موصل يستخدم لعمل اتصال كهربائي مع جزء غير فلزي (أيوني) في الدارة .
6- ( ) القطب الذي تحدث عنده عملية الأكسدة .
7- ( ) خلايا كهروكيميائية تُنتج فيها تفاعلات الأكسدة – الاختزال التلقائية الكهرباء .
8- ( ) القطب الذي تحدث عنده عملية الاختزال.

فسر ما يلي :

1- يوصل كابل من الخارصين موازٍ لأنابيب النفط بواسطة سلك معدني .

2- استخدام القنطرة الملحية ضرورياً في الخلية الفولتية.

3- يوصل أنود الفضة بالقطب الموجب في عملية طلاء خاتم من الحديد بالفضة.

4- عند طلاء ملعقة من الحديد بطبقة من الفضة ، فإننا نوصل الملعقة بالقطب السالب من خلية الطلاء.

5- تجمع الخلايا القابلة لإعادة الشحن بين الخلايا الفولتية والخلايا الإلكتروليتية معاً .

Mr-Sami Abouelela

اجب عما يلي :

1- تم تصميم عدد من الخلايا الكهروكيميائية وسجلت البيانات على شكل رموز اصطلاحية في الجدول الآتي :

الرقم	E° 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	-046	Ag/Ag^{+} // Cu^{+2}/ Cu

مستخدماً البيانات في الجدول أجب عما يأتي :

- أي الخلايا تمثل خلية تحليل كهربائي : ----------
- حدد الفلز الذي يمثل الكاثود في الخلية رقم (1) ----------
- ما شحنة قطب الخارصين في الخلية رقم (2) و (4) ؟ ----------
- ما الفلز الذي سيوصل بالقطب السالب من البطارية في الخلية رقم (5) ؟----------

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

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

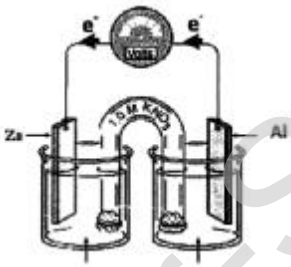
تفاعل نصف الخلية	E° (V)
$Fe^{+2} + 2e^{-} \rightarrow Fe$	-0.41
$Zn^{+2} + 2e^{-} \rightarrow Zn$	-0.76
$Ag^{+} + e^{-} \rightarrow Ag$	+0.80
$Mg^{+2} + 2e^{-} \rightarrow Mg$	-2.37

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 تعطي أعلى جهد كهربائي ؟----------
4- ما رقم الخلية التي تعطي أقل جهد كهربائي ؟----------

3- ضع بين القوسين أمام القائمة (أ) الرقم المناسب من القائمة (ب) :

القائمة (أ)	م	القائمة (ب)
( ) تستخدم في وسائل تقوية السمع والآلات الحاسبة	1	القنطرة الملحية
( ) تحافظ على التوازن الأيوني بين نصفي الخلية	2	بطارية الخارصين – الجافة
( ) القطب الذي تحدث عنده عملية الاختزال	3	الأنود المتآكل
( ) القطب المنفرد المغمور في محلول يحتوي على أيوناته	4	بطارية الفضة
( ) الفلز الذي يتأكسد بسهولة أكبر من فلز آخر	5	الخلية القابلة لإعادة الشحن
( ) خلية كهروكيميائية تجمع كيمياء الأكسدة والاختزال لكلتا الخليتين الفولتية والإلكتروليتية	6	نصف الخلية
	7	الكاثود

4- ادرس الخلية الفولتية التالية وأجب عما يلي :

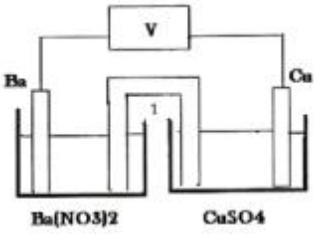


- اقترح محلولين لكل من نصفي الخلية . ----------
- إذا علمت جهد اختزال كاتيونات الألومنيوم (1.66 V-) وأن قراءة الفولتمير (0.9 V) احسب جهد أكسدة الخارصين . ----------
- وضح بالمعادلة التفاعل الكاثودي . ----------
- ماذا يحدث لاتجاه حركة الإلكترونات في الدائرة الخارجية لو استبدل لوح الخارصين بلوح من الفضة . ----------

5- المعادلة الآتية ($2Al + 3Zn^{2+} \rightarrow 2Al^{3+} + 3Zn$) تمثل الذي يحدث في خلية فولتية أدرسها وأجب عما يليها :

- حدد كلاً من الأنود والكاثود. ----------
- أكتب التفاعل الذي يحدث عند الأنود . ----------
- حدد اتجاه حركة الإلكترونات في الخلية . ----------

6- تأمل الرسم المجاور الذي يمثل خلية فولتية , وأجب عما يلي :



1- ما الجزء الذي يمثله الرقم 1 في الخلية ؟ ----------
2- اكتب تفاعل كل من الأنود والكاثود ,
علماً بأن جهود الاختزال هي Ba^{2+} = -2.90 V , Cu^{2+}= 0.34 V ----------
3- احسب جهد الخلية . ----------

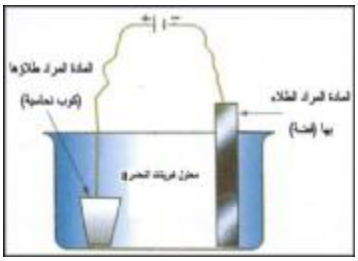
Mr Sami Abu elela

7- معتمداً على البيانات في الجدول التالي الذي أجب عن الفقرات التي تليها :

أنصاف الخلايا	Fe^{2+}/Fe	Cr^{3+}/Cr	Ag^{+}/Ag	Al^{3+}/Al
جهد الاختزال(فولت)	-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 السابقة ؟ .....
3- اكتب الرمز الاصطلاحي للخلية المكونة من قطبي الكروم والهيدروجين .
.....
4- اكتب التفاعلات النصفية عند القطبين للخلية الواردة في الفقرة 3
الأنود :- ..... الكاثود:- .....

8- أراد طالب طلاء كوب من النحاس بطبقة من الفضة فركب خلية الكتروليتية كما في الشكل المجاور ، وبعد مرور فترة زمنية مناسبة لم يلاحظ حدوث الطلاء .
موظفاً الشكل أجب عن الفقرتين التاليتين :



1- ما الذي ينبغي تعديله لكي تتم عملية الطلاء؟
* ..... * .....
2- اكتب معادلة التفاعل الحادثة عند لكل من الأنود والكاثود بعد التعديل .
الأنود :- ..... الكاثود:- .....
3- صف ما يحدث لكل من الأنود والكاثود بالخلية بعد التعديل. .....

9- الجدول الآتي يحتوي على قيم جهود الاختزال القياسية لبعض الأيونات , أدرسه ثم وظفه للإجابة عما يلي :

تفاعل نصف الخلية	E° (V)
$Cu^{+2} + 2e^{-} \rightarrow Cu$	+ 0.34
$Pb^{+2} + 2e^{-} \rightarrow Pb$	- 0.13
$Mg^{+2} + 2e^{-} \rightarrow Mg$	- 2.37
$Zn^{+2} + 2e^{-} \rightarrow Zn$	- 0.76
$Al^{+3} + 3e^{-} \rightarrow Al$	- 1.66

1- أي فلزين من الجدول يمكن استخدامهما لعمل خلية فولتية لها أعلى جهد كهربائي ؟ ----------
2- حدد الكاثود في الخلية في الفقرة (2) ؟---------
3- إذا حدث التفاعل $Zn_{(s)} + Cu^{+2}_{(aq)} \rightarrow Zn^{+2}_{(aq)} + Cu_{(s)}$
اكتب التفاعل الذي يحدث على الأنود ؟---------
4- ماذا يحدث لكتلة لوح النحاس في الخلية في الفقرة 4 (تزداد أم تقل)

5- احسب جهد الخلية في الفقرة (4)

10- اكتب وجهي اختلاف ووجهي تشابه بين خلية خارصين ـ كربون الجافة والبطارية القلوية :

خلية خارصين ـ كربون الجافة	أوجه التشابه	البطارية القلوية
1- ----------	1- ----------	1- ----------
2- ----------	2- ----------	2- ----------

11- أكمل جدول المقارنة التالي :

وجه المقارنة	بطارية الفضة	خلية طلاء خاتم نحاس بطبقة من الفضة
مادة الأنود		
مادة الكاثود		
نوع الخلية الكهروكيميائية		
معادلة تفاعل الأنود		

12- أكمل جدول المقارنة التالي :

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

Mr-Sami Abou Ela
http://2sa.weebly.com Hamza Bin Abdulmotaleb - Mr Samy Abu elela

13- أكمل جدول المقارنة التالي :

وجه المقارنة	خلية (Zn – Cu)	خلية طلاء ميدالية من الحديد بطبقة من الذهب باستخدام محلول Au^{3+}
مادة الأنود		
مادة الكاثود		
نوع الخلية الكهروكيميائية		
معادلة تفاعل الأنود		

14- **تأمل الجدول التالي الذي يبين أمثلة على الخلايا الكهروكيميائية ثم أجب عن الأسئلة التي تليه :**

البطارية الجافة	خلية الوقود	البطارية القلوية	خلية انتاج الألومنيوم
(1)	(2)	(3)	(4)

1- صنف الخلايا في الجدول أعلاه إلى خلايا فولتية وتحليلية.

2- حدد وجهين للشبه بين الخليتين (3,1)

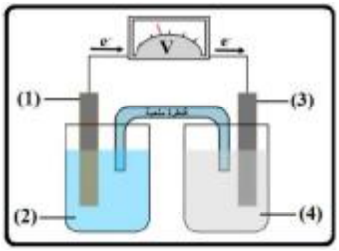
3- حدد وجهين للاختلاف بين الخليتين (3,2)

4- أي الخلايا أعلاه نواتجها آمنة بيئياً ؟

15- وظف الجدول الذي يوضح تفاعلات الاختزال النصفية لبعض الفلزات وجهود اختزالها القياسية في الإجابة عما يليها :

$Al^{+3} + 3e^- \rightarrow Al \quad E^\circ = -1.66\ V$
$Zn^{+2} + 2e^- \rightarrow Zn \quad E^\circ = -0.76\ V$
$Cd^{+2} + 2e^- \rightarrow Cd \quad E^\circ = -0.40\ V$
$Mg^{+2} + 2e^- \rightarrow Mg \quad E^\circ = -2.37\ V$
$Pb^{+2} + 2e^- \rightarrow Pb \quad E^\circ = -0.13\ V$

- أي فلزين يمكن استخدامهما لتكوين خلية فولتية تعطي أكبر جهد كهربائي . .....
- أي من العناصر المذكورة يُستخدم لجلفنة الحديد لحمايته من التآكل. .....
- هل يمكن حفظ نيترات الرصاصII في آنية من الألومنيوم ؟ .....
  فسر إجابتك : .....
  .....
- إذا تم استخدام قطبي الكادميوم والألومنيوم لتكوين الخلية الفولتية الموضحة بالشكل الآتي :
  حدد ما تدل عليه الأرقام على الرسم :



1	----------	2	----------
3	----------	4	----------

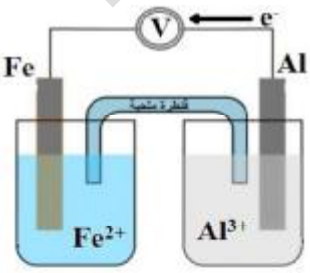
- أي الأقطاب تستبدل بها نصف خلية الكادميوم حتى يتم عكس اتجاه الإلكترونات في الخلية:
  .....

16- **تأمل الرمز الاصطلاحي التالي ، ثم أجب عن الأسئلة التي تليه .**

$Al_{(s)} / Al^{3+}_{(aq)} // Zn^{2+}_{(aq)} / Zn_{(s)}$

- ارسم الخلية الفولتية السابقة كاملة البيانات .
- حدد اتجاه حركة الإلكترونات على الرسم .
- ماذا تتوقع أن يحدث لكتلة قطب الألمنيوم؟ فسر ذلك .
  .....
- احسب جهد اختزال الخارصين ، إذا كان جهد اختزال الألمنيوم1.66V- وجهد الخلية 0.90 V+
  .....

17- **تأمل الرسم المجاور ، والذي يمثل خلية جلفانية ، ثم أجب عن الأسئلة الآتية :**



- حدد مادة كل من : الأنود : ..... الكاثود : .....
- إذا علمت أن جهد الخلية =1.25V , جهد اختزال Fe^{2+}=-0.41V , احسب جهد اختزال Al^{3+} .
  .....
- ماذا يحدث لكتلة لوح الحديد ؟.....
  - برر إجابتك : .....
- إذا علمت أن جهد اختزال Cu^{2+}=+0.34V ,
  أي أنصاف الخلية تستبدله بنصف خلية النحاس لزيادة جهد الخلية؟ .....

Mr-Sami Abuelela
http://2sa.weebly.com Hamza Bin Abdulmotaleb - Mr Samy Abu elela