



# Electrochemical Cells الخلايا الكهروكيميائية

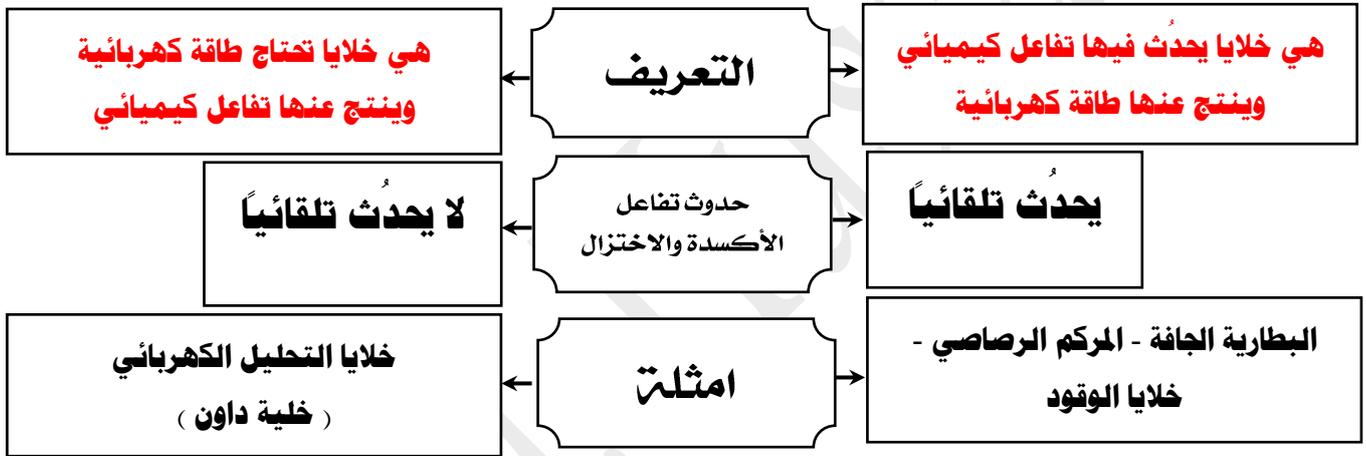


هي أنظمة أو أجهزة تقوم بتحويل الطاقة الكهربائية إلى طاقة كيميائية أو العكس من خلال تفاعلات أكسدة واختزال

و تنقسم هذه الخلايا الكهروكيميائية إلى قسمين :

## الخلايا الكهروكيميائية

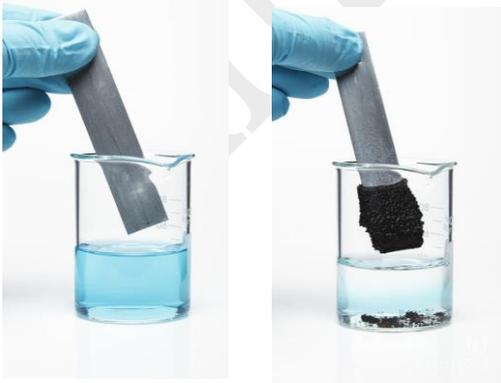
## الخلايا الجلفانية أو (الفولتية)



كيف يمكن أن تنتج طاقة كهربائية من تفاعل أكسدة واختزال يحدث بشكل تلقائي ومستمر

سنراجع تجربة وضع شريحة خارصين في محلول يحتوي أيونات النحاس  $Cu^{2+}$  II :

ماذا يحدث عند وضع شريحة من الخارصين Zn في محلول مائي من كبريتات النحاس  $CuSO_4$  II ؟



① يتآكل سطح شريحة الخارصين

② تتكون طبقة لونها بني غامق من النحاس على سطح الخارصين

③ يهت اللون الأزرق لمحلول كبريتات النحاس

④ **يزداد** تركيز كاتيونات الخارصين في المحلول و **يقل** تركيز كاتيونات النحاس

⑤ يُعتبر هذا التفاعل **طارداً للحرارة** حيث نلاحظ حرارة على وعاء التفاعل عند لمسه باليد من الخارج  $\Delta H = -217.6 \text{ kJ/mol}$

علل : يزداد تركيز كاتيونات الخارصين في المحلول ؟

لحدوث عملية أكسدة لذرات الخارصين Zn و تحولها إلى كاتيونات خارصين  $Zn^{2+}$  تذوب في المحلول



نصف تفاعل الأكسدة :  $Zn_{(s)} \rightarrow Zn^{2+}_{(aq)} + 2e^{-}$

علل : يقل تركيز كاتيونات النحاس في المحلول ؟

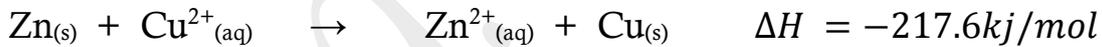
لاختزال كاتيونات النحاس  $Cu^{2+}$  و تحولها إلى ذرات نحاس Cu تترسب على شريحة الخارصين

نصف تفاعل الاختزال :  $Cu^{2+}_{(aq)} + 2e^{-} \rightarrow Cu_{(s)}$

تفسير ما حدث :

① يحدث تفاعل بين الخارصين و محلول كبريتات النحاس II بشكل تلقائي و مستمر و يصحبه انطلاق

طاقة حرارية حسب المعادلة التالية :



② يكون تبادل الإلكترونات مباشرة بين سطح فلز الخارصين  $Zn_{(s)}$  و بين كاتيونات النحاس المتلامسين في المحلول

علل لا يمكن الحصول على طاقة كهربائية في التجربة السابقة

و يرجع ذلك إلى عدم وجود موصل فلزي لحركة الإلكترونات ( أي أن الدائرة مفتوحة )

ضع علامة ( ✓ ) أمام العبارة الصحيحة و علامة ( X ) أمام العبارة غير الصحيحة ؟

تنتج طاقة حرارية عند وضع قطعة من الخارصين في محلول من كبريتات النحاس II ( )

مما سبق يمكن التوصل إلى أنه ( لعمل خلية جلفانية ) يجب أن يحدث نصفي تفاعل الأكسدة والاختزال

التلقائي في مكانين منفصلين فيزيائيا كجزء من دائرة كهربائية مغلقة ، و يسمى كل نصف منهما نصف خلية

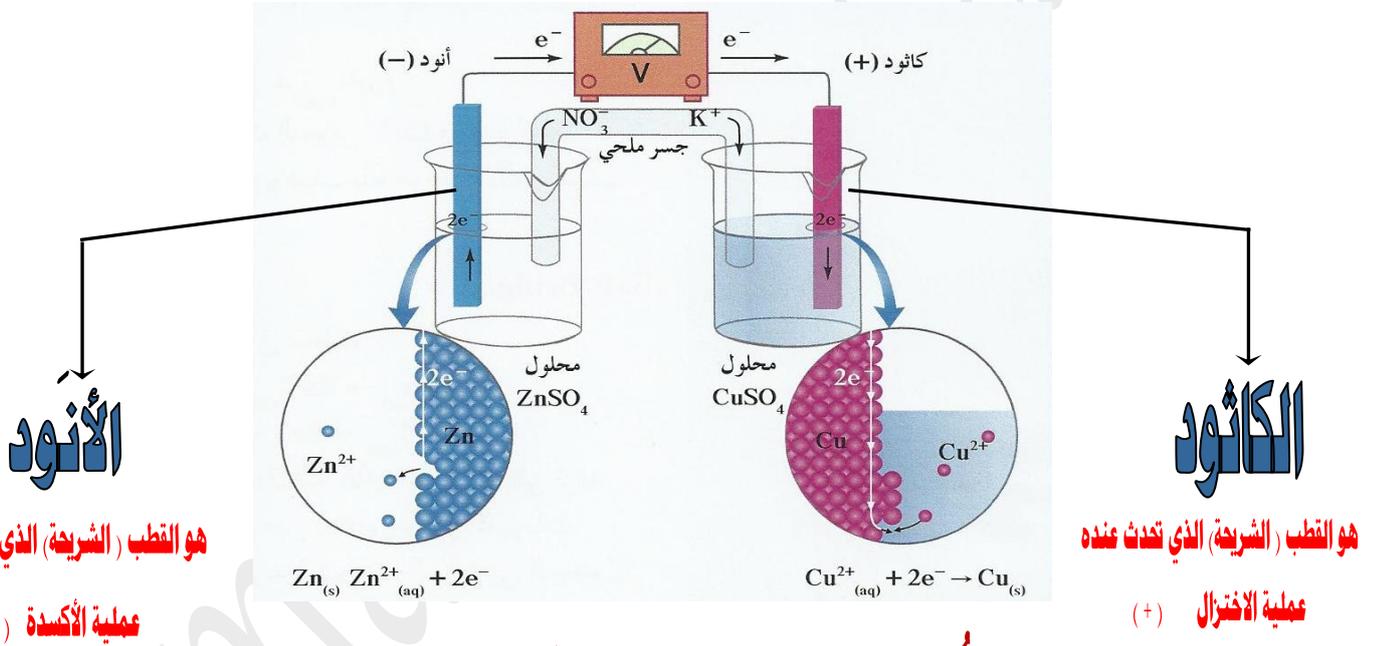
## سؤال : ما هي شروط توليد التيار الكهربائي ؟

- ① وجود فرق جهد ناتج من الاختلاف في النشاط الكيميائي ومن تفاعلات الأكسدة و الإختزال
- ② وجود حاملات للشحنات (موصلات)

## سؤال : ما هي أنواع حاملات الشحنة ؟

موصلات فلزية (اللكترونية)      موصلات أيونية (الكتروليتيه)

ما المقصود بكل من (الأنود) ، (الكاثود) ، جهد الاختزال ، جهد الاختزال القياسي ؟



**جهد الاختزال هو الطاقة المصاحبة لاكتساب المادة الكترونية أي ميلها إلى الاختزال**

**جهد الاختزال القياسي هو جهد الاختزال عند الظروف القياسية**

## سؤال : ما هي الظروف القياسية ؟

أي جهد الاختزال في الظروف القياسية عند ( درجة الحرارة 25°C وضغط الغاز إن وجد (1atm) وتركيز المحلول (1M) )

**ملاحظة :**

- ① جهد الاختزال يساوي جهد الأكسدة مع اختلاف الإشارة
- ② تم اعتماد أن جهد الاختزال القياسي للهيدروجين يساوي صفرًا بحسب نظام الاتحاد الدولي للكيمياء IUPAC

# أنصاف الخلايا Half - Cells

٢٥) يتكوّن نصف الخلية: من وعاءٍ يحتوي على شريحة ( موصل فلزي ) مغمورة

جزئياً في محلول الكتروليتي لأحد مركبات مادة القطب ( الشريحة )

٢٦) ما المقصود بـ: ؟

**نصف الخلية القياسي** : هو نظام يحتوي على شريحة من فلز موضوعة في محلول لأيونات مادة الشريحة تركيزه (1M) عند 25°C و تحت ضغط يعادل (1 atm)

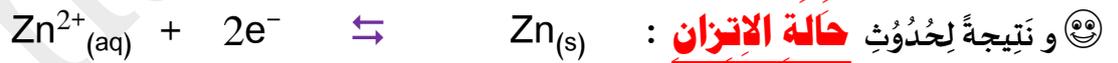
## أمثلة على أنصاف خلايا Half - Cells

٢٧) **نصف خلية الخارصين القياسية** :

نصف خلية الخارصين : تتكوّن من وعاءٍ يحتوي على شريحة خارصين مغمورة جزئياً في

1M محلول هائي تركيزه من كاتيونات الخارصين (Zn<sup>2+</sup>) عند درجة حرارة 25°C

و تحدث حالة اتزان بين ذرات شريحة الخارصين وأيوناته .



٢٩) يبقى تركيز الكاتيونات في المحلول ثابتاً

٣٠) تبقى كتلة الشريحة ثابتة

٣١) يُعتبر نصف الخلية المنفردة دائرة مفتوحة لا يمر بها تيار كهربائي

٣٢) يرمز لنصف خلية الخارصين القياسية بالرمز الاصطلاحي التالي :  $Zn_{(s)} / Zn^{2+}_{(aq)} (1M)$

الرمز الاصطلاحي لنصف خلية النحاس .....

## ② نصف خلية الهيدروجين القياسية

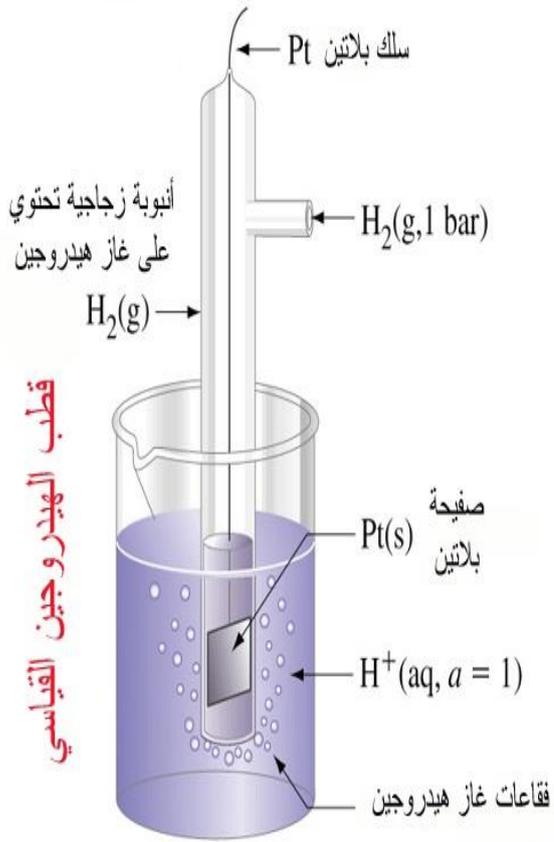
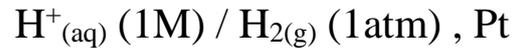
يُتكوّن من قطب بلاتين مغمور في محلول حمضي

يحتوي على كاتيون الهيدروجين عند الظروف القياسية .

ويمكن تمثيل نصف التفاعل الحادث كالتالي :



الرمز الاصطلاحي لنصف خلية الهيدروجين القياسية هو



\* مما يتكون قطب البلاتين :

يتكون قطب البلاتين من شريحة رقيقة مربعة وصغيرة من البلاتين مغطاة بطبقة سوداء من البلاتين المجزأ

تجزئاً دقيقاً يعمل كمادة محفزة

😊 يمثل الرمز  $E^\circ_{\text{H}^+/\text{H}_2}$  جهد الاختزال القياسي للهيدروجين

👉 ما المقصود بـ ؟

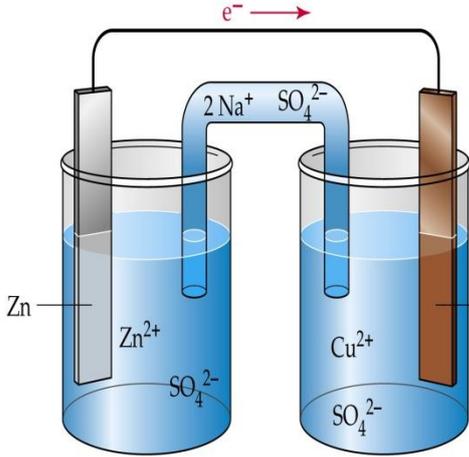
جهد اختزال الهيدروجين القياسي :

هو ميل كاتيونات الهيدروجين إلى أن تكتسب إلكترونات وتختزل إلى غاز الهيدروجين

# الخلية الجلفانية Galvanic Cell

هي خلية يتم فيها تحويل الطاقة الكيميائية إلى طاقة كهربائية نتيجة حدوث تفاعل أكسدة واختزال بشكل تلقائي مستمر

😊 مثال : خلية الخارصين - النحاس القياسية



👉 ما هي مكونات خلية الخارصين - النحاس القياسية ؟

① نصف خلية الخارصين القياسية ونصف خلية النحاس القياسية

② موصل فلزي في الدائرة الخارجية ومفتاح و فولتمتر لقياس فرق الجهد

③ الجسر الملحي :

➔ أنبوب على شكل حرف U يحتوي على محلول الكتروليتي من نترات البوتاسيوم

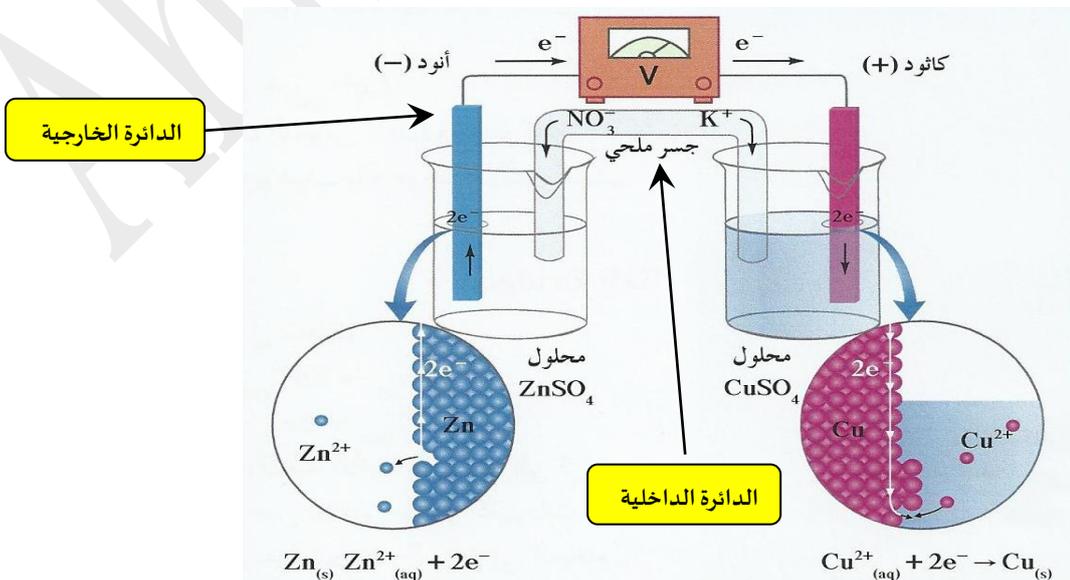
أو  $KNO_3$  أو  $KCl$  أو  $Na_2SO_4$  المذاب في جيلاتين لربط نصفي الخلية

➔ كيف تعمل خلية الخارصين - النحاس ؟

➔ عند غلق الدائرة الخارجية ينحرف مؤشر الفولتمتر ، مما يدل على مرور تيار كهربائي في

الدائرة الخارجية من قطب الخارصين (الانود) إلى قطب النحاس (الكاثود) مما يعني أنه يمر في الاتجاه

المعكس في الدائرة الداخلية للخلية المؤلفة من المحاليل والجسر الملحي



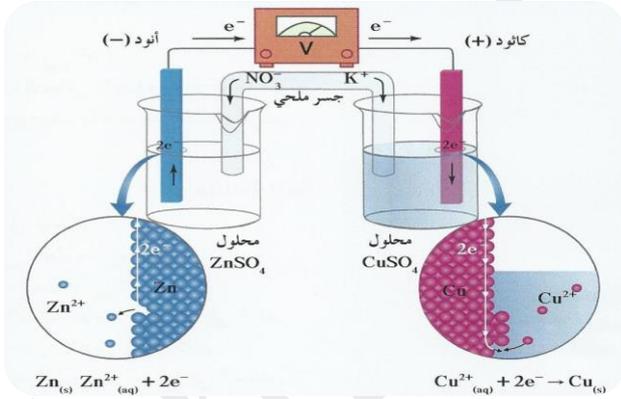
## التفاعلات والتغيرات التي تحدث عند عمل الخلية الجلفانية

عند الكاثود (+)	عند الأنود (-)
<p>① اختزال كاتيونات النحاس <math>Cu^{2+}</math> تتحول إلى ذرات نحاس تترسب على القطب</p> $Cu^{2+}_{(aq)} + 2e^{-} \rightarrow Cu_{(s)}$ <p>② يقل تركيز كاتيونات النحاس <math>Cu^{2+}</math> في المحلول</p> <p>③ يسمى قطب النحاس بالكاثود ويحمل شحنة موجبة .</p> <p>④ زيادة كتلة (قطب) النحاس</p>	<p>① يحدث أكسدة لفلز الزنك <math>Zn</math> يتحول إلى كاتيونات خارصين</p> $Zn_{(s)} \rightarrow Zn^{2+}_{(aq)} + 2e^{-}$ <p>② يزداد تركيز كاتيونات الزنك <math>Zn^{2+}</math> في المحلول</p> <p>③ يُسمى قطب الخارصين بالأنود ويحمل شحنة سالبة بسبب تولد الإلكترونات عنده .</p> <p>④ تتناقص كتلة (قطب) الخارصين .</p>

مما سبق يمكن التوصل إلى أنه عندما تعطي الخلية الجلفانية تيارا كهربائيا فإن :

① كتلة قطب الأنود تقل ، ويزداد تركيز محلول الأنود علل

② كتلة قطب الكاثود تزداد ، ويقل تركيز محلول الكاثود علل



سؤال : ما هي وظيفة الجسر الملحي ؟

① تسمح بتلامس المحلولين دون أن يختلطا بسرعة .

② تعمل كمخزن للأيونات .

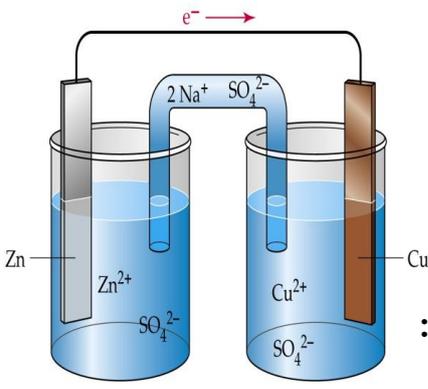
③ تسمح بهجرة الأيونات خلالها إلى المحلولين حتى تحافظ على حالة التعادل الكهربائي فيهما .

تهاجر كاتيونات  $(K^{+})$  الكتروليت الجسر الملحي باتجاه نصف خلية النحاس ( عند الكاثود )

وتهاجر أنيونات  $(NO_3^{-})$  الكتروليت الجسر الملحي إلى نصف خلية الزنك ( عند الأنود )

حيث التركيز الأكبر من الكاتيونات

نتحرك الكاتيونات الموجودة في الجسر الهلحي و في نصف الخلية نحو المحلول



## Galvanic Cell Representation الرمز الاصطلاحي للخلايا الجلفانية

للك خلية جلفانية رمز اصطلاحى يدل على التفاعلات الحادثة فيها ،

و حسب نظام الأيوباك يتم التعبير عن الرمز الاصطلاحي للخلية الجلفانية بكتابة :

نصف خلية الكاثود على اليمين (عملية اختزال) ، نصف خلية الأنود على اليسار (عملية أكسدة) .

يتم فصل النصفين بخطين رأسيين ( ||| ) يمثلان الجسر الملحي .

☺ و عليه فإن الرمز الاصطلاحي لخلية الخارصين - النحاس القياسية هو :

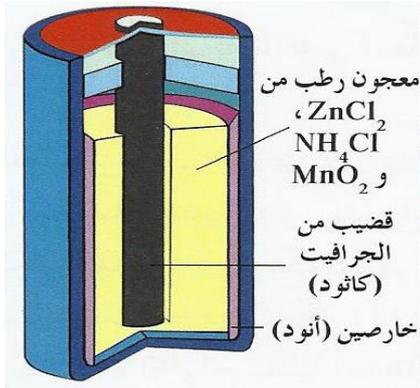


## Galvanic Cell Applications تطبيقات على الخلايا الجلفانية

تقسم الخلايا التجارية إلى قسمين :

أنواع الخلايا	”خلايا أولية”	”خلايا ثانوية”
التعريف	هي خلايا تحول الطاقة الكيميائية إلى طاقة كهربائية نتيجة حدوث تفاعلات أكسدة و اختزال بشكل تلقائي و هي غير قابلة لإعادة الشحن	هي خلايا تحول الطاقة الكيميائية إلى طاقة كهربائية نتيجة حدوث تفاعلات أكسدة و اختزال بشكل تلقائي و هي قابلة لإعادة الشحن
أمثلة	الخلية الجافة (خلية لوكلا نشيه) خلية (الخارصين - الكربون)	المركم الرصاصي (بطارية السيارة)

# الخلية الجافة ( خلية الخارصين - كربون )

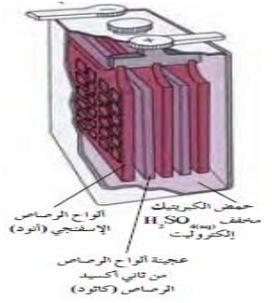


خلية لوكلانسيه



عبارة عن جدار من الخارصين يفصل بينه وبين المواد الكيميائية الأخرى ورق مسامي يشبه الجسر الملحي من حيث الوظيفة	الأنود
عبارة عن قضيب من الجرافيت يمر بمركز الخلية الجافة وهو غير نشط	الكاثود
مملوء بمعدن رطب مكون من (MnO <sub>2</sub> ، NH <sub>4</sub> Cl ، ZnCl <sub>2</sub> )	الفراغ بين القطبين
$Zn_{(s)} \rightarrow Zn^{2+}_{(aq)} + 2e^{-}$	عند الأنود
<p>🔔 تُختزل كاتيونات الأمونيوم .</p> $2NH_4^{+}_{(aq)} + 2e^{-} \rightarrow 2NH_3(g) + H_2(g)$ <p>🔔 يؤكسد ثاني أكسيد المنجنيز MnO<sub>2</sub> غاز الهيدروجين الذي تكوّن في خلال اختزال الأمونيوم ويمنعه من التراكم .</p> $H_2(g) + 2MnO_2(s) \rightarrow Mn_2O_3(s) + H_2O(l)$ <p>و بذلك يكون تفاعل الاختزال الكلي :</p> $2MnO_2(s) + 2NH_4^{+}_{(aq)} + 2e^{-} \rightarrow Mn_2O_3(s) + 2NH_3(g) + H_2O(l)$	عند الكاثود
$Zn_{(s)} + 2MnO_2(s) + 2NH_4^{+}_{(aq)} \rightarrow [Zn(NH_3)_2]^{2+}_{(aq)} + Mn_2O_3(s) + 2H_2O(l)$ <p>تكوين الأيون المترابك [Zn(NH<sub>3</sub>)<sub>2</sub>]<sup>2+</sup> يؤدي إلى عدم إمكانية إعادة الشحن</p>	المعادلة النهائية
تشغيل الكشافات - لعب الأطفال - أجهزة الراديو - الحاسبات الالكترونية .	استخداماتها

# المركم الرصاصي (بطارية السيارة)



عجينة من الرصاص الاسفنجي Pb	الأنود
عجينة من ثاني أكسيد الرصاص PbO <sub>2</sub>	الكاثود
حمض الكبريتيك المخفف H <sub>2</sub> SO <sub>4</sub>	الالكتروليت
تتأكسد ذرات الرصاص و تتحد مع أنيونات الكبريتات مكونة كبريتات الرصاص $\text{Pb}_{(s)} + \text{SO}_4^{2-}_{(s)} \rightarrow \text{PbSO}_{4(s)} \downarrow + 2e^-$	عند الأنود
يختزل ثاني أكسيد الرصاص في وجود كاتيونات الهيدروجين مكوناً الماء وكبريتات الرصاص $\text{PbO}_{2(s)} + 4\text{H}^+_{(aq)} + \text{SO}_4^{2-}_{(aq)} + 2e^- \rightarrow \text{PbSO}_{4(s)} \downarrow + 2\text{H}_2\text{O}_{(l)}$	عند الكاثود
$\text{Pb}_{(s)} + \text{PbO}_{2(s)} + 2\text{H}_2\text{SO}_{4(aq)} \rightarrow 2\text{PbSO}_{4(s)} \downarrow + 2\text{H}_2\text{O}_{(l)}$	التفاعل النهائي (تفريغ المركم)
تشغيل السيارات	استخداماته
$2\text{PbSO}_{4(s)} + 2\text{H}_2\text{O}_{(l)} \rightarrow \text{Pb}_{(s)} + \text{PbO}_{2(s)} + 2\text{H}_2\text{SO}_{4(aq)}$	معادلة إعادة (شحن المركم)

**علل** : يمكن تفريغ المركم الرصاصي و إعادة شحنه لعدد لا نهائي من المرات و لكن عمره ، من الناحية العملية محدود

**" بسبب ترسب كميات صغيرة من كبريتات الرصاص على جانبي البطارية "**

ضح علامة ( √ ) أمام العبارة الصحيحة و علامة ( X ) أمام العبارة غير الصحيحة

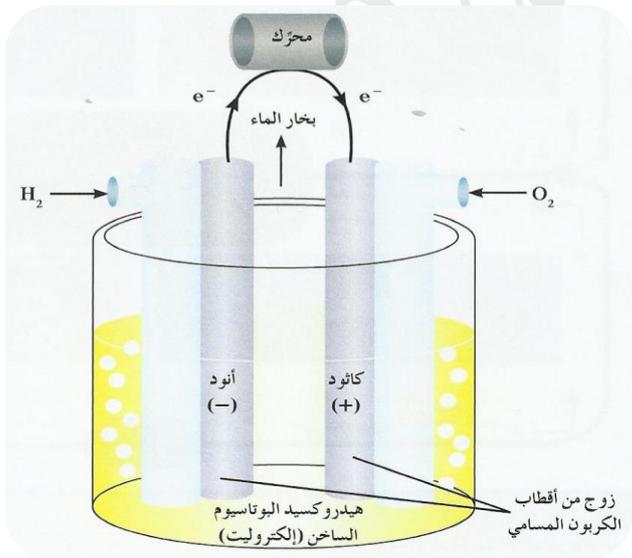
( ) عند تفريغ المركم الرصاصي ، تتراكم كبريتات الرصاص عند غلق الدائرة الخارجية للخلية على الألواح ببطء

( ) تتكون كبريتات الرصاص عند كل من أنود و كاثود المركم الرصاصي عند غلق الدائرة الخارجية له

# خلايا الوقود Fuel Cells

هي خلايا جلفانية تحتوي على مادة وقود تتأكسد لتعطي طاقة كهربائية مستمرة

الهيدروجين (H <sub>2</sub> )	الأنود
الأكسجين (O <sub>2</sub> )	الكاثود
محلول هيدروكسيد البوتاسيوم (KOH)	الالكتروليت
الأكسدة في (وسط قاعدي): $2H_2(g) + 4OH^-(aq) \rightarrow 4H_2O(l) + 4e^-$	عند الأنود
الاختزال في (وسط قاعدي): $O_2(g) + 2H_2O(l) + 4e^- \rightarrow 4OH^-(aq)$	عند الكاثود
$2H_2(g) + O_2(g) \rightarrow 2H_2O(l)$	التفاعل النهائي
<p>① مصدر نظيف للطاقة الكهربائية ولا يصدر عنها ضوضاء</p> <p>② الحصول على ماء صالح للشرب</p> <p>③ تشغيل السيارات</p> <p>④ مصدر إضافي للطاقة في الغواصات والآليات العسكرية والفضائية</p>	مميزاتها



ملاحظة:

يمكن استبدال الهيدروجين بأنواع أخرى من الوقود

مثل غاز الميثان CH<sub>4</sub> وغاز الأمونيا NH<sub>3</sub>

و استبدال الأكسجين بغازات مؤكسدة من

مثل الكلور Cl<sub>2</sub> و الأوزون O<sub>3</sub>.

ملاحظة:

يعتبر بطارية السيارة أو المرهم الرصاصي هي البطارية الأكثر استخداماً ويبلغ فرق الجهد بين

الأنود و الكاثود فيها (12 V)

# أنصاف الخلايا وجهود الخلايا

الجهد الكهربائي :

هو مقياس قدرة الخلية على إنتاج تيار كهربائي و يقاس بالفولت ( V )

ملاحظة : يفوق جهد الاختزال لنصف الخلية الذي يحدث عنده الاختزال جهد الاختزال

الذي تحدث عنده الأكسدة والفرق بين هذين الجهدين يسمى :

$$\text{جهد الخلية} = \text{جهد الاختزال لنصف الخلية الذي يحدث عنده الاختزال} - \text{جهد الاختزال لنصف الخلية الذي يحدث عنده الأكسدة}$$

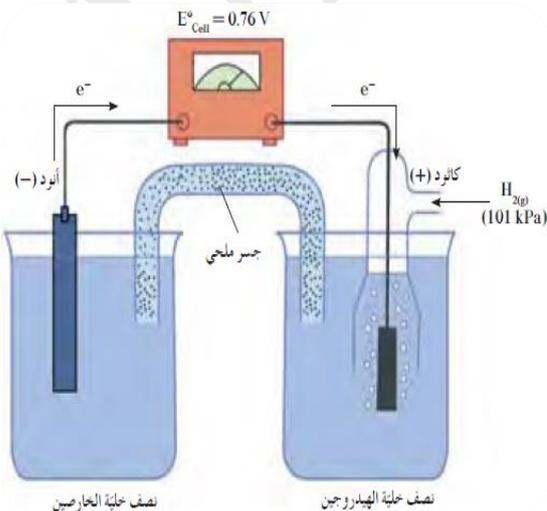
جهد الخلية  $E_{\text{cell}}$  = جهد اختزال الكاثود - جهد اختزال الانود

$$E_{\text{cell}} = E_{(\text{reduction})} - E_{(\text{oxidation})}$$

## ◆ جهود الاختزال القياسية لأنصاف الخلايا

كيف نقيس جهود الاختزال القياسية لأنصاف الخلايا باستخدام نصف خلية الهيدروجين القياسية كالتالي :

① تكون خليةً جلفانيةً من نصفين أحدهما نصفُ خليةِ الهيدروجين القياسية والأخرى نصف



الخلية المراد قياس جهدها و نوصل الخليتين بمقياس الجهد

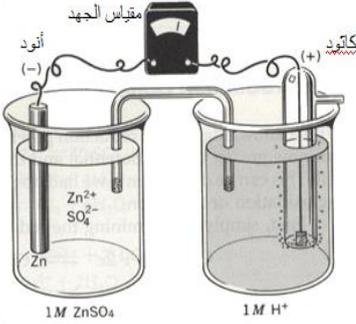
② القراءة التي تظهر على الفولتميتر تكون هي جهد الاختزال

لنصف الخلية المراد قياسها على اعتبار

أن جهد الاختزال لنصف خلية الهيدروجين القياسية يساوي صفر

**مسألة:** خلية جلفانية مكونة من نصف خلية الخارصين القياسية، ونصف خلية الهيدروجين القياسية، قيمة جهدها

القياسي ( $E_{cell}^{\circ}$ ) تساوي 0.76 V عندما تم توصيل قطب الهيدروجين بالطرف الموجب لمقياس الجهد



**ال المطلوب:**

- ① تحديد قطب الأنود وقطب الكاثود ② كتابة معادلة التفاعل الحادث عند كل قطب .
- ③ كتابة معادلة التفاعل الكلي الحادث في الخلية . ④ كتابة الرمز الاصطلاحي للخلية .
- ⑤ حساب قيمة جهد الاختزال القطبي القياسي لنصف خلية الخارصين .

**الحل:**

الكاثود (+) هو نصف خلية الهيدروجين و الأنود (-) هو نصف خلية الخارصين	تحديد قطب الأنود وقطب الكاثود	١
$Zn_{(s)} \rightarrow Zn^{2+}_{(aq)} + 2e^{-}$	التفاعل الحادث عند الأنود (الأكسدة)	٢
$2H^{+}_{(aq)} + 2e^{-} \rightarrow H_{2(g)}$	التفاعل الحادث عند الكاثود (الاختزال)	
$Zn_{(s)} + 2H^{+}_{(aq)} \rightarrow H_{2(aq)} + Zn^{2+}_{(aq)}$	التفاعل الكلي الحادث في الخلية	٣
$Zn/Zn^{2+}(1M) // H^{+}(1M)/H_{2(g)}(1atm)$	الرمز الاصطلاحي للخلية	٤
$E^{\circ}_{cell} = E^{\circ}_{(كاثود)} - E^{\circ}_{(أنود)}$ $0.76 = 0.0 - E^{\circ}_{zn/zn^{2+}}$ $E^{\circ}_{zn/zn^{2+}} = -0.76 V$	حساب قيمة جهد الاختزال القطبي القياسي لنصف خلية الخارصين	٥

**علل:** جهد اختزال الخارصين في خلية الخارصين - الهيدروجين يكون مسبقاً بإشارة سالبة



لأن هيل كاتيونات الخارصين للاختزال إلى فلز الخارصين في هذه الخلية أقل من هيل كاتيونات

الهيدروجين للاختزال إلى غاز الهيدروجين



**علل:** جهد اختزال النحاس في خلية (النحاس - الهيدروجين) يكون مسبقاً بإشارة موجبة

لأن هيل كاتيونات النحاس للاختزال إلى فلز النحاس في هذه الخلية أكبر من هيل كاتيونات

الهيدروجين للاختزال إلى غاز الهيدروجين

**علل:** خلية رزها الاصطلاحي Pt.  $H_{2(g)}(1atm) / H^{+}_{(aq)}(1M) // Al^{3+}_{(aq)}(1M) / Al_{(s)}$  وكانت

قراءة الفولتميتر الموصل بالدائرة (+ 1.66 V)، فإن قيمة جهد الاختزال لنصف خلية الألمنيوم تساوي ..... V



إذا كان جهد اختزال المغنيسيوم يساوي ( - 2.4 ) فولت ، فإن جهد الخلية الجلفانية التي لها الرمز

الاصطلاحي التالي : Pt .  $H_2(g) (1atm) / H^+(aq)(1M) // Mg^{2+}(aq) (1M) / Mg$  يساوي .....



قارن بين الخليتين الجلفانيتين ، الرمز الاصطلاحي لكل منهما كما هو موضح في الجدول :

علماً بأن :  $E_{Ni^{2+}/Ni} = - 0.25 v$  ,  $E_{Fe^{2+}/Fe} = - 0.44 V$  ,  $E_{Pb^{2+}/Pb} = - 0.13 V$  ,  $E_{Sn^{2+}/Sn} = - 0.14 V$

وجه المقارنة	$Sn(s) / Sn^{2+}(aq) // Pb^{2+}(aq) / Pb(s)$	$Fe(s) / Fe^{2+}(aq) // Ni^{2+}(aq) / Ni(s)$
$E^{\circ}_{Cell}$		
رمز نصف الخلية الذي تقل كتلته		

احسب جهد الاختزال كما هو موضح في الجدول التالي :

علماً أن  $E_{Ni^{2+}/Ni} = - 0.25 V$

جهد الاختزال	قراءة الفولتميتر $E_{Cell}$	التفاعل
$E_{Al^{3+}/Al} =$	+ 1.41 V	$2Al_{(aq)} + 3Ni^{2+}_{(s)} \rightarrow 2Al^{3+}_{(aq)} + 3Ni_{(aq)}$
$E_{Cr^{3+}/Cr} =$	+ 0.49 V	$3Ni^{2+}_{(aq)} + 2Cr_{(s)} \rightarrow 3Ni_{(s)} + 2Cr^{3+}_{(aq)}$
$E_{Fe^{3+}/Fe^{2+}} =$	+ 1.02 V	$2Ni_{(s)} + 2Fe^{3+}_{(aq)} \rightarrow 2Ni^{2+}_{(aq)} + 2Fe^{2+}_{(aq)}$

خلية جلفانية رمزها الاصطلاحي :  $Mg(s) / Mg^{2+}(aq) // Ni^{2+}(aq) / Ni(s)$

المطلوب :

ا ) اكتب معادلة ( أ ) الانود :

( ب ) الكاثود :

( ج ) المعادلة النهائية :

احسب القوة المحركة الكهربائية للخلية : علماً بأن  $E_{Ni^{2+}/Ni} = - 0.25 V$  ,  $E_{Mg^{2+}/Mg} = - 2.37 V$

**مسألة:** خلية جلفانية مكونة من نصف خلية النحاس القياسية ، ونصف خلية الهيدروجين القياسية ، قيمة جهد

الخلية القياسي ( $E_{cell}$ ) تساوي  $0.34\text{ V}$  عندما تم توصيل قطب الهيدروجين بالطرف السالب لمقياس الجهد

**المطلوب:** 

- ① رسم شكل تخطيطي للخلية مع تحديد قطب الأنود وقطب الكاثود ، واتجاه سريان التيار الكهربائي .
- ② كتابة معادلة التفاعل الحادث عند كل قطب
- ③ كتابة معادلة التفاعل الكلي الحادث في الخلية
- ④ كتابة الرمز الاصطلاحي للخلية
- ⑤ حساب قيمة جهد الاختزال القطبي القياسي لنصف خلية النحاس

**الحل:**

① الرسم

② عند الأنود (-) تحدث عملية أكسدة : .....

عند الكاثود (+) تحدث عملية اختزال : .....

③ التفاعل الكلي الحادث في الخلية : .....

④ الرمز الاصطلاحي للخلية : .....

⑤ حساب جهد الاختزال القطبي لنصف خلية النحاس

.....  
.....

# Standard Reducetion Potential Series سلسلة جهود الاختزال القياسية

هي ترتيب تصاعدي لجميع العناصر تبعا لجهود الاختزال القطبية القياسية لها

مزايا ترتيب أنصاف الخلايا في السلسلة الالكتروكيميائية

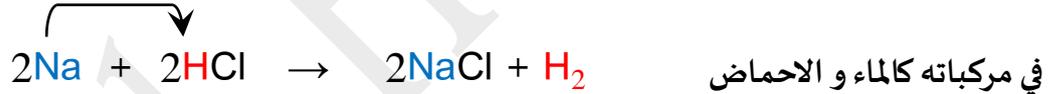
① القيمة العددية لجهود الاختزال القياسي لنصف الخلية تساوي القيمة العددية

لجهود الأكسدة القياسي لنفس نصف الخلية ولكن بإشارة مخالفة

② أنصاف الخلايا التي تسبق ( فوق ) الهيدروجين في سلسلة جهود الاختزال:

③ قيم جهود الاختزال لأنصاف الخلايا التي تسبق الهيدروجين لها إشارة **سالبة** أي أن:

أ) العناصر الفلزية التي تسبق الهيدروجين لها القدرة على أن تحل محل الهيدروجين



في مركباته كالماء و الاحماض

ب) تعمل أنصاف خلايا العناصر التي تسبق الهيدروجين **كأنود** عند توصيلها بنصف

خلية الهيدروجين ولذلك هي أسهل في الأكسدة وأصعب في الاختزال من الهيدروجين

مثل خلية (الخاصين -الهيدروجين القياسية)

③ أنصاف الخلايا التي تلي الهيدروجين في سلسلة جهود الاختزال:

③ قيم جهود الاختزال لأنصاف الخلايا التي تلي الهيدروجين لها إشارة **موجبة** أي أن:

أ) العناصر الفلزية التي تلي الهيدروجين ليس لها القدرة على أن تحل

محل الهيدروجين في مركباته كالماء و الاحماض في الظروف العادية



ب) تعمل أنصاف خلايا العناصر التي تلي الهيدروجين **ككاثود** عند توصيلها بنصف خلية

الهيدروجين ولذلك فهي أصعب في الأكسدة و أسهل في الاختزال من الهيدروجين مثل خلية ( النحاس القياسية )

ج) يمكن أن توجد هذه العناصر في الطبيعة في الحالة العنصرية بجانب وجودها في صورة مركبات

—	K البوتاسيوم
—	Na الصوديوم
—	Ca الكالسيوم
—	Mg المغنيسيوم
—	Al الألمنيوم
—	Zn الزنك
—	Fe الحديد
—	Sn القصدير
—	Pb الرصاص
0	H <sub>2</sub> الهيدروجين
+	Cu النحاس
+	Hg الزئبق
+	Ag الفضة
+	Au الذهب

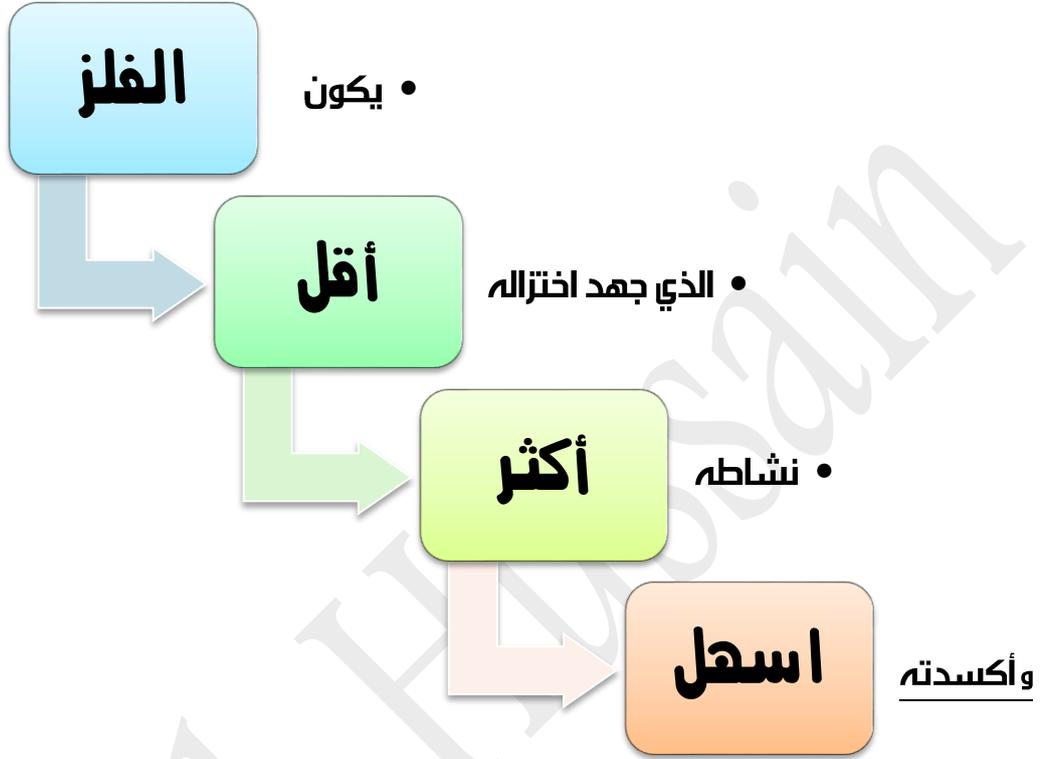
# سلسلة جهود الاختزال القياسية

قوة العامل المختزل	Half-Reaction	E <sup>0</sup> (V)	قوة العامل المؤكسد
مختزل	$\text{Li}^+(\text{aq}) + \text{e}^- \rightarrow \text{Li}(\text{s})$	-3.05	-
مختزل	$\text{K}^+(\text{aq}) + \text{e}^- \rightarrow \text{K}(\text{s})$	-2.93	-
مختزل	$\text{Ba}^{2+}(\text{aq}) + 2 \text{e}^- \rightarrow \text{Ba}(\text{s})$	-2.90	-
مختزل	$\text{Na}^+(\text{aq}) + \text{e}^- \rightarrow \text{Na}(\text{s})$	-2.71	-
مختزل	$\text{Mg}^{2+}(\text{aq}) + 2 \text{e}^- \rightarrow \text{Mg}(\text{s})$	-2.37	-
مختزل	$\text{Al}^{3+}(\text{aq}) + 3 \text{e}^- \rightarrow \text{Al}(\text{s})$	-1.66	...
مختزل	$2 \text{H}_2\text{O} + 2 \text{e}^- \rightarrow \text{H}_2(\text{g}) + 2 \text{OH}^-(\text{aq})$	-0.83	...
مختزل	$\text{Zn}^{2+}(\text{aq}) + 2 \text{e}^- \rightarrow \text{Zn}(\text{s})$	-0.76	...
مختزل	$\text{Cr}^{3+}(\text{aq}) + 3 \text{e}^- \rightarrow \text{Cr}(\text{s})$	-0.74	...
مختزل	$\text{Fe}^{2+}(\text{aq}) + 2 \text{e}^- \rightarrow \text{Fe}(\text{s})$	-0.44	مؤكسد
مختزل	$\text{Cd}^{2+}(\text{aq}) + 2 \text{e}^- \rightarrow \text{Cd}(\text{s})$	-0.40	مؤكسد
مختزل	$\text{PbSO}_4(\text{s}) + 2 \text{e}^- \rightarrow \text{Pb}(\text{s}) + \text{SO}_4^{2-}(\text{aq})$	-0.31	مؤكسد
مختزل	$\text{Co}^{2+}(\text{aq}) + 2 \text{e}^- \rightarrow \text{Co}(\text{s})$	-0.28	مؤكسد
مختزل	$\text{Ni}^{2+}(\text{aq}) + 2 \text{e}^- \rightarrow \text{Ni}(\text{s})$	-0.25	مؤكسد
مختزل	$\text{Pb}^{2+}(\text{aq}) + 2 \text{e}^- \rightarrow \text{Pb}(\text{s})$	-0.13	مؤكسد
مختزل	$2 \text{H}^+(\text{aq}) + 2 \text{e}^- \rightarrow \text{H}_2(\text{g})$	0.00	مؤكسد
مختزل	$\text{Cu}^{2+}(\text{aq}) + \text{e}^- \rightarrow \text{Cu}^+(\text{aq})$	+0.13	مؤكسد
مختزل	$\text{AgCl}(\text{s}) + \text{e}^- \rightarrow \text{Ag}(\text{s}) + \text{Cl}^-(\text{aq})$	+0.22	مؤكسد
مختزل	$\text{Cu}^{2+}(\text{aq}) + 2 \text{e}^- \rightarrow \text{Cu}(\text{s})$	+0.34	مؤكسد
مختزل	$\text{O}_2(\text{g}) + 2 \text{H}_2 + 4 \text{e}^- \rightarrow 4 \text{OH}^-(\text{aq})$	+0.40	مؤكسد
مختزل	$\text{I}_2(\text{s}) + 2 \text{e}^- \rightarrow 2 \text{I}^-(\text{aq})$	+0.53	مؤكسد
مختزل	$\text{MnO}_4^-(\text{aq}) + 2 \text{H}_2\text{O} + 3 \text{e}^- \rightarrow \text{MnO}_2(\text{s}) + 4 \text{OH}^-(\text{aq})$	+0.59	مؤكسد
مختزل	$\text{O}_2(\text{g}) + 2 \text{H}^+(\text{aq}) + 2 \text{e}^- \rightarrow \text{H}_2\text{O}_2(\text{aq})$	+0.68	مؤكسد
مختزل	$\text{Fe}^{3+}(\text{aq}) + \text{e}^- \rightarrow \text{Fe}^{2+}(\text{aq})$	+0.77	مؤكسد
مختزل	$\text{Ag}^+(\text{aq}) + \text{e}^- \rightarrow \text{Ag}(\text{s})$	+0.80	مؤكسد
مختزل	$\text{Hg}_2^{2+}(\text{aq}) + 2 \text{e}^- \rightarrow 2 \text{Hg}(\text{l})$	+0.85	مؤكسد
مختزل	$\text{Br}_2(\text{l}) + 2 \text{e}^- \rightarrow 2 \text{Br}^-(\text{aq})$	+1.07	مؤكسد
مختزل	$\text{O}_2(\text{g}) + 4 \text{H}^+(\text{aq}) + 4 \text{e}^- \rightarrow 2 \text{H}_2\text{O}$	+1.23	مؤكسد
مختزل	$\text{MnO}_2(\text{s}) + 4 \text{H}^+(\text{aq}) + 2 \text{e}^- \rightarrow \text{Mn}^{2+}(\text{aq}) + 2 \text{H}_2\text{O}$	+1.23	مؤكسد
مختزل	$\text{Cl}_2(\text{g}) + 2 \text{e}^- \rightarrow 2 \text{Cl}^-(\text{aq})$	+1.36	مؤكسد
مختزل	$\text{MnO}_4^-(\text{aq}) + 8 \text{H}^+(\text{aq}) + 5 \text{e}^- \rightarrow \text{Mn}^{2+}(\text{aq}) + 4 \text{H}_2\text{O}$	+1.51	مؤكسد
مختزل	$\text{PbO}_2(\text{s}) + 4 \text{H}^+(\text{aq}) + \text{SO}_4^{2-}(\text{aq}) + 2 \text{e}^- \rightarrow \text{PbSO}_4(\text{s}) + 2 \text{H}_2\text{O}$	+1.70	مؤكسد
مختزل	$\text{F}_2(\text{g}) + 2 \text{e}^- \rightarrow \text{F}^-(\text{aq})$	+2.87	مؤكسد

ملاحظات على سلسلة جهود الاختزال القياسية :

عندما نتحدث عن الفلزات

-	K البوتاسيوم
-	Na الصوديوم
-	Ca الكالسيوم
-	Mg المغنيسيوم
-	Al الألمنيوم
-	Zn الزنك
-	Fe الحديد
-	Sn القصدير
-	Pb الرصاص
0	H <sub>2</sub> الهيدروجين
+	Cu النحاس
+	Hg الزئبق
+	Ag الفضة
+	Au الذهب



من الفلز الذي جهد اختزاله **أكبر**

وبالتالي يستطيع أن يحل محله ( يطرده ) من محاليل مركباته

الفلز الذي في أعلى السلسلة الكهروكيميائية

يحل محل كاتيون الفلز الذي في الأسفل

و يطرده من محاليل مركباته

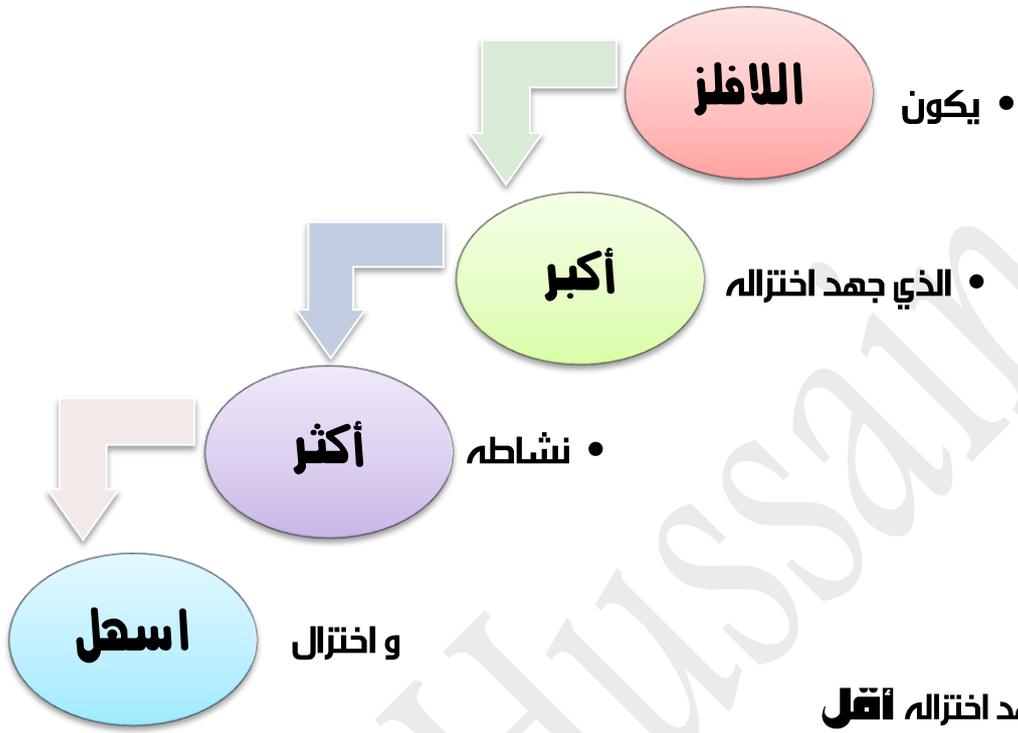


مثلاً : الخارصين يقع فوق النحاس في السلسلة الكهروكيميائية و بالتالي يكون أكثر نشاطاً

و يستطيع أن يحل محله ( **يطرده** ) من محاليل مركباته :



## عندما نتحدث عن اللافلزات

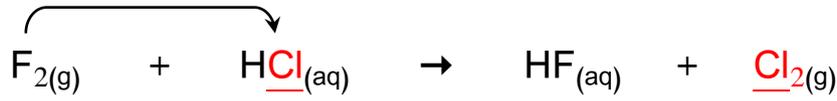


و يطرده من محاليل مركباته

يحل محل أنيون اللافلز الذي في الأعلى

اللافلز الذي في أسفل السلسلة الكهروكيميائية

مختزل	$I_{2(s)} + 2 e^- \rightarrow 2 I_{(aq)}$	+0.53	مؤكسد
مختزل	$MnO_4^-(aq) + 2 H_2O + 3 e^- \rightarrow MnO_2(s) + 4 OH^-(aq)$	+0.59	مؤكسد
مختزل	$O_2(g) + 2 H^+(aq) + 2 e^- \rightarrow H_2O_2(aq)$	+0.68	مؤكسد
مختزل	$Fe^{3+}(aq) + e^- \rightarrow Fe^{2+}(aq)$	+0.77	مؤكسد
-	$Ag^+(aq) + e^- \rightarrow Ag(s)$	+0.80	مؤكسد
-	$Hg_2^{2+}(aq) + 2 e^- \rightarrow 2 Hg(l)$	+0.85	مؤكسد
-	$Br_2(l) + 2 e^- \rightarrow 2 Br^-(aq)$	+1.07	مؤكسد
-	$O_2(g) + 4 H^+(aq) + 4 e^- \rightarrow 2 H_2O$	+1.23	مؤكسد
-	$MnO_2(s) + 4 H^+(aq) + 2 e^- \rightarrow Mn^{2+}(aq) + 2 H_2O$	+1.23	مؤكسد
-	$Cl_2(g) + 2 e^- \rightarrow 2 Cl^-(aq)$	+1.36	مؤكسد
-	$MnO_4^-(aq) + 8 H^+(aq) + 5 e^- \rightarrow Mn^{2+}(aq) + 4 H_2O$	+1.51	مؤكسد
-	$PbO_2(s) + 4 H^+(aq) + SO_4^{2-}(aq) + 2 e^- \rightarrow PbSO_4(s) + 2 H_2O$	+1.70	مؤكسد
-	$F_2(g) + 2 e^- \rightarrow F^-(aq)$	+2.87	مؤكسد



**علل :** الفلور يستطيع أن يحل محل جميع أنيونات الهالوجينات في محاليل مركباتها ، بينما لا يستطيع اليود أن يحل محل أي منها

**يُمكن معرفة العوامل المؤكسدة والعوامل المختزلة من السلسلة الكهروكيميائية ، وتدرجها في القوة**

العوامل المؤكسدة	العوامل المختزلة
هي الأنواع التي تقع على يسار السهم في سلسلة جهود الاختزال وتحدث لها عملية اختزال	هي الأنواع التي تقع على يمين السهم في السلسلة تحدث لها عملية أكسدة
أقوى العوامل المؤكسدة هي تلك الأنواع التي تقع على يسار السهم في السلسلة وفي أسفل السلسلة	أقوى العوامل المختزلة هي تلك الأنواع التي تقع على يمين السهمين وفي أعلى السلسلة
$\text{F}_2$ الفلور <b>أقوى</b> العوامل المؤكسدة	يعتبر عنصر الليثيوم (Li) <b>أقوى</b> العوامل المختزلة
يعتبر كاتيون الليثيوم ( $\text{Li}^+$ ) <b>أضعف</b> العوامل المؤكسدة	يعتبر أنيون الفلوريد ( $\text{F}^-$ ) <b>أضعف</b> العوامل المختزلة

**أهمية معرفة جهود الخلايا القياسية في تحديد الأنود و الكاثود عند عمل خلية :**

القطب	الأنود	الكاثود
العملية	أكسدة	اختزال
جهد اختزاله	الأقل	الأكثر

يمكن التنبؤ بإمكانية حدوث تفاعل بمعرفة قيم جهود الاختزال القطبية القياسية لأنصاف

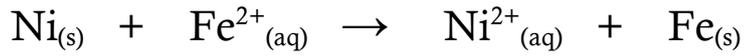
الخلايا الأكسدة والاختزال بشكل تلقائي مستمر من عدمه عن طريق حساب جهد التفاعل :

**جهد التفاعل = جهد اختزال الكاثود - جهد اختزال الأنود**

إذا كانت قيمة جهد التفاعل **موجبة** ، دل ذلك على أن التفاعل يحدث بشكل تلقائي مستمر

إذا كانت قيمة جهد التفاعل **سالبة** ، دل ذلك على أن التفاعل لا يحدث بشكل تلقائي مستمر

مسألة احسب جهد الخلية  $E^\circ_{\text{cell}}$  لتحديد ما اذا كان تفاعل الأكسدة و الاختزال التالي تلقائياً أم لا



الحل :

تذكير : يكون تفاعل الأكسدة و الاختزال تلقائي اذا كان جهد الخلية القياسي **موجب**

نحدد تفاعل الأكسدة و الاختزال من المعادلة

نفكك معادلة الاكسدة و الاختزال الى نصف تفاعل أكسدة و نصف تفاعل اختزال

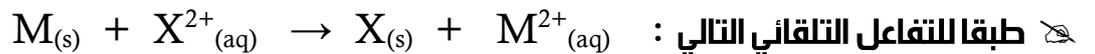
الجهد القياسي (V)	نصف تفاعل	القطب
-3.05	$\text{Li}^+ + e^- \rightarrow \text{Li}$	$\text{Li}^+/\text{Li}$
-2.93	$\text{K}^+ + e^- \rightarrow \text{K}$	$\text{K}^+/\text{K}$
-2.90	$\text{Ba}^{2+} + 2e^- \rightarrow \text{Ba}$	$\text{Ba}^{2+}/\text{Ba}$
-2.71	$\text{Na}^+ + e^- \rightarrow \text{Na}$	$\text{Na}^+/\text{Na}$
-2.37	$\text{Mg}^{2+} + 2e^- \rightarrow \text{Mg}$	$\text{Mg}^{2+}/\text{Mg}$
-1.66	$\text{Al}^{3+} + 3e^- \rightarrow \text{Al}$	$\text{Al}^{3+}/\text{Al}$
-0.83	$2\text{H}_2\text{O} + 2e^- \rightarrow \text{H}_2 + 2\text{OH}^-$	$\text{H}_2\text{O}/\text{H}_2$
-0.76	$\text{Zn}^{2+} + 2e^- \rightarrow \text{Zn}$	$\text{Zn}^{2+}/\text{Zn}$
-0.74	$\text{Cr}^{3+} + 3e^- \rightarrow \text{Cr}$	$\text{Cr}^{3+}/\text{Cr}$
-0.44	$\text{Fe}^{2+} + 2e^- \rightarrow \text{Fe}$	$\text{Fe}^{2+}/\text{Fe}$
<del>-0.42</del>	$2\text{H}_2\text{O} + 2e^- \rightarrow \text{H}_2 + 2\text{OH}^-$	$\text{H}_2\text{O}/\text{H}_2 (\text{pH}=7)$
-0.36	$\text{PbSO}_4 + 2e^- \rightarrow \text{Pb} + \text{SO}_4^{2-}$	$\text{PbSO}_4/\text{Pb}$
-0.28	$\text{Co}^{2+} + 2e^- \rightarrow \text{Co}$	$\text{Co}^{2+}/\text{Co}$
-0.25	$\text{Ni}^{2+} + 2e^- \rightarrow \text{Ni}$	$\text{Ni}^{2+}/\text{Ni}$
<del>-0.13</del>	$\text{Pb}^{2+} + 2e^- \rightarrow \text{Pb}$	$\text{Pb}^{2+}/\text{Pb}$
-0.036	$\text{Fe}^{3+} + 3e^- \rightarrow \text{Fe}$	$\text{Fe}^{3+}/\text{Fe}$



$$E^\circ_{\text{cell}} = E^\circ_{\text{reduction}} - E^\circ_{\text{oxidation}}$$

$$E^\circ_{\text{cell}} = -0.44 - (-0.25) = -0.19 \text{ V}$$

جهد الخلية القياسي سالب ، أي أن تفاعل الأكسدة و الاختزال **غير تلقائي** .



فإن العنصر الافتراضي (M) ..... العنصر الافتراضي (X) في سلسلة جهود الاختزال القياسية

اكتب الاسم أو المصطلح العلمي الذي يدل عليه كل من العبارات التالية :

١ ﴿ أنظمة أو أجهزة تحول الطاقة الكهربائية الى طاقة كيميائية أو العكس ﴾

من خلال تفاعلات أكسدة و اختزال

٢ ﴿ وعاء يحتوي على شريحة مغمورة جزئياً في محلول إلكتروليتي لأحد مركبات مادة الشريحة ﴾

٣ ﴿ وعاء يحتوي على شريحة مغمورة جزئياً في محلول إلكتروليتي لأحد مركبات مادة الشريحة ﴾

عند درجة حرارة  $25^{\circ}\text{C}$  و ضغط غاز  $101\text{ KPa}$  و تركيز المحلول  $1\text{M}$

٤ ﴿ الطاقة المصاحبة لاكتساب المادة للإلكترونات أي ميلها الى الاختزال ﴾

٥ ﴿ جهد الاختزال عند درجة الحرارة عند درجة حرارة  $25^{\circ}\text{C}$  و ضغط غاز  $101\text{ KPa}$  ﴾

و تركيز المحلول  $1\text{M}$

٦ ﴿ رمزٌ يعبرُ عن الخلية الجلفانية حيث يدلُّ على تركيبها و التفاعلات التي تحدثُ خلال عملها ﴾

٧ ﴿ خلايا تُحول الطاقة الكيميائية الى طاقة كهربائية نتيجة حدوثُ تفاعلات أكسدة و اختزال ﴾

بشكل تلقائي و غير قابل لإعادة الشحن

٨ ﴿ خلايا تحول الطاقة الكيميائية الى طاقة كهربائية نتيجة حدوثُ تفاعلات أكسدة و اختزال ﴾

بشكل تلقائي و لكنها قابلة لإعادة الشحن

١٠ ﴿ خلايا تُعتبر مصدراً رئيسياً للطاقة الكهربائية في ألعاب الاطفال و الكشافات الكهربائية ﴾

١١ ﴿ قطب البلاتين المغمور في محلول دهضي يحتوي على كاتيون الهيدروجين ﴾

عند الظروف القياسية

١٢ ﴿ خلايا فولتية تحتوي على مادة وقود تتأكسد لتعطي طاقة كهربائية مستمرة ﴾

١٣ ﴿ ترتيب أنصاف خلايا مختلفة ترتيباً تصاعدياً تبعاً لجهود اختزالها القياسية مقارنة ﴾

### بنصف خلية الهيدروجين القياسية

١٤ ﴿ مقياس قدرة الخلية على إنتاج تيار كهربائي ﴾

١٥ ﴿ خلايا تحتاج إلى طاقة كهربائية لينتج منها تفاعل كيميائي ﴾

أ) اختر الإجابة الصحيحة من بين الإجابات التي تلي كل مما يلي ، وضع أمامها علامة (√)

١ ﴿ جميع ما يلي يحدث أثناء عمل الخلية الجلفانية ما عدا :

تفاعل أكسدة و اختزال بشكل تلقائي مستمر

سريان الإلكترونات من الأنود إلى الكاثود خلال السلك المعدني

زيادة في تركيز الأيونات الموجبة في محلول نصف خلية الأنود

هجرة الكاتيونات نحو نصف خلية الأنود خلال الجسر الملحي

٢ ﴿ خلية جلفانية رمزها الاصطلاحي  $\text{Pt} / [\text{H}^+] (1 \text{ atm}) / \text{H}_2 // [\text{Cu}^{2+}] / \text{Cu}$  فإذا علمت أن جهد الاختزال القياسي

للنحاس (0.34) فولت فإن جميع العبارات التالية صحيحة عدا واحدة وهي :

تسرى الإلكترونات من قطب الهيدروجين إلى قطب النحاس في الدائرة الخارجية

القوة المحركة الكهربائية للخلية  $E^{\circ}_{\text{cell}} =$  جهد الاختزال القياسي للنحاس

التفاعل النهائي في الخلية هو  $\text{Cu} + 2\text{H}^+ \rightarrow \text{Cu}^{2+} + \text{H}_2$

جهد الأكسدة القياسي للنحاس = القوة المحركة الكهربائية  $E^{\circ}_{\text{cell}}$  مسبقاً بإشارة سالبة

٣ ﴿ أحد العبارات التالية لا تنطبق على الجسر الملحي المستخدم في الخلية الجلفانية :

يفصل بين أنصاف الخلايا  يُحافظ على التعادل الكهربائي في الوعائين

يربط المحلولين لإقفال الدائرة الداخلية  يحتوي على هيدروكسيد البوتاسيوم

٤ جميع التغيرات التالية تحدث أثناء تفريغ شحنة المركب الرصاصي ما عدا واحد هو:

- يتكون كبريتات الرصاص عند الانود  تقل كثافة الالكتروليت
- يتكون كبريتات الرصاص عند الكاثود  يتصاعد غاز الاكسجين عند الانود

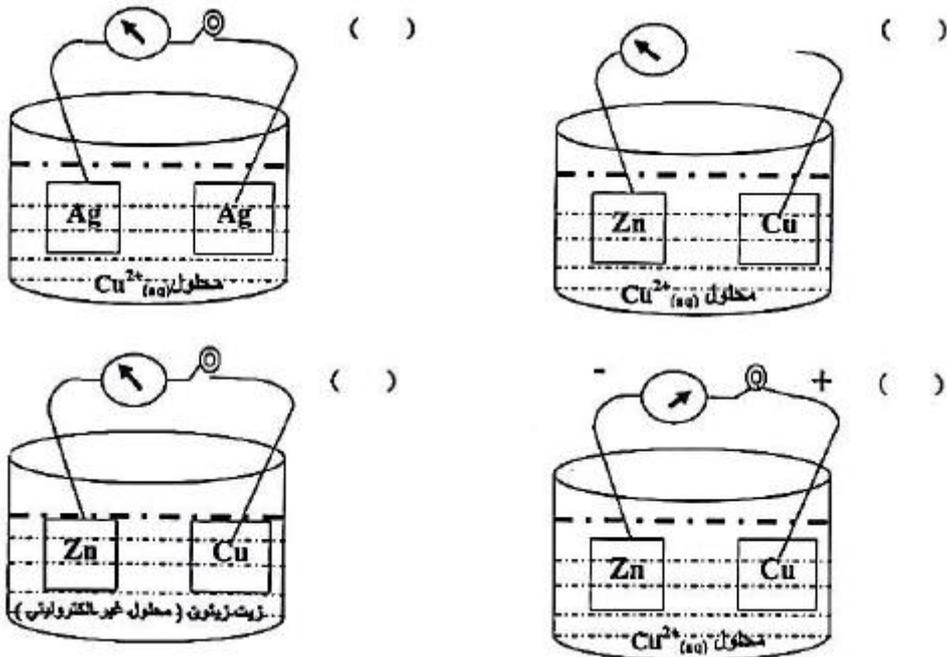
٥ جميع ما يلي من تغيرات تحدث في خلية الوقود المستخدم فيها الهيدروجين و الاكسجين ما عدا واحدة هي:

- يتم الحصول على طاقة كهربائية مباشرة  يحدث اختزال للاكسجين بتفاعله مع الماء
- يتأكسد الهيدروجين بتفاعله مع  $\text{OH}^-$   تنتج مواد كيميائية ملوثة للبيئة

٦ الفلز الذي له أكبر قدرة على فقد إلكترونات أثناء التفاعلات الكيميائية من بين الفلزات التالية هو:

- Co (-, ٢٨ فولت)  Pb (-, ١,٢٦ فولت)
- Cu (+, ٣٤ فولت)  Rb (-, ٢,٩٢٥ فولت)

أحد الدوائر التالية تهتل دائرة كهربائية يهكنا أن تولد تيار كهربائي و هي:



الجدول التالي يهمل العناصر الافتراضية و جهود اختزالها كما هو موضح بالجدول التالي :

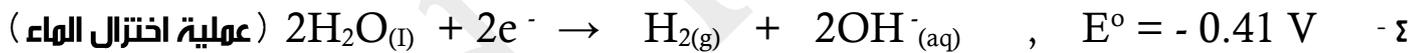
الترتيب في السلسلة الإلكتروكيميائية	قيم جهود الاختزال القياسية
$X^{2+} + 2e^{-} \rightarrow X$	- 2 V
$Y^{2+} + 2e^{-} \rightarrow Y$	- 1 V
$Z^{2+} + 2e^{-} \rightarrow Z$	0 V

أجب عما يلي :

١ القطب الذي لا يهكن أن يكون كاثودا عند تكوين أي خلية جلفانية من هذه الأقطاب هو نصف خلية العنصر .....

٢ الكاثود الذي يهكن أن يؤكسد ذرات العنصر Y هو .....

٣ خلية الكتروليتية تحتوي على محلول كبريتات النحاس  $CuSO_4$  و الأقطاب خاملة اذا علمت أن :



ب ( قارن بين الخلايا الجلفانية الأولية و الثانوية :

الخلايا الثانوية	الخلايا الأولية	وجه المقارنة
		تفاعل الأكسدة و الاختزال ( تلقائي - غير تلقائي )
		إعادة الشحن ( قابلة - غير قابلة )
		مثال عليها

ج) قارن بين المركم الرصاصي أثناء عملية التفريغ و خلايا الوقود :

وجه المقارنة	المركم الرصاصي	خلايا الوقود ( O <sub>2</sub> - H <sub>2</sub> )
الانود		
الكاثود		
التفاعل عند الانود		
التفاعل عند الكاثود		
التفاعل النهائي		
إمكانية إعادة الشحن		

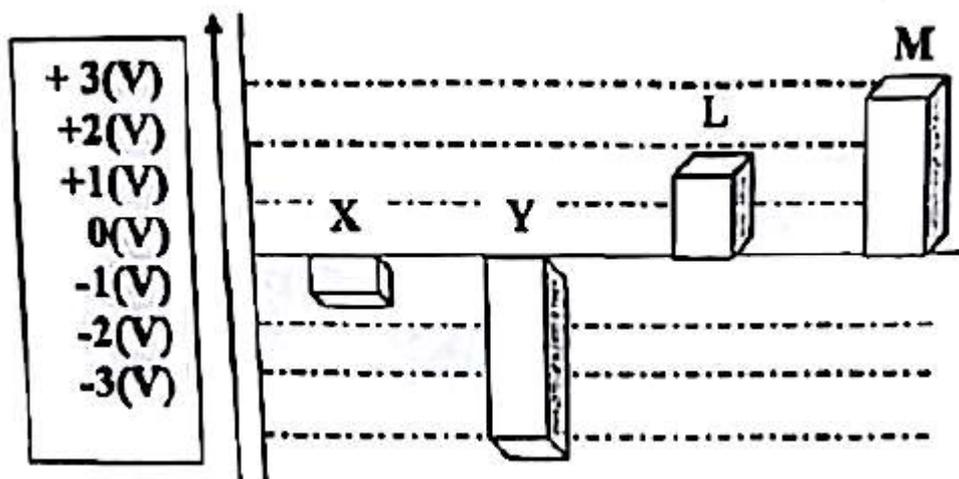
هـ) قارن بين كل من :

وجه المقارنة	خلايا الوقود	الخلية الجافة
التفاعل عند الأنود		

و) قارن بين الخلايا الجلفانية :

أوجه المقارنة	Fe <sub>(s)</sub> / Fe <sup>2+</sup> <sub>(aq)</sub> // Ag <sup>+</sup> <sub>(aq)</sub> / Ag <sub>(s)</sub>	خلية الوقود
المادة التي تأكسدت		
المادة التي اختزلت		

الشكل التالي يمثل جهود الاختزال الافتراضية لعدة فلزات :



و منه نستنتج أن :

- ١ أقوى العوامل المختزلة من العناصر الموضحة بالهناهي هو العنصر .....
- ٢ أقوى العوامل المؤكسدة الموضحة بالهناهي هو العنصر .....
- ٣ يهكن الحصول على أكبر جهد للخلية الجلفانية عند استخدام أقطاب من العنصر ..... و العنصر .....

د ) خلية جلفانية رهزها الاصطلاحي هو  $Pb / [Pb^{2+}] // [Sn^{2+}] / Sn$  و المطلوب :

١ ارسم شكلاً تخطيطياً للخلية عليه كل من الانود و الكاثود مع تحديد شحنتهما و اتجاه سريان

الالكترونات في الدائرة الخارجية

٢ التفاعل عند الانود :

٣ التفاعل عند الكاثود :

٤ القطب الذي تزداد كتلته هو :

٥ القطب الذي تقل كتلته هو :

٦ تركيز كاتيونات  $Sn^{2+}$  :

٧ تركيز كاتيونات  $Pb^{2+}$  :

ف ( خلية جلفانية رمزها الاصطلاحي هو  $Fe / [Fe^{2+}] // [Ag^+] / Ag$  و المطلوب :

① التفاعل عند الانود : .....

② التفاعل عند الكاثود : .....

③ القطب الذي تزداد كتلته هو : .....

④ القطب الذي تقل كتلته هو : .....

⑤ تركيز كاتيونات  $Fe^{2+}$  : .....

⑥ تركيز كاتيونات  $Ag^+$  : .....

⑦ احسب  $E^{\circ}_{cell}$  للخلية علماً بان جهد الاختزال القياسي  $Ag / [Ag^+] // [Fe^{2+}] / Fe$  هو ( +0.80 , -0.44 )

.....  
.....

غ ( علل ( فسر ) ما يلي :

① تكون طبقة بنية اللون من ذرات النحاس ( Cu ) على سطح شريحة الخارصين عند غمرها بمحلول  $CuSO_4$

**بسبب اختزال كاتيونات النحاس الزرقاء باكتسابها الكترونين الى ذرات النحاس بنية اللون  $Cu^{2+} + 2e^- \rightarrow Cu$**

② يهت لون محلول كبريتات النحاس II الازرق حتى يختفي كلياً بعد بضع ساعات من غمر شريحة الخارصين فيه

**بسبب اختزال كاتيونات النحاس الزرقاء باكتسابها الكترونين الى ذرات النحاس بنية اللون  $Cu^{2+} + 2e^- \rightarrow Cu$**

③ تأكل سطح شريحة الخارصين عند غمرها في محلول مائي لكبريتات النحاس II

**بسبب اكسدة ذرات الخارصين الى كاتيونات خارصين بفقدانها الكترونين  $Zn_{(s)} \rightarrow Zn^{2+}_{(aq)} + 2e^-$**

④ لا يتولد تيار كهربائي عند غمر قطب من الخارصين في كبريتات النحاس II

**لأنه لا يوجد موصل فلزي ينقل الالكترونات من وعاء الأكسدة الى وعاء الاختزال و تعتبر دائرة مفتوحة**

⑤ يمكن تفريغ المركم الرصاصي و إعادة شحنه لعدد لا نهائي من المرات و لكن من الناحية العملية محدود

**لترسب كميات قليلة من كبريتات الرصاص في قاع المركم**

⑥ يمكن للألمنيوم أن يحل محل الفضة في محاليل أملاحها

**لأن جهد اختزال الألمنيوم أقل من جهد اختزال الفضة و بالتالي يكون نشاطه الكهيميائي أكبر و بالتالي يستطيع أن يحل محل الفضة في محاليل أملاحها**

⑦ يمكن حفظ محلول كبريتات الحديد II في وعاء من النحاس

**لأن جهد اختزال النحاس أكبر من جهد اختزال الحديد و بالتالي يكون النشاط الكهيميائي للنحاس أقل من النشاط الكهيميائي للحديد و بالتالي لا يستطيع أن يحل محل الحديد في محاليل مركباته**

⑧ عند وضع قطعة من فلز الخارصين في محلول كبريتات النحاس II الزرقاء تتكون طبقة رقيقة بنية اللون

على سطح قطعة الخارصين و يهت لون محلول كبريتات النحاس II

**لأن جهد اختزال الخارصين أقل جهد اختزال النحاس و بالتالي يكون نشاطها الكهيميائي أكبر و يحل محل النحاس في محلول كبريتات النحاس ، و تتحول كاتيونات النحاس إلى ذرات نحاس تترسب على قطعة الخارصين**

⑨ لا يتأثر البلاتين بمحاليل الأحماض المخففة في الظروف العادية

**لأن جهد اختزال البلاتين كبير و هو يلي الهيدروجين في سلسلة جهود الاختزال القياسية و بالتالي لا يستطيع أن يحل محل الهيدروجين في محاليل مركباته**

لا يستخدم الكالسيوم في صناعة الحلي

☞ يمكن تحضير البروم بتفاعل محاليل أملاحه مع عنصر الكلور