الكيمياء الكهربائية

الكيمياء الكهربائية : هو فرع الكيمياء الذي يتعامل مع تطبيقات تفاعلات الاكسدة –أختزال المرتبطة بالكهرباء.

حيث ان تفاعلات الاكسدة-أختزال تتضمن تغيرات في الطاقة وانتقال الالكترونات فإن هذا التغير في الطاقة يمكن ان يظهر بصورة طاقة كهربائية.

الخلايا الكهروكيميائية

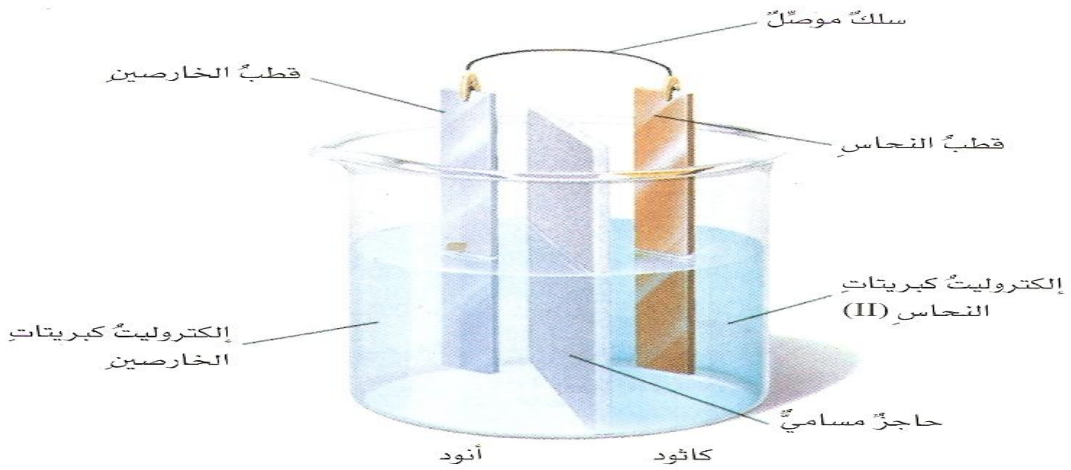
اذا غمسنا لوح من الخارصين في محلول كبريتات النحاس (II)

أ) يفقد الخارصين الالكترونات (أكسدة) لصالح ايونات النحاس (II) في المحلول.

ب) تستقبل ايونات النحاس(II) هذه الالكترونات (اختزال) وترسب من المحلول على شكل ذرات.

(انتقال الالكترونات يصاحبه انطلاق كمية من الطاقة في صورة حرارة مما يسبب ارتفاع حرارة المحلول).

- اذا فصلنا المادة التي تتأكسد عن المادة التي تختزل عن طريق حاجز مسامي أو قنطرة ملحية يصاحب انتقال الالكترونات طاقة كهربائية بدل الطاقة المنطلقة على شكل حرارة.



دور الحاجز المسامي : منع ذرات فلز التفاعل النصفي من الاختلاط مع ايونات التفاعل النصفي الأخر

وتستطيع الايونات في المحلولين أن تتحرك عبر الحاجز المسامي مما يمنع الشحنة من التجمع على القطبين وبذلك يمكن للالكترونات أن تنتقل من جهة الى أخرى عبر سلك خارجي موصل. وهكذا تتوازن حركة الالكترونات عبر السلك الموصل مع حركة الايونات في المحلول.

كيف يتم الفصل بين نصفي الخلية؟

** يتم فصل النحاس عن الخارصين وذلك كما يلي:

١- وضع لوح الخارصين في محلول مائي من $ZnSO_4$ (الكتروليت) (نصف خلية الخارصين).

٢- وضع لوح النحاس في محلول مائي من $CuSO_4$ (الكتروليت) (نصف خلية النحاس)

القطب : موصل يستخدم لعمل اتصال كهربائي مع جزء غير فلزي (أيوني) في الدائرة مثل الإلكتروليت

نصف الخلية: هو القطب المنفرد المغمور في محلول يحتوي على ايونات هذا القطب .

أنصاف الخلايا

١) نصف الخلية الذي يحتوي على القطب Zn في محلول مائي من $ZnSO_4$ حيث يفقد فلز Zn إلكترونين ليكون أيونات Zn^{+2} في المحلول (عملية أكسدة)

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

الآنود : القطب الذي تحدث له أوعنده عملية الأكسدة .

٢) نصف الخلية الذي يحتوي على القطب Cu في محلول مائي من $CuSO_4$ أيونات Cu^{+2} تكسب إلكترونين لتصبح ذرات Cu صلب (عملية اختزال)

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

الكاثود : القطب الذي يحدث له أوعنده عملية الاختزال.

ملحوظة هامة :

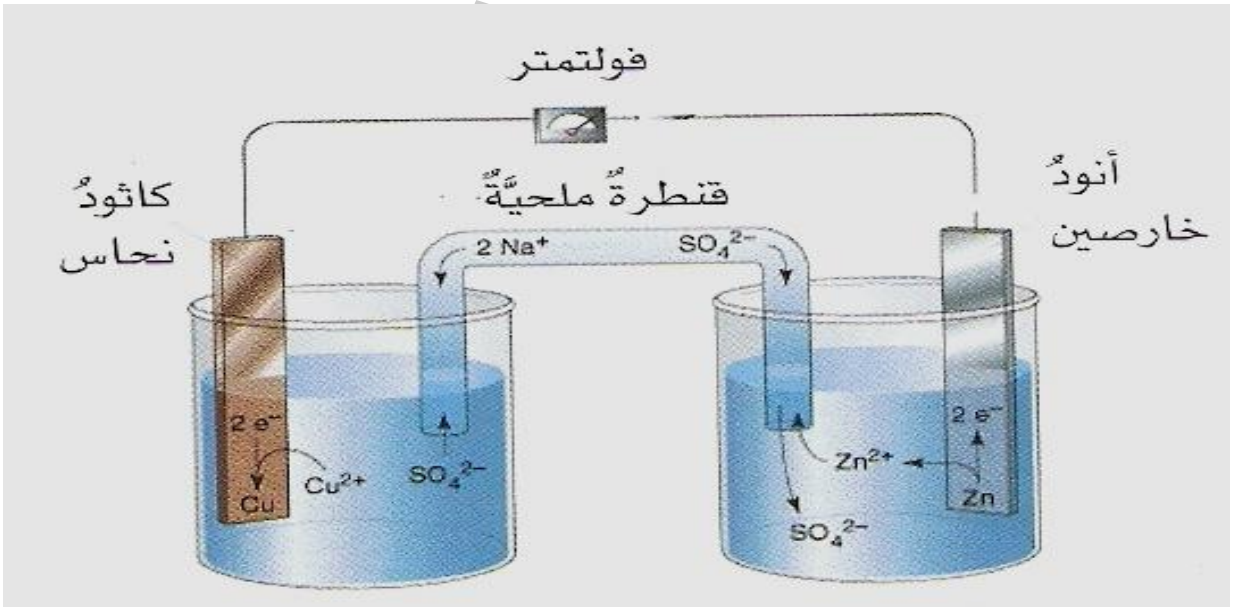
١) التفاعلين النصفيين يحدثان في وقت واحد (تفاعل كهروكيميائي)

٢) نصفا الخليتين مجتمعين يكونان (خلية كهروكيميائية)

٣) في الخلية الكهروكيميائية Zn\Cu تتحرك الالكترونات من القطب Zn عبر السلك الى القطب Cu ثم الى ايونات Cu^{+2} في المحلول (عند سطح التلامس) فتتحول الى ذرات Cu تترسب على ساق النحاس

٤)عبر الحاجز المسامي تنتقل الشحنة بواسطة ايونات Zn^{+2} المتحركة من الانود الى الكاثود

وايونات SO_4^{-2} المتحركة من الكاثود الى الانود .



الخلية الكاملة يمكن تمثيل الخلية الكهروكيميائية بالترميز التالي من اليسار لليمين.

قطب الكاثود \ محلول الكاثود \\ محلول الانود \ قطب الانود

$Zn \setminus zn^{+2} \setminus\setminus cu^{+2} \setminus cu$

م

ملحوظة :

١) الخط العمودي المزدوج يمثل القنطرة الملحية أو الحاجز المسامي.

٢) التفاعل الكلي للخلية $Zn + Cu^{+2} \longrightarrow Zn^{+2} + Cu$

٣)التفاعلين النصفيين يحدثان في الوقت نفسه ولكن في مكانيين مختلفين في الخلية .

٤)عند حدوث هذا التفاعل يجب أن تمر الالكترونات في السلك الذي يربط بين نصفي الخليتين.

٥)يطلق على هذه الخلية الكهروكيميائية (خلية دانييل) نسبة للعالم الانجليزي جون فردريك دانييل.

٦) تستطيع هذا الخلية توليد من الكهرباء ما يكفي لإضاءة مصباح صغير.

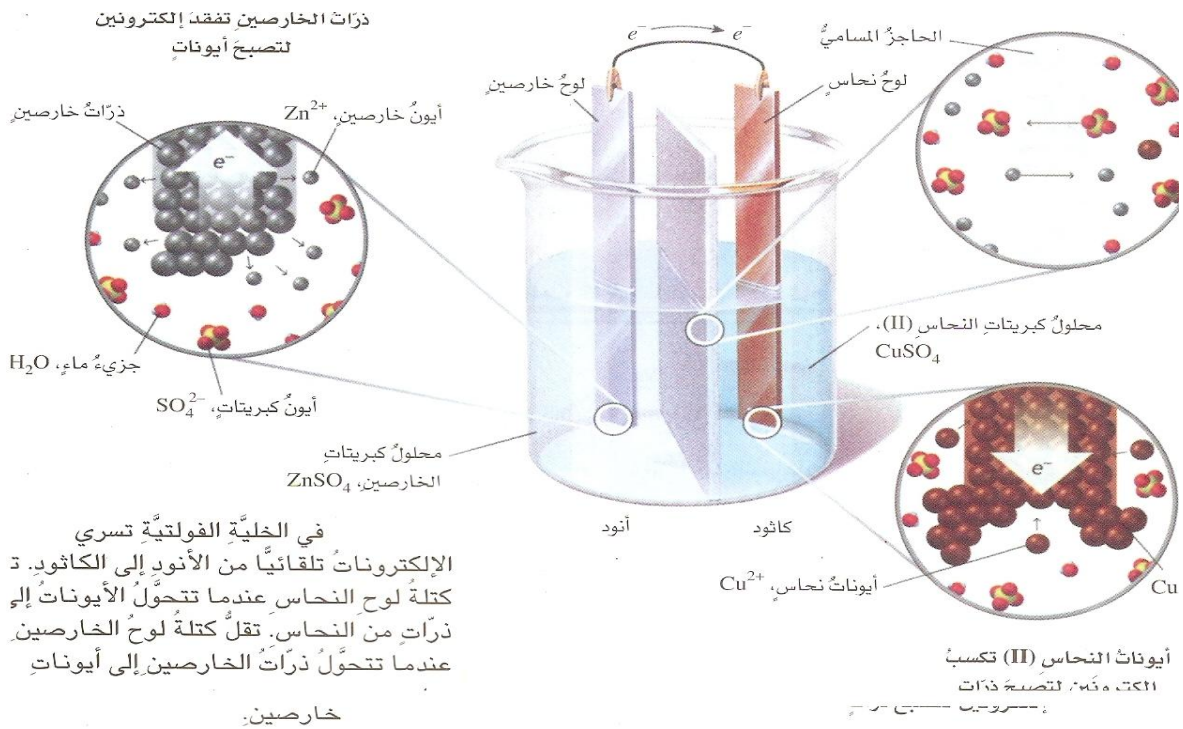
٧) في الخلية الكهروكيميائية يمكن ان ينتج التفاعل الكيميائي طاقة كهربائية واما ان ينتج التيار الكهربائي تغير كيميائي

الخلايا الفولتيـــــة(الخلايا الجلفانية)

تستخدم الخلايا الفولتية تفاعلات الأكسدة – الاختزال التلقائية لتحويل الطاقة الكيميائية الى طاقة كهربائية ومثل على ذلك البطاريات

كيف تعمل الخلايا الفولتية

الالكترونات التي تفقد عند الآنود تمر عبر السلك الى الكاثود وتتوازن معها حركة أيونات الكبريتات في المحلول عبر الحاجز المسامي



تعد الخلايا الجافة (البطاريات) من الأمثلة الشائعة على الخلايا الفولتية وتختلف باختلاف المواد المؤكسدة والمختزلة

خلايا الخارصين - الكربون الجافة

تستخدم في المصابيح الكهربائية

الآنود – وعاء خارصين مملوء بمعجون رطب من MnO_2 وجرافيت و NH_4Cl والتفاعل النصفي عند الآنود هو

$$\overset{0}{Zn}(s) \longrightarrow \overset{+2}{Zn}^{2+}(aq) + 2e^-$$

الكاثود – ساق من الكربون محاطة بـ MnO_2 الذي يختزل في وجود الماء والتفاعل النصفي عند الكاثود هو

$$2\overset{+4}{Mn}O_2(s) + H_2O(l) + 2e^- \rightarrow \overset{+3}{Mn}_2O_3(s) + 2OH^-(aq)$$

البطـاريات القلـوية

تستخدم في جهاز تشغيل الأقراص المدمجة المحمول أو الأجهزة الالكترونية الصغيرة

- لا تحتوي على ساق الكربون ككاثود كما في خلية الخارصين-كربون لذلك تكون أصغر حجما

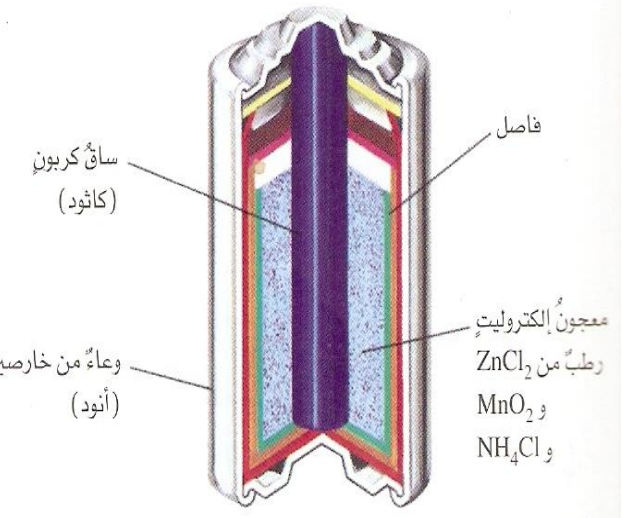
الآنود – معجون من فلز الخارصين و هيدروكسيد البوتاسيوم والتفاعل النصفي عند الآنود هو

$$\overset{0}{Zn}(s) + 2OH^-(aq) \longrightarrow \overset{+2}{Zn}(OH)_2(s) + 2e^-$$

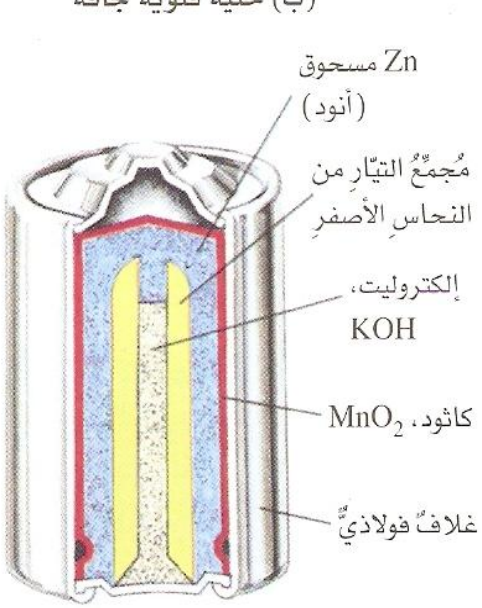
الكاثود - يحدث نفس تفاعل الكاثود في خلية الخارصين-كربون (عدم وجود ساق كربون)

$$2\overset{+4}{Mn}O_2(s) + H_2O(l) + 2e^- \rightarrow \overset{+3}{Mn}_2O_3(s) + 2OH^-(aq)$$

(أ) خليةُ خارصينٍ-كربونٍ جافَّةٌ



(ب) خليَّةٌ قلويَّةٌ جافَّةٌ



في خلية الخارصين – كربون الجافة يتأكسد الخارصين الى Zn^{+2} عند الآنود ويختزل المنجنيز من Mn^{+4} الى Mn^{+3} عند الكاثود

وجود KOH (معجون الالكتروليت) في هذه البطارية قاعديا لذلك تسمى الخلية القلوية الجافة

بطاريــات الزئبـق

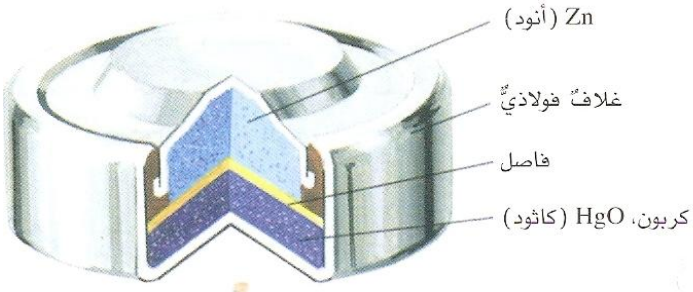
تستخدم في وسائل تقوية السمع و في الآلات الحاسبة وفلاشات الكاميرا وذلك لصغر حجمها جدا
الآنود – نفس تفاعل الآنود في الخلية القلوية الجافة

$$\overset{0}{Zn}(s) + 2OH^-(aq) \rightarrow \overset{+2}{Zn(OH)_2}(s) + 2e^-$$

الكاثود – يتم اختزال الزئبق من Hg^{+2} الى Hg^0 كما بالتفاعل النصفي للكاثود التالي

$$\overset{+2}{HgO}(s) + H_2O(l) + 2e^- \rightarrow \overset{0}{Hg}(l) + 2OH^-(aq)$$

من المهمِّ إعادةَ تدويرِ بطاريّاتِ الزئبق، وليس رميَها، لأنَّ الزئبقَ مادَّةٌ سامَّةٌ.



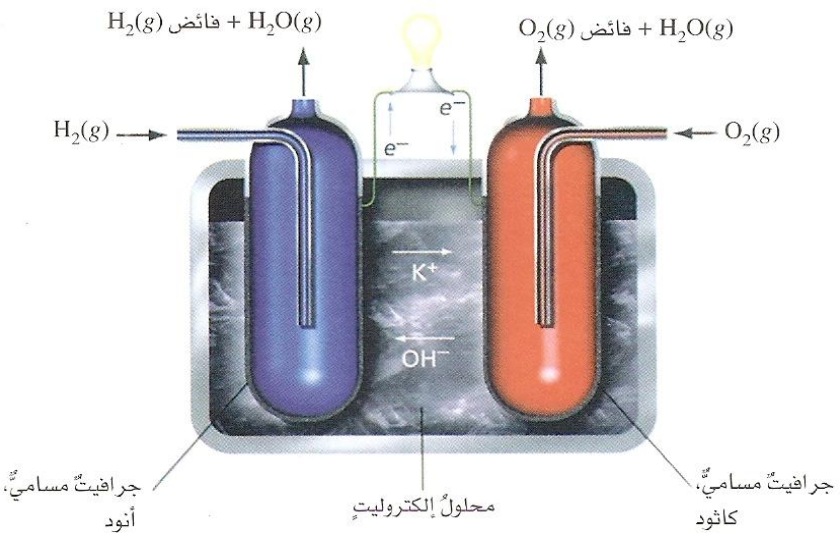
خلايــا الوقــود

تستخدم في برامج الفضاء - وهذه الخلية الفولتية يتم تزويدها بالمتفاعلات باستمرار وإزالة النواتج بشكل متواصل وتستطيع أن تعمل الى الأبد بتحويل الطاقة الكيميائية الى طاقة كهربائية و هي خلايا فعالة جدا ونواتجها آمنة بيئيا
* التفاعلات :-

كاثود: $O_2(g) + 2H_2O(l) + 4e^- \rightarrow 4OH^-(aq)$

أنود: $2H_2(g) + 4OH^-(aq) \rightarrow 4e^- + 4H_2O(l)$

التفاعلُ النهائيُّ: $2H_2 + O_2 \rightarrow 2H_2O$



تحدثُ التفاعلاتُ في خليَّةِ الوقودِ هذه، عندَ قطبَي الكربونِ الذي يحتوي على حفّازٍ فلزّيٍّ. الماءُ المتكوِّنُ تتمُّ إزالتُه على شكلِ بخارٍ.

التآكل (الصدأ)

الحديد هو الفلز الأكثر تأثرا بالتآكل أي الصدأ أي التحول الى أكسيد الحديد (III) المائي الذي ينتج خلال التفاعل العام التالي

$$4Fe(s) + 3O_2(g) + xH_2O(l) \rightarrow 2Fe_2O_3 \cdot xH_2O(s)$$

حيث (x) عدد جزيئات الماء واختلاف x يؤدي الى اختلاف لون الصدأ

ويفسر تآكل الحديد من خلال التفاعلات الكهروكيميائية التالية

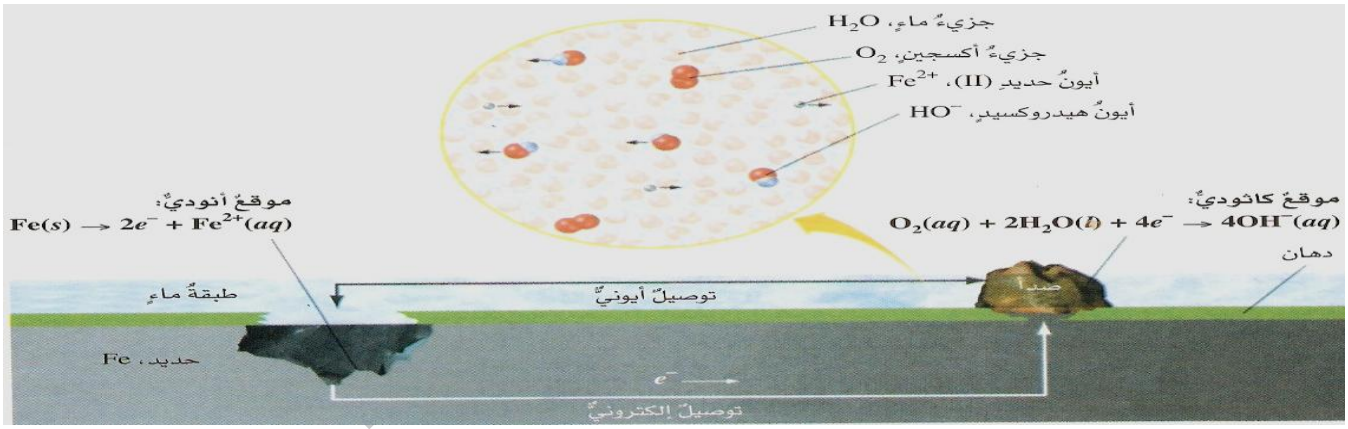
أنود: $Fe(s) \rightarrow 2e^- + Fe^{2+}(aq)$

كاثود: $O_2(g) + 2H_2O(l) + 4e^- \rightarrow 4OH^-(aq)$

كما هو موضح بالشكل يتأكسد فلز الحديد عند الموقع الآنودي الى Fe^{+2} والالكترونات الناتجة تتحرك عبر الفلز الى الموقع الكاثودي حيث يتم اختزال الأكسجين. تتحرك أيونات Fe^{+2} عبر الماء باتجاه المناطق الكاثودية حيث تتحد مع أيونات OH^- مكونة $Fe(OH)_2$ الذي يتأكسد مكونا الصدأ (**أكسيد الحديد المائي** $Fe_2O_3 \cdot x\,H_2O$) .

ملحوظة :

وجود الأملاح الذائبة أو ارتفاع حمضية الوسط يسرع من عملية الصدأ علل لأن وجود الأيونات يسهل حركة الإلكترونات



كيف يمكن منع التآكل :-

*** عملية الجلفنة** : وهي تغليف الفولاذ بالخارصين (الطلاء بالخارصين) حيث يتأكسد الخارصين بسهولة أكبر من الحديد فيتآكل الخارصين (الآنود)وهذا ما يسمى (الحماية الكاثودية)ويسمى الفلز المستخدم الذي يتأكسد بسهولة (الآنود المتآكل)

مثال تطبيقي : حماية أنابيب النفط مثالا على الفولاذ المحمي كاثوديا حيث يوصل الخارصين بالأنابيب بواسطة سلك معدني فيتأكسد الخارصين (الأنود) قبل الحديد (الكاثود) في الفولاذ وتنتقل الالكترونات من الخارصين الى الحديد فيمنع الفولاذ من التآكل . عندما يتآكل الخارصين يمكن استبداله ومادام يوجد فلز الخارصين القادر على التآكل ، فإن الفولاذ يبقى محميا