

التآكسد والاختزال والستوكيومتريا

نوريت ديكالو، مُعلّمة كيمياء، عمال ب، بيتح تكفا¹

... تمعنّت دوروثي في رجل الصفيح الذي يتكوّن جسمه كُله من الحديد. تمّ ربط رأسه وذراعاها إلى جسمه بواسطة مفصلات. ووقف هكذا بلا حراك، بجانب نصف شجرة ميتة، بدا وكأنّه غير قادر على الحركة. نبح الكلب بشراسة وحاول أن يعضّ ساقه. لكنّ النتيجة الوحيدة كانت أنه جرح أسنانه بينما تسبب في تطريق الصفيح الصلب. ويجهد كبير حرك رجل الصفيح فمه وقال:

"أنا أقف هنا لفترة طويلة، ومفصلاتي صدئة جدًا لدرجة أنني لا أستطيع تحريكها بعد الآن وهي تنهدم تمامًا."

"ما الذي يمكنني أن أفعله من أجلك؟" سألت دوروثي.

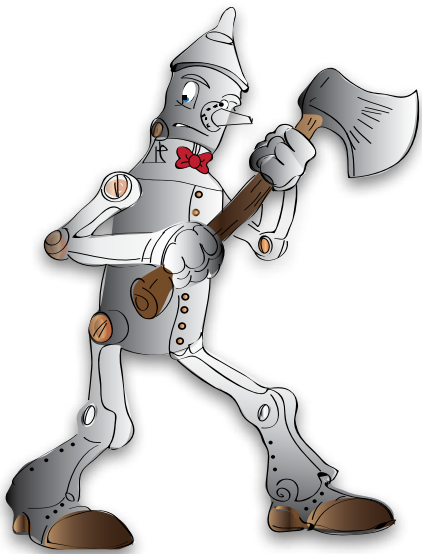
"عليك إيقاف عملية التآكل."

"عملية ماذا؟" سألت.

أجاب رجل الصفيح المصنوع من الحديد: "الصدأ ، أكسدة الحديد". "عليك مساعدتي."

"كيف؟" سألت دوروثي.

كيف يُمكن مُساعدة رجل الصفيح؟



1 يعتمد السؤال على مُعالجة مالكا يايون للقيصة "الساحر من بلاد العجائب" وعلى امتحان بجروت الكيمياء 2011، سؤال 6.

1. حدّدوا بالنسبة لكل واحد من الأقوال التي أمامكم i-iii هل هو صحيح أو غير صحيح. صحّحوا الجُمْل غير الصحيحة.
- i الحديد (Fe) المصنوع منه رُجُل الصفيح قاس وقوي بفضل مبني النّسيج الفلزّي المصنوع منه والذي يوجد به روابط قوية بين الأيونات الموجبة والأيونات السالبة.
- ii يتمّ تفسير قابليّة التطريق لدى الحديد بواسطة تحرّك طبقات الأيونات الموجبة في النّسيج الفلزّي المرّتب، بواسطة تشغيل ضغط.
- iii يتفتّت الحديد الصّدي لأنّه تنتج في عملية الصّدأ طبقة ذو مبني بلّوريّ مُلائم لمبني الحديد.

2. المُكوّن الرئيسيّ للصّدأ هو أكسيد الحديد $Fe_2O_{3(s)}$.

يتكون الصّدأ في عمليّة تأكسد واختزال وفقًا للتفاعل التالي: $2Fe_{(s)} + \frac{3}{2}O_{2(g)} \rightarrow Fe_2O_{3(s)}$ (1).

- i ما هي درجة تأكسد الحديد في الأكسيد $Fe_2O_{3(s)}$ ؟
- ii ما هي درجة تأكسد الأكسجين في الأكسيد $Fe_2O_{3(s)}$ ؟
- iii هل الحديد في تفاعل (1) هو مُختزل أم مُؤكسد؟ علّلوا تحديديكم.

3. بعد أن أزلت دوروثي الصّدأ من رُجُل الصفيح، لاحظت أنه فقد وزنه ... انخفضت كتلة الحديد المصنوع منه بمقدار 168 جرامًا نتيجة عملية التآكل.

- i كم مول من الحديد تفاعلوا في عمليّة التآكل؟ فصّلوا حساباتكم.
- ii ما هو حجم الأكسجين المطلوب للتفاعل؟ الحجم المولاري للغاز في شروط التفاعل الذي حدث في الفيلم هو 25 لتر/ مول. فصّلوا حساباتكم.
- iii كم مول إلكترونات انتقل خلال التفاعل؟ فصّلوا حساباتكم.

يمكن حماية الحديد من التآكل بطُرُق مُختلفة. إحداها عن طريق توصيل لوح فلزّ مُختلف عن الحديد بلوح الحديد.

أرادت دوروثي مساعدة رُجُل الصفيح وحمايته من المزيد من التآكل من خلال ربط لوح فلزّ. كان تحت تصرفها فلزّين:

ألنسيوم $Al_{(s)}$ نحاس $Cu_{(s)}$.

معروف أنّه يمكن تخزين محلول أيونات الحديد Fe^{3+} وعاء مصنوع من النحاس، $Cu_{(s)}$ ، لكن لا يمكن تخزينهم في وعاء مصنوع من الألنسيوم، $Al_{(s)}$.

4. i درّجوا الفلزّات ألنسيوم، $Al_{(s)}$ ، نحاس، $Cu_{(s)}$ ، وحديد، $Fe_{(s)}$ بحسب قدرتها النسبيّة على الاختزال.
- ii بأي فلزّ - ألنسيوم، $Al_{(s)}$ ، أو نحاس، $Cu_{(s)}$ يجب أن تستعمل دوروثي لحماية $Al_{(s)}$ ؟
- iii اقترحوا طريقة حماية إضافية التي يمكن بمُساعدتها حماية $Al_{(s)}$ من تآكل الحديد المصنوع منه. اشرحوا كيف تمنع الطريقة التي اقترحتموها تآكل الحديد.

إجابات للأسئلة – التأكسد والاختزال والاستوكيومتريا

1. i غير صحيح. الحديد هو نسيج فلزيّ يحتوي على أيونات حديد Fe^{3+} وبينها إلكترونات بلتني Mn^{2+} (غير مُحدّدة، مُتَنقِّلة، حُرّة الحركة) (أو "بحر الإلكترونات").
- ii صحيح. يمكن تطريق النسيج الفلزيّ نتيجة للتغيير في ترتيب الأيونات الموجبة للفلزّ المُرتبة في النسيج في طبقات، بدون تكوين تنافر نتيجة لذلك، نتيجة لتفعيل ضغط.
- iii غير صحيح. يختلف الصدأ الناتج بالمبنى الميكروسكوبيّ عن طبقة الحديد، ولهذا فهي تتفتّت. عندما تُنتج طبقة مُشابهة بالمبنى الميكروسكوبيّ للفلزّ، تُنتج طبقة التي تحمي من استمرار التآكل، ولا يتفتّت الفلزّ.

2. i درجة تأكسد الحديد في $Fe_2O_3(s)$ هي +3
- ii درجة تأكسد الأكسجين في $Fe_2O_3(s)$ هي 2
- iii ترتفع درجة تأكسد الحديد من درجة تأكسد 0 إلى درجة تأكسد +3، ولهذا هو مُختزل.

3. حسابات:

	$2Fe_{(s)}$	$1.5O_{2(g)}$	$Fe_2O_{3(s)}$
m	168gram		
Mw	56gr/mol		
n	$n=m/Mw=168/56=3$ mole	2.25 mole	
Vm		25 liter/mole	
V		$v = n \times V_M = 2.25 \times 25 = 56.25$ liter	

تفاعل في التفاعل 3 مول حديد.
نحتاج للتفاعل 56.25 لتر أكسجين.

في العمليّة $2Fe_{(s)} + \frac{3}{2}O_{2(g)} \rightarrow Fe_2O_{3(s)}$ ينتقل 6 مول إلكترونات.
لهذا في تفاعل 3 مول حديد (2.25 مول أكسجين) ينتقل 9 مول إلكترونات.

4. i تحليل نتائج التجارب: $Al_{(s)} + Fe^{3+}_{(aq)} \rightarrow Al^{3+}_{(aq)} + Fe_{(s)} \Rightarrow Al > Fe$

$Cu_{(s)} + Fe^{3+}_{(aq)} \rightarrow$ لا يحدث تفاعل $\Rightarrow Fe > Cu$

$Al_{(s)} > Fe_{(s)} > Cu_{(s)}$ بحسب نتائج التجربة، القدرة النسبيّة للفلزّات على الاختزال هي:

ii يجب استعمال الألمنيوم. بحسب التدرّج أعلاه، الألمنيوم مُختزل أفضل من الحديد، ولهذا فهو يمرّ بأكسدة بدل الحديد.

iii يمكن حماية الحديد بالطُّرُق التالية:

- تغطية الحديد بطبقة لون (أو كراميكاً أو بوليمير أو فلزّ والذي هو مُختزل سيء) الذي يعزل الحديد عن البيئة ويمنع التلامس مع الأكسجين والماء.
- مُعالجة البيئة – تجفيف الهواء الذي يمنع تلامس الحديد مع الماء.
- تغطية الحديد بطبقة من الخارصين (جلفنة). تعزل طبقة الخارصين الحديد عن البيئة (وأيضاً تُحافظ عليه).
- إنتاج سبيكة (فولاذ) بواسطة إضافة فلزّات مثل الكروم والنيكل. تغطّي السبائك بطبقة الأكسيد $Cr_2O_3(s)$ التي تمنع تلامس السبيكة مع الماء والأكسجين.