

تمرين 1 - كتابة أنصاف معادلات إلكترونية

أكتب أنصاف المعادلات الإلكترونية للمزدوجات مؤكسد-مختزل التالية:

Fe^{2+}/Fe	Al^{3+}/Al	Na^+/Na
H^+/H_2	Fe^{3+}/Fe^{2+}	I_2/I^-

الحل

$Fe^{2+}(aq) + 2e^- = Fe(s)$	$Al^{3+}(aq) + 3e^- = Al(s)$	$Na^+(aq) + e^- = Na(s)$
$2H^+(aq) + 2e^- = H_2(g)$	$Fe^{3+}(aq) + e^- = Fe^{2+}(aq)$	$I_2(aq) + 2e^- = 2I^-(aq)$

تمرين 2 - تعرف المزدوجات مؤكسد-مختزل

حدد المزدوجتين المتفاعلتين في كل معادلة من معادلات التفاعلات التالية:



الحل

اصطلاحاً يكتب المؤكسد على اليسار والمختزل على اليمين.



تمرين 3 تعرف مزدوجتين أكسدة-اختزال

1- نعتبر المعادلة الكيميائية التالية، غير متوازنة:



وازن هذه المعادلة.

2- حدد المزدوجتين المتفاعلتين واستنتج نصفي المعادلتين الإلكترونية الموافقتين.

الحل

1- موازنة المعادلة:

يؤخذ بعين الاعتبار خلال موازنة معادلة كيميائية انحفاظ الذرات والشحن.

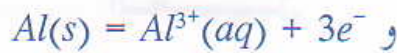


2- المزدوجتان ونصفا المعادلتين:

• خلال هذا التفاعل يُختزل الأيون Cr^{2+} إلى الفلز Cr وبالتالي تكون المزدوجة الموافقة هي: Cr^{2+}/Cr .

• يُؤكسد الفلز Al إلى الأيون Al^{3+} وبالتالي تكون المزدوجة الموافقة هي: Al^{3+}/Al .

• إذاً نصفا المعادلتين الموافقتين للمزدوجتين هما:



تمرين 4 ترتيب مزدوجات مؤكسد-مختزل

نعطي المعادلات الحصيلة، غير متوازنة، لتفاعلات الأكسدة والاختزال التالية:



وازن هذه المعادلة.

الحل

موازنة المعادلات:



تمرين 5 - موازنة معادلة تفاعل أكسدة-اختزال في وسط حمضي أو قاعدي

وازن، في وسط حمضي أو قاعدي، أنصاف المعادلات الإلكترونية للمزدوجات مؤكسد-مختزل التالية:

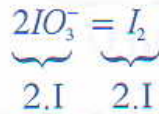


الحل

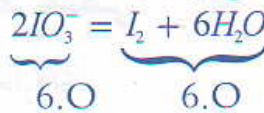
يعتمد مبدأ انحفاظ المادة والشحن لموازنة نصف المعادلة الإلكترونية.



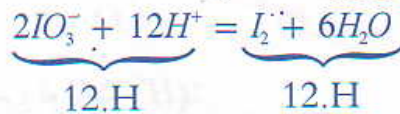
- انحفاظ عنصر اليود:



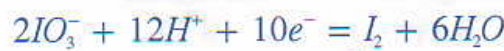
- انحفاظ عنصر الأوكسيجين (بالماء H_2O):



- انحفاظ عنصر الهيدروجين (بالبروتونات H^+):

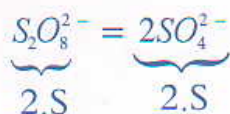


- انحفاظ الشحن (بالإلكترونات e^-):

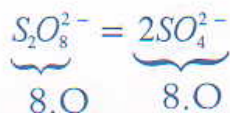


(ب): المزدوجة $S_4O_8^{2-}/SO_4^{2-}$ في وسط حمضي:

- انحفاظ عنصر الكبريت:



- انحفاظ عنصر الأوكسيجين:

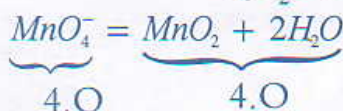


- انحفاظ الشحنة (بالإلكترونات e^-):

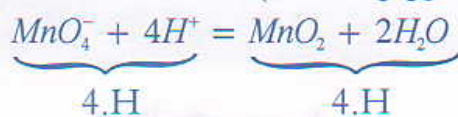


(ج): المزدوجة MnO_4^-/MnO_2 في وسط قاعدي:

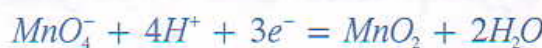
- انحفاظ عنصر الأوكسيجين (بالماء H_2O):



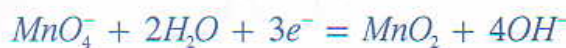
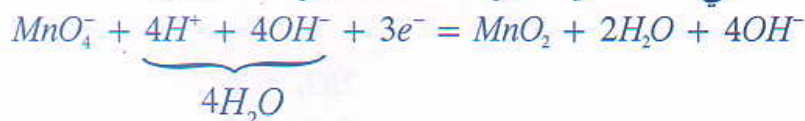
- انحفاظ عنصر الهيدروجين (بالبروتونات H^+):



- انحفاظ الشحنة (بالإلكترونات e^-):

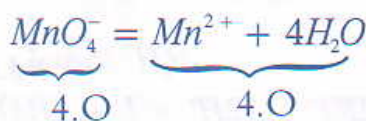


- الحياد الحمضي-القاعدي للأيونات H^+ بالأيونات OH^- .



(د): المزدوجة MnO_4^-/Mn^{2+} في وسط حمضي:

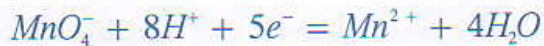
- انحفاظ عنصر الأوكسيجين (بالماء H_2O):



- انحفاظ عنصر الهيدروجين (بالبروتونات H^+):



- انحفاظ الشحنة (بالإلكترونات e^-):



تمرين 6 - تفضيض النحاس

نغمر قطعة نحاسية في محلول نترات الفضة، فنلاحظ أن قطعة النحاس تُكسى تدريجياً بقشرة فلزية رمادية ويأخذ المحلول لوناً أزرق.

1- أعط الصيغة الكيميائية لمحلول نترات الفضة.

2- حدد متفاعلات ونواتج هذا التفاعل.

3- ما المزدوجتان مؤكسد-مختزل الداخلتان في هذا التفاعل؟

4- اكتب نصفي المعادلتين، ثم المعادلة الحصيلة لهذا التفاعل.

الحل

1- الصيغة الكيميائية لمحلول نترات الفضة:

يحتوي محلول نترات الفضة على أيونات NO_3^- و Ag^+ إذن صيغته: $(Ag^+ + NO_3^-)$.

2- المتفاعلات والنواتج:

- المتفاعلات: أيون الفضة Ag^+ وفلز النحاس Cu .

- الناتجان: فلز الفضة المتوضع Ag وأيون النحاس Cu^{2+} .

3- المزدوجتان مؤكسد-مختزل:



4- نصفا المعادلتين والمعادلة الحصيلة:

يجب أن يكون عدد الإلكترونات المفقودة من طرف المختزل مساوي لعدد الإلكترونات التي يكتسبها المؤكسد.



مختزل مؤكسد

تمرين 7 - تأثير حمض الكلوريدريك على فلز

نضع حبيبات الزنك في أنبوب اختبار ونضيف إليها محلول حمض الكلوريدريك، فنلاحظ تصاعد غاز يعطي فرقعة عند تقريب عود ثقاب مشتعل من فوهة الأنبوب.

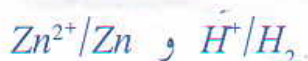
- 1- ما اسم الغاز المتصاعد؟
- 2- حدّد المزدوجتين اللتين تدخلان في هذا التفاعل.
- 3- اكتب نصفي المعادلتين الإلكترونيتين والمعادلة الحصيلة لهذا التفاعل.

الحل

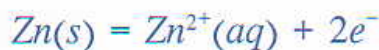
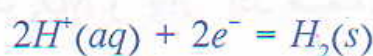
1- الغاز المتصاعد:

هو غاز ثنائي الهيدروجين H_2 .

2- المزدوجتان مؤكسد-مختزل:



3- نصفا المعادلتين والمعادلة الحصيلة:



تمرين 8 - صفيحة الرصاص داخل محلول كبريتات النحاس

1- لتحضير محلول مائي لملح كبريتات النحاس، نقيس $5,150g$ من بلورات كبريتات النحاس المميّه ذي الصيغة $CuSO_4 \cdot 5H_2O$ وذي كتلة مولية $M=249,5g \cdot mol^{-1}$ ، ونذيه في الماء المقطر للحصول على حجم $V=500mL$ من المحلول.

ما التركيز المولي C لهذا المحلول؟

2- نأخذ حجما $V_1=50mL$ من هذا المحلول ونغمر فيه صفيحة من الرصاص Pb كتلتها البدئية $m_0=23,246g$. عند نهاية التفاعل، بعد مرور مدة زمنية معينة، نلاحظ توضع فلز واختفاء اللون الأزرق للمحلول المحضر كليا.

2.1- اكتب المعادلة الكيميائية لتفاعل الأكسدة والاختزال الذي يحدث.

2.2- حدّد الكتلة m للرصاص المستهلك خلال هذا التفاعل.

2.3- ما الكتلة m' للفلز المتكون؟

2.4- استنتج الكتلة m_r للجزء المتبقي من صفيحة الرصاص.
نعطي: $M(Pb)=207,2g.mol^{-1}$ و $M(Cu)=63.5g.mol^{-1}$

الحل

1- التركيز المولي C:

تحتوي الكتلة $m_{sel}=5,150g$ لبلورات كبريتات النحاس ذات الكتلة المولية $M=249,5g.mol^{-1}$ على كمية المادة $n_{sel} = \frac{m_{sel}}{M}$

وبالتالي يكون تركيز المحلول المحضر هو: $C = \frac{n_{sel}}{V} = \frac{m_{sel}}{V.M}$

تطبيق عددي: $C = \frac{5,15}{0,5 \times 249,5}$ أي $C=0,041mol.l^{-1}$

2 / 2.1- معادلة تفاعل الأكسدة والاختزال:

• الأيون Cu^{2+} هو المؤكسد للمزدوجة Cu^{2+}/Cu الذي يوافق نصف المعادلة:



• فلز الرصاص Pb هو المختزل للمزدوجة Pb^{2+}/Pb الذي يوافق نصف المعادلة:



نستنتج من نصفي المعادلتين (1) و (2) المعادلة الحصيلة للأكسدة والاختزال:



2.2- الكتلة m للرصاص المستهلك:

- لنحدد كمية مادة الرصاص البدئية :

لتكن n_0 كمية المادة البدئية لصفيحة الرصاص ذات الكتلة $m_0=23,240g$

$$n_0 = \frac{m_0}{M(Pb)} = \frac{23,246}{207,2} \approx 0,112mol$$

- لنحدد كمية مادة أيونات Cu^{2+} البدئية :

في الحجم $V_1=50mL=0,05L$ من المحلول السابق نجد:

$n_1=C.V_1=0,041 \times 0,05=2.10^{-3}mol$ من الملح $CuSO_4, 5H_2O$ التي تذوب حسب الحصيلة:

الحصيلة	$CuSO_4, 5H_2O \rightarrow Cu^{2+}(aq) + SO_4^{2-}(aq) + 5H_2O$			
الحالة البدئية	n_1	0	0	-
الحالة النهائية	0	n_1	n_1	-

إذا يحتوي المحلول على $n_1 = 2.10^{-3} \text{ mol}$ من الأيونات $\text{Cu}^{2+}(\text{aq})$.

- الجدول الوصفي لتفاعل الأكسدة والإختزال:

معادلة التفاعل		$\text{Cu}^{2+} + \text{Pb} \rightarrow \text{Cu} + \text{Pb}^{2+}$			
	التقدم	$n(\text{Cu}^{2+})(\text{mol})$	$n(\text{Pb})(\text{mol})$	$n(\text{Cu})(\text{mol})$	$n(\text{Pb}^{2+})(\text{mol})$
الحالة البدئية	0	2.10^{-3}	0,112	0	0
خلال التطور	x	$2.10^{-3} - x$	$0,112 - x$	x	x
الحالة النهائية	x_{max}	$2.10^{-3} - x_{\text{max}}$	$0,112 - x_{\text{max}}$	x_{max}	x_{max}

لدينا: $m(\text{Pb}) = n(\text{Pb}) \times M(\text{Pb})$ مع $n(\text{Pb})$ كمية مادة الرصاص المستهلك.

وحسب الجدول $n(\text{Pb}) = x_{\text{max}}$ وبالتالي $m(\text{Pb}) = x_{\text{max}} \cdot M(\text{Pb})$

• لنحدد x_{max} :

الاختفاء الكلي للون الأزرق للمحلول عند نهاية التفاعل يعني اختفاء كليا للأيونات Cu^{2+} ، إذا Cu^{2+}

هو المتفاعل المحدد، حيث نكتب: $2.10^{-3} - x_{\text{max}} = 0$ ومنه $x_{\text{max}} = 2.10^{-3} \text{ mol}$

• وبالتالي كتلة الرصاص المستهلكة هي: $m(\text{Pb}) = 2.10^{-3} \times 207,2$: $m(\text{Pb}) = 0,414 \text{ g}$.

2.3- الكتلة m' للفلز المتكون:

الفلز المتكون هو النحاس، كمية المادة المتكونة من هذا الفلز هي: $n(\text{Cu}) = x_{\text{max}}$

وكتلته $m(\text{Cu}) = x_{\text{max}} \times M(\text{Cu})$

أي $m(\text{Cu}) = 2.10^{-3} \times 63,5$ ؛ $m(\text{Cu}) \approx 0,127 \text{ g}$

2.4- الكتلة m_r للرصاص المتبقي:

• الكتلة البدئية لصفحة الرصاص هي: $m_0 = 23,246 \text{ g}$.

• كتلة الرصاص Pb التي تحولت إلى أيونات Pb^{2+} هي: $m = 0,414 \text{ g}$

إذاً الكتلة المتبقية هي: $m_r = m_0 - m$

أي: $m_r = 23,246 - 0,414 \text{ g}$ ؛ $m_r = 22,832 \text{ g}$