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:

(أ) $Cu^{2+}(aq) + Pb(s) \longrightarrow Cu(s) + Pb^{2+}(aq)$

(ب) $Au^{3+}(aq) + 3Ag(s) \longrightarrow Au(s) + 3Ag^{+}(aq)$

(ج) $2S_2O_3^{2-}(aq) + I_2(aq) \longrightarrow S_4O_6^{2-}(aq) + 2I^{-}(aq)$

(د) $2H^{+}(aq) + Mg(s) \longrightarrow H_2(g) + Mg^{2+}(aq)$

(هـ) $Cl_2(aq) + 2Br^{-}(aq) \longrightarrow 2Cl^{-}(aq) + Br_2(aq)$

الحل

اصطلاحا يكتب المؤكسد على اليسار والمختزل على اليمين.

(أ) Cu^{2+}/Cu و Pb^{2+}/Pb

(ب) Au^{3+}/Au و Ag^{+}/Ag

(ج) I_2/I^{-} و $S_4O_6^{2-}/S_2O_3^{2-}$

(د) H^{+}/H_2 و Mg^{2+}/Mg

(هـ) Cl_2/Cl^{-} و HBr/Br^{-}

Moutamadris.ma

تمرين 3 تعرف مزدوجتين أكسدة-اختزال

1- نعتبر المعادلة الكيميائية التالية، غير متوازنة:

$$Cr^{2+}(aq) + Al(s) \longrightarrow Cr(s) + Al^{3+}(aq)$$

وازن هذه المعادلة.

2- حدد المزدوجتين المتفاعلتين واستنتج نصفي المعادلتين الإلكترونيتين الموافقتين.

الحـــــل

1- موازنة المعادلة:

يؤخذ بعين الاعتبار خلال موازنة معادلة كيميائية انحفاظ الذرات والشحن.

$$3Cr^{2+}(aq) + 2Al(s) \longrightarrow 3Cr(s) + 2Al^{3+}(aq)$$

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:

$$Cr^{2+}(aq) + 2e^- = Cr(s)$$

و

$$Al(s) = Al^{3+}(aq) + 3e^-$$

تمرين 4 ترتيب مزدوجات مؤكسد-مختزل

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

- $Hg^{2+} + Ag \longrightarrow Hg + Ag^+$
- $Hg^{2+} + Cu \longrightarrow Hg + Cu^{2+}$
- $Ag^+ + Cu \longrightarrow Ag + Cu^{2+}$

وازن هذه المعادلة.

Moutamadris.ma

الحـــــل

موازنة المعادلات:

- $Hg^{2+} + 2Ag \longrightarrow Hg + 2Ag^{+}$
- $Hg^{2+} + Cu \longrightarrow Hg + Cu^{2+}$
- $2Ag^{+} + Cu \longrightarrow 2Ag + Cu^{2+}$

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:

(أ): IO_3^-/I_2 (وسط حمضي)

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

(ج): MnO_4^-/MnO_2 (وسط قاعدي)

(د): MnO_4^-/Mn^{2+} (وسط حمضي)

الحـــــل

يعتمد مبدأ انحفاظ المادة والشحن لموازنة نصف المعادلة الإلكترونية.

(أ): IO_3^-/I_2 في وسط حمضي:

- انحفاظ عنصر اليود:

$$\underbrace{2IO_3^-}_{2.I} = \underbrace{I_2}_{2.I}$$

- انحفاظ عنصر الأوكسيجين (بالماء H_2O):

$$\underbrace{2IO_3^-}_{6.O} = \underbrace{I_2 + 6H_2O}_{6.O}$$

- انحفاظ عنصر الهيدروجين (بالبروتونات H^+):

$$\underbrace{2IO_3^- + 12H^+}_{12.H} = \underbrace{I_2 + 6H_2O}_{12.H}$$

- انحفاظ الشحن (بالإلكترونات e^-):

$$2IO_3^- + 12H^+ + 10e^- = I_2 + 6H_2O$$

Moutamadris.ma

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

- انحفاظ عنصر الكبريت:

$$\underbrace{S_2O_8^{2-}}_{2.S} = \underbrace{2SO_4^{2-}}_{2.S}$$

- انحفاظ عنصر الأوكسيجين:

$$\underbrace{S_2O_8^{2-}}_{8.O} = \underbrace{2SO_4^{2-}}_{8.O}$$

- انحفاظ الشحن (بالإلكترونات e^-):

$$S_2O_8^{2-} + 2e^- = 2SO_4^{2-}$$

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

- انحفاظ عنصر الأوكسيجين (بالماء H_2O):

$$\underbrace{MnO_4^-}_{4.O} = \underbrace{MnO_2 + 2H_2O}_{4.O}$$

- انحفاظ عنصر الهيدروجين (بالبروتونات H^+):

$$\underbrace{MnO_4^- + 4H^+}_{4.H} = \underbrace{MnO_2 + 2H_2O}_{4.H}$$

- انحفاظ الشحن (بالإلكترونات e^-):

$$MnO_4^- + 4H^+ + 3e^- = MnO_2 + 2H_2O$$

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

$$MnO_4^- + \underbrace{4H^+ + 4OH^-}_{4H_2O} + 3e^- = MnO_2 + 2H_2O + 4OH^-$$

$$MnO_4^- + 2H_2O + 3e^- = MnO_2 + 4OH^-$$

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

- انحفاظ عنصر الأوكسيجين (بالماء H_2O):

$$\underbrace{MnO_4^-}_{4.O} = \underbrace{Mn^{2+} + 4H_2O}_{4.O}$$

- انحفاظ عنصر الهيدروجين (بالبروتونات H^+):

$$\underbrace{MnO_4^- + 8H^+}_{8.H} = \underbrace{Mn^{2+} + 4H_2O}_{8.H}$$

Moutamadris.ma

- انحفاظ الشحن (بالإلكترونات e^-):

$$MnO_4^- + 8H^+ + 5e^- = Mn^{2+} + 4H_2O$$

تمرين 6 تفضيض النحاس

نغمر قطعة نحاسية في محلول نترات الفضة، فنلاحظ أن قطعة النحاس تُكسَى تدريجيا 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.

الحـــــل

1- الصيغة الكيمائية لمحلول نترات الفضة:

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

2- المتفاعلات والنواتج:

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

3- المزدوجتان مؤكسد-مختزل:

Ag^+/Ag و Cu^{2+}/Cu

4- نصفا المعادلتين والمعادلة الحصيلة:

$(Ag^+(aq) + 1e^- = Ag(s)) \times 2$

$(Cu(s) = Cu^{2+}(aq) + 2e^-) \times 1$

الحصيلة: $2Ag^+(aq) + Cu(s) \rightarrow 2Ag(s) + Cu^{2+}(aq)$

مؤكسد مختزل

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

Moutamadris.ma

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- حدِّد المزدوجتين اللتين تدخلان في هذا التفاعل.

3- اكتب نصفي المعادلتين الإلكترونيتين والمعادلة الحصيلة لهذا التفاعل.

الحـــــل

1- الغاز المتصاعد:

هو غاز ثنائي الهيدروجين H_2.

2- المزدوجتان مؤكسد-مختزل:

Zn^{2+}/Zn و H^+/H_2

3- نصفا المعادلتين والمعادلة الحصيلة:

$$2H^+(aq) + 2e^- = H_2(s)$$

$$Zn(s) = Zn^{2+}(aq) + 2e^-$$

الحصيلة: $2H^+(aq) + Zn \rightarrow H_2 + Zn^{2+}$

تمرين 8 صفيحة الرصاص داخل محلول كبريتات النحاس

1- لتحضير محلول مائي لملح كبريتات النحاس، نقيس $5,150g$ من بلورات كبريتات النحاس المميه ذي الصيغة $CuSO_4,5H_2O$ وذي كتلة مولية $M=249,5g.mol^{-1}$، ونذيبه 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- حدِّد الكتلة m للرصاص المستهلك خلال هذا التفاعل.

2.3- ما الكتلة m' للفلز المتكون؟

Moutamadris.ma

2.4- استنتج الكتلة m_r للجزء المتبقي من صفيحة الرصاص.

نعطي: $M(Pb)=207,2g.mol^{-1}$ و $M(Cu)=63.5g.mol^{-1}$

الحـــــل

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:

$$Cu^{2+}+2e^- = Cu \qquad (1)$$

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

$$Pb = Pb^{2+}+2e^- \qquad (2)$$

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

$$Cu^{2+}+Pb \longrightarrow Cu+Pb^{2+}$$

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	–

Moutamadris.ma

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

- الجدول الوصفي لتفاعل الأكسدة والإختزال:

معادلة التفاعل		Cu^{2+} + Pb → Cu + Pb^{2+}			
	التقدم	$n(Cu^{2+})(mol)$	$n(Pb)(mol)$	$n(Cu)(mol)$	$n(Pb^{2+})(mol)$
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}	$2.10^{-3}-x_{max}$	$0,112-x_{max}$	x_{max}	x_{max}

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

وحسب الجدول $n(Pb)=x_{max}$ وبالتالي $m(Pb)=x_{max}.M(Pb)$

• لنحدد x_{max}:

الاختفاء الكلي للون الأزرق للمحلول عند نهاية التفاعل يعني اختفاء كليا للأيونات Cu^{2+}، إذا Cu^{2+} هو المتفاعل المحد، حيث نكتب: $2.10^{-3}-x_{max}=0$ ومنه $x_{max}=2.10^{-3}mol$

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

2.3- الكتلة m' للفلز المتكون:

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

وكتلته $m(Cu)=x_{max}\times M(Cu)$

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

2.4- الكتلة m_r للرصاص المتبقي:

• الكتلة البدئية لصفيحة الرصاص هي: $m_0=23,246g$.

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

إذاً الكتلة المتبقية هي: $m_r=m_0-m$

أي: $m_r=23,246-0,414g$ ؛ $m_r=22,832g$

Moutamadris.ma