

الفصل الأول : الأكسدة والإختزال

إعداد /د. عمر بن عبد الله الهزازي

الفصل الأول
الأكسدة والإختزال

01st Chapter
Oxidation and Reduction

الفصل الأول : الأكسدة والإختزال

إعداد /د. عمر بن عبد الله الهزازي

الفصل الأول**الأكسدة والإختزال****Oxidation and Reduction****الأكسدة (Oxidation)**

الأكسدة هي فقد العنصر إلكترونات أو أكثر (أو هي الزيادة في عدد الأكسدة).

الإختزال (Reduction)

الإختزال هو اكتساب العنصر إلكترونات أو أكثر (أو هو النقص في عدد الأكسدة).

العامل المؤكسد (Oxidizing Agent)

هو المادة التي تؤكسد مادة أخرى تتفاعل معها، وتحدث لها عملية إختزال (تكتسب إلكترونات أو أكثر).

العامل المختزل (Reducing Agent)

هو المادة التي تختزل مادة أخرى تتفاعل معها، وتحدث لها عملية أكسدة (تفقد إلكترونات أو أكثر).

الفصل الأول : الأكسدة والإختزال

إعداد /د. عمر بن عبد الله الهزازي

المصعد (Anode)**هو القطب الذي :**

- يحدث له أكسدة (وتحدث هذه العملية للمصعد في الخلية الجلفانية دائماً ، أما في خلية التحليل الكهربائي فإنه تحدث له الأكسدة عندما يكون غير حامل وأكسدته أسهل من أكسدة أيونات المحلول الإليكتروليتي).
- أو تتم عنده الأكسدة إذا كان حاملاً مثل البلاتين وهذا يحدث في خلية التحليل الكهربائي التي بها أقطاب خاملة حيث تتم الأكسدة حينئذ للأصناف في المحلول الإليكتروليتي بدلاً من أكسدة القطب.

المهبط (Cathode)

هو القطب الذي يحدث على سطحه الإختزال سواء في خلية التحليل الكهربائي أو في الخلية الجلفانية ودوره يكون فقط التوصيل الكهربائي.

مثال (1-1)

لديك الخلية المؤلفة من قطبي الهيدروجين والخاصين ذات التصميم الهندسي التالي :

الفصل الأول : الأكسدة والإختزال

إعداد /د. عمر بن عبد الله الهزازي

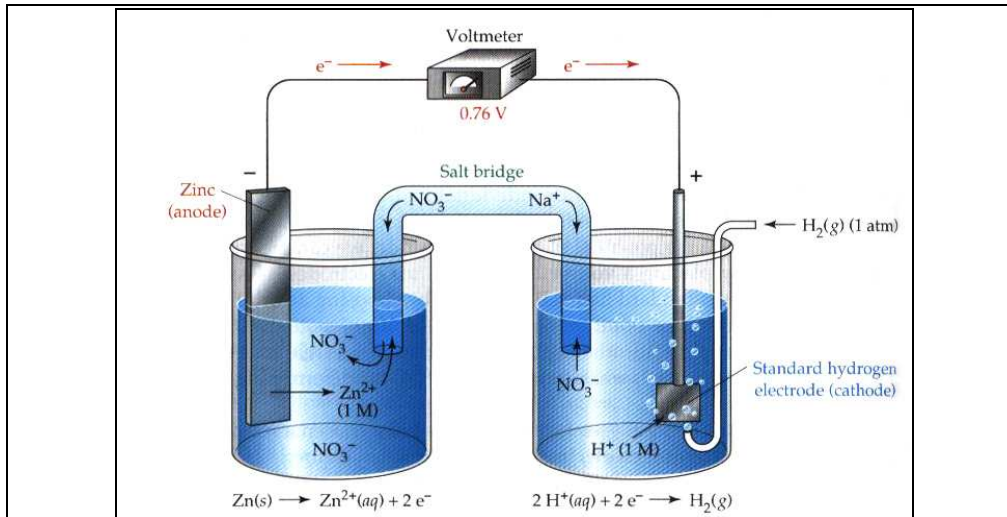
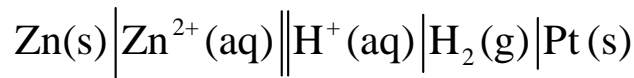


Fig. (1-1) : A galvanic cell consisting of a Zn/Zn^{2+} (1 M) half-cell and a standard hydrogen electrode. Electrons flow from the zinc anode to the S.H.E. (cathode). The measured standard cell potential at 25 °C is 0.76 V.

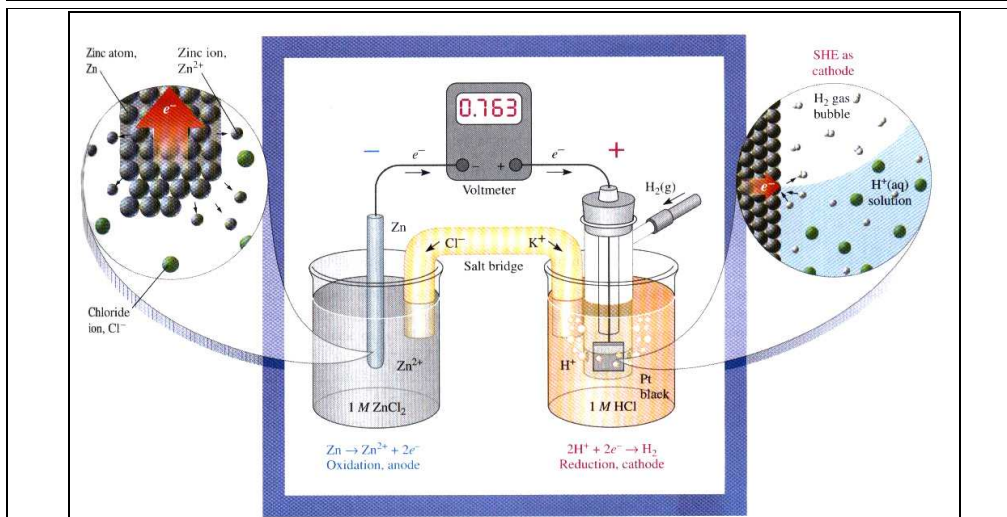
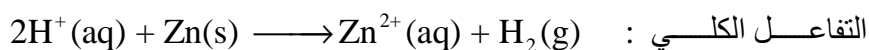
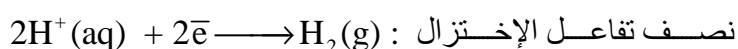


Fig. (1-2) : The $\text{Zn(s)} \mid \text{Zn}^{2+}(\text{aq}, 1 \text{ M}) \parallel \text{H}^{+}(\text{aq}, 1 \text{ M}); \text{H}_2(1 \text{ atm}) \mid \text{Pt}$ in which the following net reaction occurs. $\text{Zn(s)} + 2\text{H}^{+}(\text{aq}) \longrightarrow \text{Zn}^{2+}(\text{aq}) + \text{H}_2(\text{g})$. In this cell the standard hydrogen electrode functions as the cathode.

الفصل الأول : الأكسدة والإختزال

إعداد /د. عمر بن عبد الله الهزازي

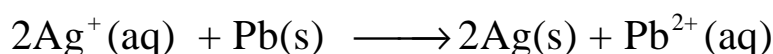
فإذا علم أن قطب الخارصين يمثل المصعد وقطب الهيدروجين يمثل المهبط ، فإنه يحدث تفاعل الأكسدة لمعدن الخارصين (عامل مختزل) والإختزال لأيون الهيدروجين (عامل مؤكسد) كما يلي :

**نلاحظ :**

- انتقال الإلكترونات من الخارصين الى الهيدروجين وبالتالي فإن :
- الخارصين هو العنصر الذي يتأكسد (يفقد الكترولونات)، وبالتالي يعتبر عامل مختزل.
 - أيونات الهيدروجين هي المادة التي تختزل (تكتسب إلكترونات)، وبالتالي تعتبر عامل مؤكسد.

مثال (٢-١)

لديك التفاعل التالي :

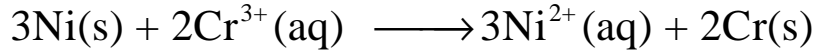


وفقاً لهذا التفاعل فإن :

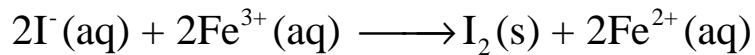
الفصل الأول : الأكسدة والإختزال

إعداد /د. عمر بن عبد الله الهزازي

- الرصاص Pb يتأكسد (كل ذرة تفقد إلكترونين) ويعتبر عامل مختزل.
- أيونات الفضة (Ag^+) تختزل (كل أيون يكتسب إلكترون) وتعتبر عامل مؤكسد.

مثال (٣-١)

- النيكل (Ni) يتأكسد (كل ذرة تفقد إلكترونين) ويعتبر عامل مختزل.
- أيونات الكروم (Cr^{3+}) تختزل (كل أيون يكتسب ٣ إلكترونات) وتعتبر عامل مؤكسد.

مثال (٤-١)

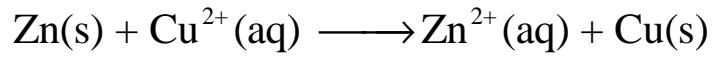
- أيونات اليود (I^-) تتأكسد (كل أيون يفقد إلكترونًا) ويعتبر عامل مختزل.
- أيونات الحديد (Fe^{3+}) (الحديديك) تختزل (كل أيون يكتسب إلكترونًا) وتعتبر عامل مؤكسد.

الفصل الأول : الأكسدة والإختزال

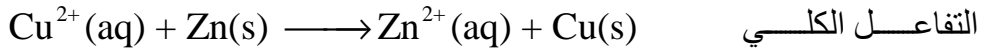
إعداد /د. عمر بن عبد الله الهزازي

مثال (١-٥)

بين نصفي تفاعل الأكسدة والإختزال للتفاعل الكلي التالي :



ثم حدد العنصر المتأكسد والمختزل والعامل المؤكسد والعامل المختزل

الحل

المادة المتأكسدة = العامل المختزل = Zn

المادة المختزلة = العامل المؤكسد = Cu^{2+}

الفصل الأول : الأكسدة والإختزال

إعداد /د. عمر بن عبد الله الهزازي

أعداد الأكسدة (Oxidation Number)**تعريف عدد (رقم) الأكسدة :**

هو عدد الإلكترونات التي يمكن أن يفقدها أو تكتسبها أو تساهم بها ذرة العنصر خلال التفاعل.

وفي المركبات التساهمية : هي الشحنة التي تحملها الذرة لو حددنا إلكترونات الروابط التساهمية للذرة الأكثر سالبية كهربائية.

قواعد تحديد أعداد الأكسدة للعناصر

- عدد الأكسدة للعنصر النقي (الحر) غير المرتبط بغيره (ذرة أو جزيء) يساوي صفرًا.

أمثلة :

Na	Ag	Cu	H ₂	Cl ₂	O ₂	S ₈	الذرة أو الجزيء
0	0	0	0	0	0	0	عدد الأكسدة

- عدد الأكسدة للأيونات أحادية الذرة يساوي شحنتها.

أمثلة :

O ²⁻	S ²⁻	Al ³⁺	Ca ²⁺	Na ⁺	Cl ⁻	الأيون
-2	-2	+3	+2	+1	-1	عدد الأكسدة

الفصل الأول : الأكسدة والإختزال

إعداد /د. عمر بن عبد الله الهزازي

- مجموع أعداد الأكسدة لجميع الذرات في أيون يجب أن تساوي الشحنة الموجودة على ذلك الأيون.

أمثلة :

SO ₄ ²⁻	PO ₄ ³⁻	NH ₄ ⁺	NO ₃ ⁻	الأيون
- 2	- 3	+ 1	- 1	عدد الأكسدة

- مجموع أعداد الأكسدة لجميع الذرات في مركب متعادل (لا يحمل شحنة) يساوي صفراً.

أمثلة :

H ₂ O	NO ₂	NaBrO ₃	H ₂ SO ₄	المركب المتعادل
0	0	0	0	مجموع عدد الأكسدة

- عدد الأكسدة للهيدروجين في جميع مركباته هو (+1) باستثناء هيدريدات الفلزات مثل هيدريد الصوديوم (NaH) وهيدريد الكالسيوم (CaH₂) فإن عدد الأكسدة له (-1).

• عدد الأكسدة للأكسجين في جميع مركباته (- 2) باستثناء :

- أ) مركبات فوق الأكاسيد مثل فوق أكسيد الهيدروجين (H₂O₂) وفوق أكسيد الصوديوم (Na₂O₂) وفوق أكسيد البوتاسيوم (K₂O₂) وفوق

الفصل الأول : الأكسدة والإختزال

إعداد /د. عمر بن عبد الله الهزازي

أكسيد الكالسيوم (CaO_2)، فإن عدد الأكسدة للأكسجين فيها يساوي (-1).

(ب) مركب فلوريد الأكسجين OF_2 ، وعدد الأكسدة للأكسجين فيه بالموجب (+ 2)، لأن السالبية الكهربائية للفلور أعلى من الأكسجين.

(ج) مركب سوبر أكسيد البوتاسيوم KO_2 ، عدد الأكسدة للأكسجين فيه $\left(-\frac{1}{2}\right)$

• عدد الأكسدة لعناصر المجموعة الفلزية (A 1) (الفلزات القلوية) في مركباته تساوي (+ 1).

ومن أمثلة الفلزات القلوية : (Rb, K, Na, Li)

• عدد الأكسدة لعناصر المجموعة السابعة (الهالوجينات) غالباً تساوي (- 1).

ومن أمثلة على الهالوجينات : (F, Cl, Br, I)

أما إذا ارتبط الهالوجين بذرات ذات سالبية كهربائية أعلى منه مثل الأكسجين فإن عدد أكسدة الهالوجين سوف يأخذ عدد أكسدة موجب مثل :

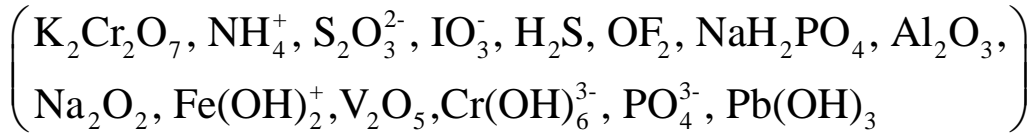
Cl_2O عدد أكسدة الكلور = +1 ، HClO_3 عدد أكسدة الكلور + 5 =

الفصل الأول : الأكسدة والإختزال

إعداد /د. عمر بن عبد الله الهزازي

مثال (٦-١)

احسب عدد الأكسدة للذرات في المركبات أو الأيونات التالية :



الحل

عدد الأكسدة	المركب أو الأيون
$2 \times (+1) + 2X + 7 \times (-2) = 0$ $+2 + 2X - 14$ $2X = -2 + 14 \Rightarrow X = \frac{12}{2} = 6$ عدد الأكسدة للكروم Cr = + 6	$\begin{matrix} 2 \times (+1) & 2X & 7 \times (-2) \\ \text{K}_2 & \text{Cr}_2 & \text{O}_7 \end{matrix}$
$X + 4(+1) = +1$ $X + 4 = 1 \Rightarrow X = 1 - 4 = -3$ عدد الأكسدة للنيتروجين N = (- 3)	$\begin{matrix} X & 4 \times (+1) \\ \text{N} & \text{H}_4^+ \end{matrix}$
$2X + 3 \times (-2) = -2$ $2X + (-6) = -2$ $2X - 6 = -2$ $2X = 6 - 2$ $2X = 4 \Rightarrow X = +2$ عدد الأكسدة للكبريت S = + 2	$\begin{matrix} 2X & 3 \times (-2) \\ \text{S}_2 & \text{O}_3^{2-} \end{matrix}$
$X + 3 \times (-2) = -1$ $X + (-6) = -1$ $X = 6 - 1 = +5$ عدد الأكسدة لليود I = + 5	$\begin{matrix} X & 3 \times (-2) \\ \text{I} & \text{O}_3^- \end{matrix}$

الفصل الأول : الأكسدة والإختزال

إعداد / د. عمر بن عبد الله الهزازي

.....	H_2S عدد الأكسدة للكبريت S =
.....	OF_2 عدد الأكسدة للأوكسجين O =
.....	NaH_2PO_4 عدد الأكسدة للفوسفور P =
.....	Al_2O_3 عدد الأكسدة للألومنيوم Al =
.....	Na_2O_2 عدد الأكسدة للصوديوم Na =

الفصل الأول : الأكسدة والإختزال

إعداد /د. عمر بن عبد الله الهزازي

..... = عدد الأكسدة للحديد Fe	Fe(OH)_2^+
..... = عدد الأكسدة للفناديوم V	V_2O_5
..... = عدد الأكسدة للكروم Cr	Cr(OH)_6^{3-}
..... = عدد الأكسدة للفوسفور P	PO_4^{3-}
..... = عدد الأكسدة للرصاص Pb	Pb(OH)_3

الفصل الأول : الأكسدة والإختزال

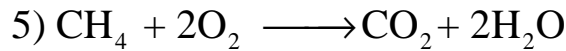
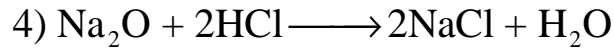
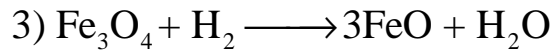
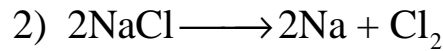
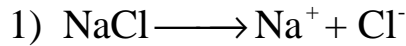
إعداد /د. عمر بن عبد الله الهزازي

تفاعلات الأكسدة والإختزال**Oxidation – Reduction Reactions**

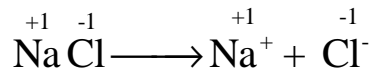
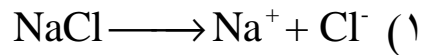
يمكن التمييز بين تفاعلات الأكسدة والإختزال وغيرها، وذلك من خلال تغير عدد الأكسدة للعنصر في المواد المتفاعلة عنه في المواد الناتجة.

مثال (٧-١)

وضح أي التفاعلات التالية تفاعل أكسدة وإختزال :

**الحل**

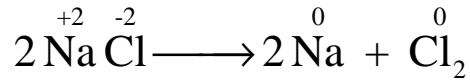
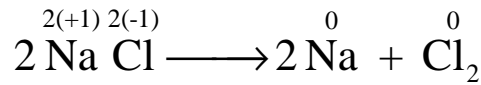
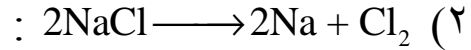
في البداية تكتب أعداد الأكسدة لكل عنصر :



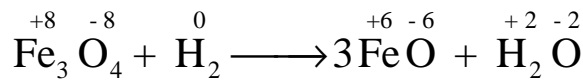
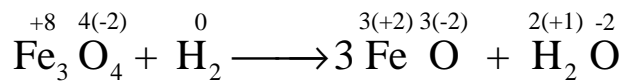
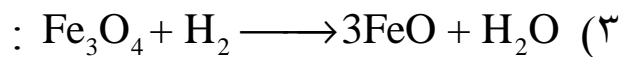
الفصل الأول : الأكسدة والاختزال

إعداد /د. عمر بن عبد الله الهزازي

وبذلك فإن عدد الأكسدة لم يتغير مما يعني أن التفاعل السابق ليس تفاعل أكسدة واختزال.



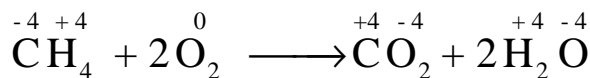
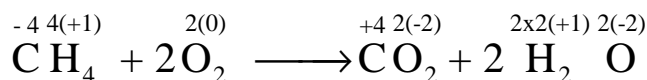
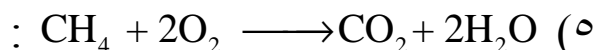
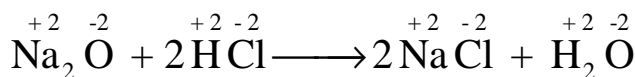
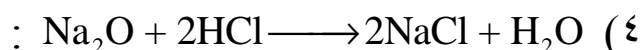
فلاحظ أن عدد الأكسدة للصوديوم للذرة الواحدة تغير بالنقصان من (+1) الى (0) مما يعني أن الصوديوم تأكسد، وبالمقابل فإن الكلور تغير عدد الأكسدة بالزيادة من (-1) للذرة الواحدة الى (0) مما يعني أن الكلور حدث له اختزال. وبالتالي فإن التفاعل السابق تفاعل أكسدة واختزال.



الفصل الأول : الأكسدة والإختزال

إعداد /د. عمر بن عبد الله الهزازي

بسبب تغير عدد الأكسدة لبعض الذرات فإن التفاعل السابق تفاعل أكسدة وإختزال.



لاحظ أن أعداد الأكسدة تغيرت لبعض الذرات مما يعني أن التفاعل أكسدة وإختزال

خطوات كتابة نصفي التفاعل لمعادلات الأكسدة والإختزال :

- التعرف على أعداد الأكسدة لكل عنصر في المعادلة.
- فصل العنصر الذي حصل له أكسدة ونتيجة في معادلة، مع كتابة عدد الإلكترونات المفقودة في الجهة اليسرى (النواتج).
- فصل العنصر الذي حصل له إختزال ونتيجة في معادلة، مع كتابة عدد الإلكترونات المكتسبة في الجهة اليسرى (المتفاعلات).

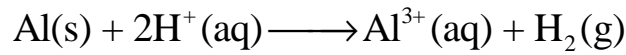
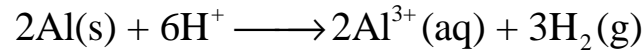
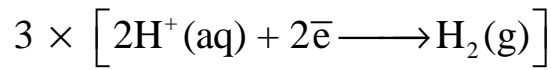
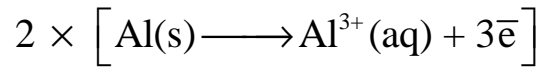
الفصل الأول : الأكسدة والإختزال

إعداد /د. عمر بن عبد الله الهزازي

- وزن الإلكترونات في نصفي المعادلة وذلك بضرب المعادلتين في عدد بحيث تتساوى أعداد الإلكترونات.

مثال (١-٨)

أكتب نصفي تفاعل الأكسدة والإختزال للتفاعل التالي :

**الحل**

الفصل الأول : الأكسدة والإختزال

إعداد /د. عمر بن عبد الله الهزازي

وزن معادلات الأكسدة والإختزال

(١) طريقة الأيون – إلكترون (طريقة نصف التفاعل)

(٢) طريقة أعداد الأكسدة.

أولاً : طريقة الأيون – إلكترون (طريقة نصف التفاعل)

Ion – Electron (Half Reaction Method)

الخطوات :

(١) تحديد أعداد الأكسدة لجميع الذرات، ومنها يحدد العنصر الذي تأكسد والعنصر الذي اختزل.

(٢) وزن الذرات التي حصل لها أكسدة واختزال من خلال مقارنة أعداد الأكسدة للذرات. وإذا كانت هذه الذرات موزونة ننتقل للخطوة التالية مباشرة.

(٣) كتابة نصفي تفاعل الأكسدة والإختزال كل على حدة.

(٤) وزن الأكسجين، وذلك بإضافة جزيء ماء عن كل ذرة أكسجين ناقصة.

(٥) وزن الهيدروجين كما يلي :

أ) في الوسط الحامضي يوازن النقص في ذرات الهيدروجين بإضافة أيون هيدروجين (H^+) عن كل ذرة هيدروجين ناقصة.

الفصل الأول : الأكسدة والإختزال

إعداد /د. عمر بن عبد الله الهزازي

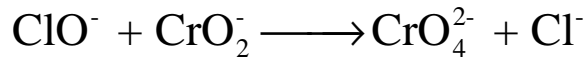
(ب) في الوسط القاعدي يوازن النقص في ذرات الهيدروجين بإضافة جزيء ماء (H₂O) عن كل ذرة هيدروجين ناقصة وفي الجهة الأخرى يضاف أيون هيدروكسيد (OH⁻) عن كل جزيء ماء تمت إضافته.

(٦) نوازن الشحنات وذلك بإضافة إلكترونات الى كل نصف على حدة.
 (٧) توحيد عدد المعامل الحسابي للإلكترونات في حالة عدم تساوي عدد الإلكترونات المفقودة مع المكتسبة بحيث نضرب كل نصف تفاعل في عدد ما بحيث تتساوى أعداد الإلكترونات المفقودة والمكتسبة.

(٨) نجمع نصفي التفاعل بعد التخلص من الإلكترونات في كلا المعادلتين.

مثال (٩-١)

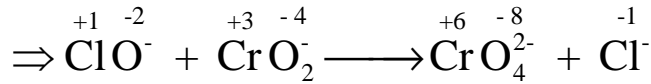
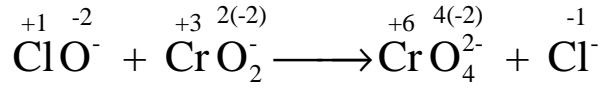
أوزن المعادلة التالية في وسط حمضي بطريقة نصف التفاعل :

**الحل**

(١) نوجد عدد الأكسدة لجميع الذرات في المعادلة :

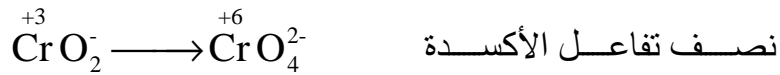
الفصل الأول : الأكسدة والإختزال

إعداد /د. عمر بن عبد الله الهزازي

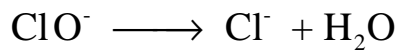
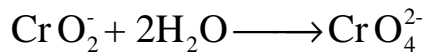


ونلاحظ أن عدد الذرات التي حدث لها أكسدة وإختزال موزونة على طرفي المعادلة.

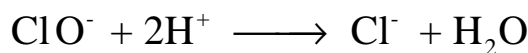
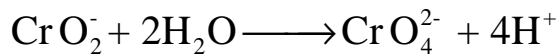
(٢) كتابة نصفي تفاعل الأكسدة والإختزال :



(٣) نزن الأكسجين بإضافة جزيء ماء عن كل ذرة أكسجين ناقصة الى الطرف الناقص



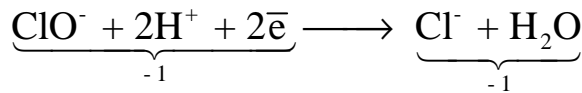
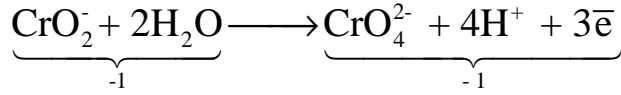
(٤) نوزن الهيدروجين بإضافة أيون (H⁺) عن كل ذرة هيدروجين ناقصة :



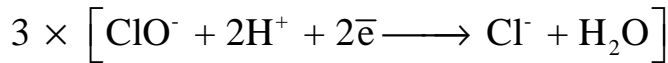
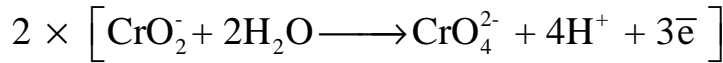
الفصل الأول : الأكسدة والإختزال

إعداد /د. عمر بن عبد الله الهزازي

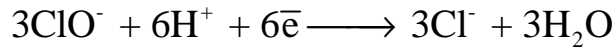
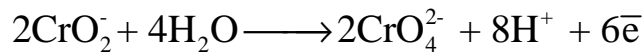
٥) نوزن الشحنات بإضافة إلكترونات الى كل نصف على حدة :



٦) توحيد عدد المعامل الحسابي للإلكترونات :

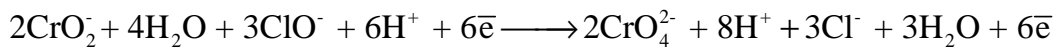
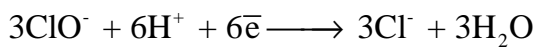
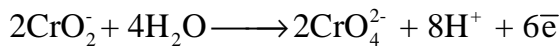


وبالتالي تصبح المعادلات :

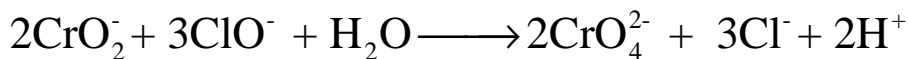


٧) نجمع نصفي التفاعل بعد التخلص من الإلكترونات في كلا

المعادلتين :



وبحذف المكرر من الطرفين نحصل على المعادلة النهائية التالية :

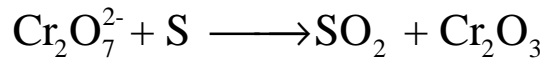


الفصل الأول : الأكسدة والإختزال

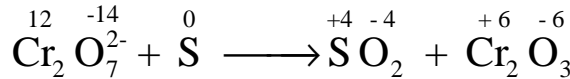
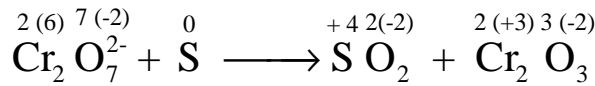
إعداد /د. عمر بن عبد الله الهزازي

مثال (١-١٠)

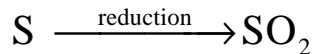
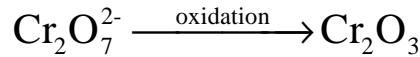
أوزن المعادلة في وسط قاعدي بطرية أيون – الكترول :

**الحل**

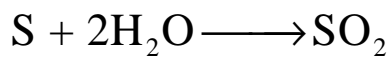
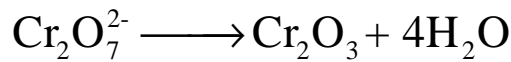
(١) إيجاد عدد الأكسدة لجميع الذرات في المعادلة :



(٢) كتابة نصفي تفاعل الأكسدة والإختزال كل على حدة :



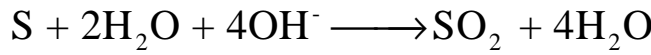
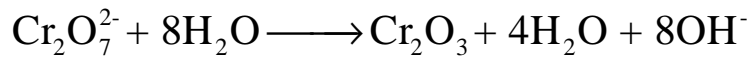
(٣) وزن الأكسجين بإضافة جزيء ماء عن كل ذرة أكسجين ناقصة :



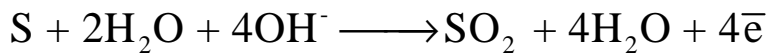
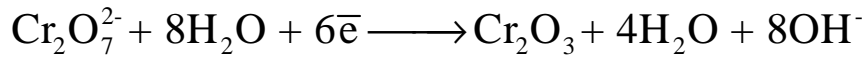
الفصل الأول : الأكسدة والإختزال

إعداد /د. عمر بن عبد الله الهزازي

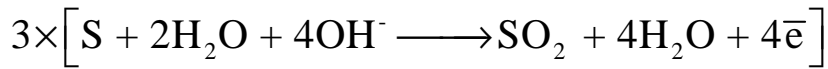
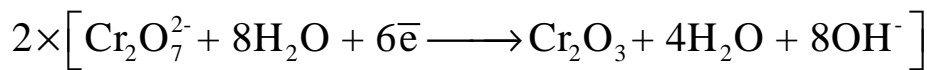
(٤) وزن الهيدروجين بإضافة جزيء ماء عن كل ذرة هيدروجين ناقصة، وفي الجهة الأخرى يضاف أيون الهيدروكسيد عن كل جزيء ماء تمت إضافته :



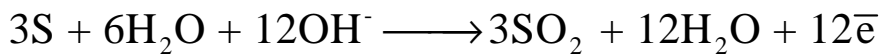
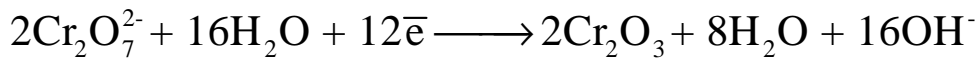
(٥) نوزن الشحنات وذلك بإضافة إلكترونات الى كل نصف على حدة :



(٦) توحيد المعامل الحسابي للإلكترونات :



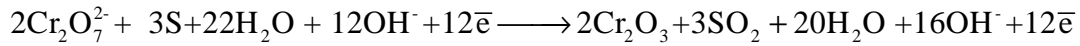
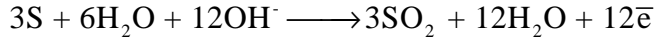
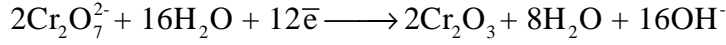
وبالتالي تصبح المعادلات بعد ضربها بالمعامل الحسابي :



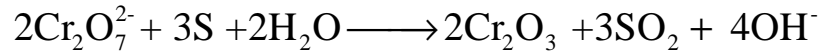
الفصل الأول : الأكسدة والإختزال

إعداد /د. عمر بن عبد الله الهزازي

(٧) نجمع نصفي التفاعل :



(٨) نختصر المتكرر في الطرفين :

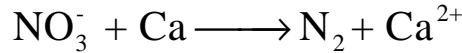
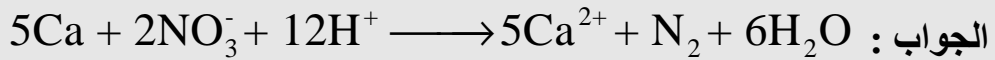


الفصل الأول : الأكسدة والإختزال

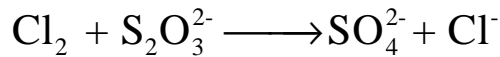
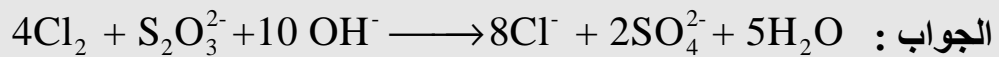
إعداد /د. عمر بن عبد الله الهزازي

تطبيقات إضافية بحلول نهائية لوزن تفاعلات الأكسدة**والإختزال بطرية الأيون – الكترول****مثال (١١-١)**

(١) أوزن المعادلة التالية في وسط حامضي بطريقة أيون – الكترول
(طريقة نصف التفاعل) :

**الحل****مثال (١٢-١)**

أوزن المعادلة التالية في وسط قاعدي بطريقة أيون – الكترول
(طريقة نصف التفاعل) :

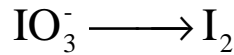
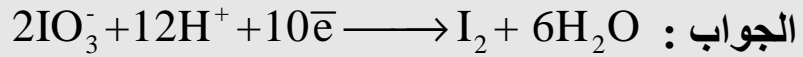
**الحل**

الفصل الأول : الأكسدة والإختزال

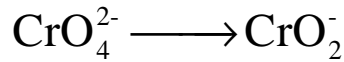
إعداد /د. عمر بن عبد الله الهزازي

مثال (١٣-١)

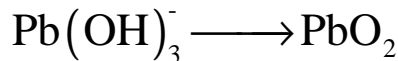
أوزن نصف التفاعل التالي في وسط حمضي بطريقة أيون – الكترول :

**الحل****مثال (١٤-١)**

أوزن نصف التفاعل التالي في وسط قاعدي بطريقة أيون – الكترول :

**الحل****مثال (١٥-١)**

أوزن نصف التفاعل التالي في وسط قاعدي بطريقة أيون – الكترول :

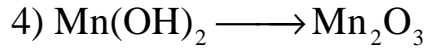
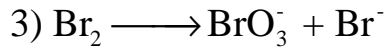
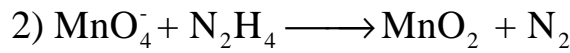
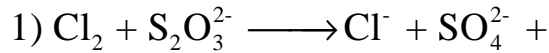
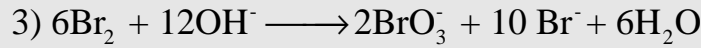
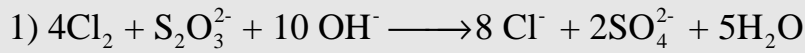
**الحل**

الفصل الأول : الأكسدة والإختزال

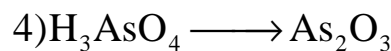
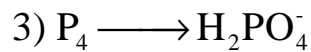
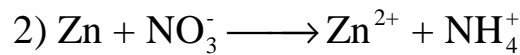
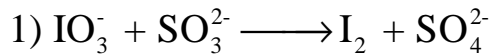
إعداد /د. عمر بن عبد الله الهزازي

مثال (١٦-١)

أوزن المعادلات التالية في وسط قاعدي بطريقة أيون – الكترول (نصف التفاعل) :

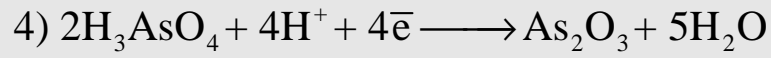
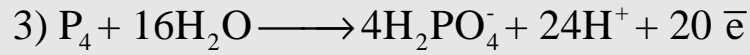
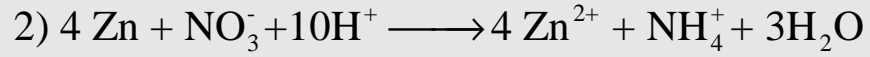
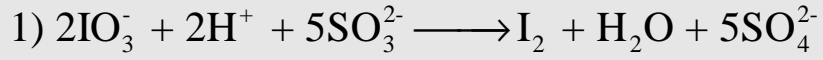
**الحل****مثال (١٧-١)**

أوزن المعادلات التالية في وسط حامضي بطريقة أيون – الكترول (نصف التفاعل) :



الفصل الأول : الأكسدة والإختزال

إعداد /د. عمر بن عبد الله الهزازي

الحل

الفصل الأول : الأكسدة والإختزال

إعداد /د. عمر بن عبد الله الهزاري

ثانياً : طريقة أعداد الأكسدة**الخطوات :**

- ١) وزن الذرات (باستثناء الهيدروجين والأكسجين) التي حصل بها أكسدة وإختزال إذا كانت غير موزونة.
- ٢) تحديد أعداد الأكسدة لجميع الذرات في التفاعل. ومن هنا سوف يتبين العنصر الذي حدث له أكسدة والعنصر الذي حدث له إختزال.
- ٣) صل العنصر الذي حدث له أكسدة مع ناتج تأكسده، واكتب على الخط عدد الإلكترونات المفقودة. وصل العنصر الذي حصل له إختزال مع ناتج إختزاله بخط واكتب على الخط عدد الإلكترونات المكتسبة.
- ٤) وحد عدد المعامل الحسابي للإلكترونات في حالة عدم تساوي عدد الإلكترونات المفقودة مع المكتسبة.
- ٥) يوازن النقص في ذرات الأكسجين بإضافة جزيء ماء عن كل ذرة أكسجين ناقصة.
- ٦) يوازن النقص في ذرات الهيدروجين حسب الوسط :
أ) في الوسط الحامضي يوازن النقص في ذرات الهيدروجين بإضافة أيون هيدروجين (H^+) عن كل ذرة هيدروجين ناقصة.

الفصل الأول : الأكسدة والإختزال

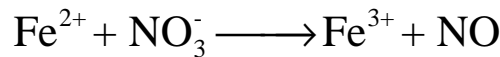
إعداد /د. عمر بن عبد الله الهزازي

(ب) في الوسط القاعدي يوازن النقص في ذرات الهيدروجين بإضافة جزيء ماء (H₂O) عن كل ذرة هيدروجين ناقصة وفي الجهة الأخرى يضاف أيون الهيدروكسيد (OH⁻) عن كل جزيء ماء تمت إضافته.

(٦) نختصر المتكرر في المواد المتفاعلة والنتيجة.

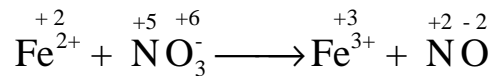
مثال (١-١٨)

زن المعادلة التالية في وسط حمضي بطريقة تغير أعداد الأكسدة :

**الحل**

(١) من المعادلة المعطاة في السؤال فإن الذرات التي حصل بها أكسدة وإختزال موزونة.

(٢) نحدد أعداد الأكسدة لجميع الذرات :

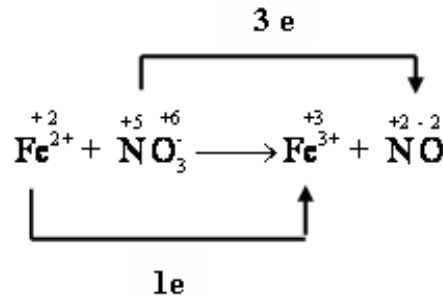


ونلاحظ أن الحديد قد زاد رقم الأكسدة له من (+2) الى (+3) وبالتالي حدث له أكسدة، وبالمقابل فإن النيتروجين نقص عدد الأكسدة له من (+5) الى (+2) مما يعني حدوث عملية إختزال له.

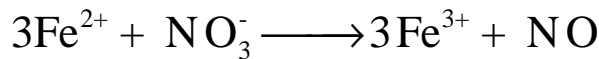
الفصل الأول : الأكسدة والإختزال

إعداد /د. عمر بن عبد الله الهزازي

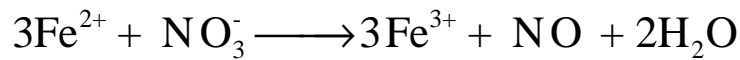
٣) نصل بخط بين (Fe^{2+}) الذي حصل له أكسدة مع ناتج الأكسدة (Fe^{3+}) مع كتابة عدد الإلكترونات المفقودة، ونصل بين (NO_3^-) الذي حدث له اختزال مع ناتج الإختزال (NO) بخط مع كتابة عدد الإلكترونات المكتسبة على الخط.



٤) نساوي عدد الإلكترونات بضرب المواد المشتركة في الأكسدة (Fe^{2+} , Fe^{3+}) في العدد (3)، وبضرب المواد المشتركة في الإختزال (NO_3^- , NO) في العدد (1):



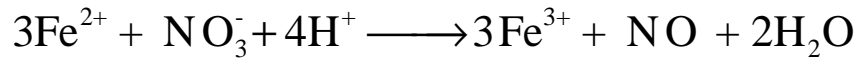
٥) نوزن النقص في ذرات الأكسجين بإضافة جزيء ماء عن كل ذرة أكسجين ناقصة.



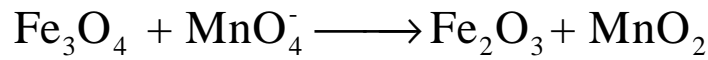
الفصل الأول : الأكسدة والاختزال

إعداد /د. عمر بن عبد الله الهزازي

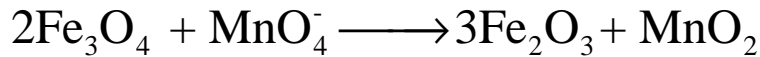
٦) نوزن النقص في ذرات الهيدروجين بإضافة H^+ عن كل ذرة هيدروجين ناقصة :

**مثال (١-١٩)**

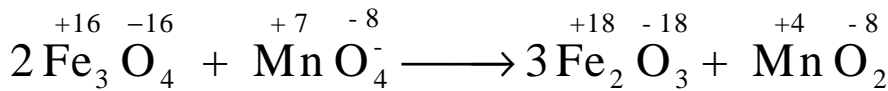
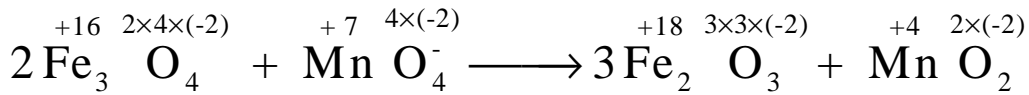
أوزن المعادلة التالية في وسط قاعدي بطريقة التغير في أعداد الأكسدة :

**الحل**

١) نزن الذرات التي يحصل بها كسدة واختزال (باستثناء ذرات الهيدروجين والأكسجين) :



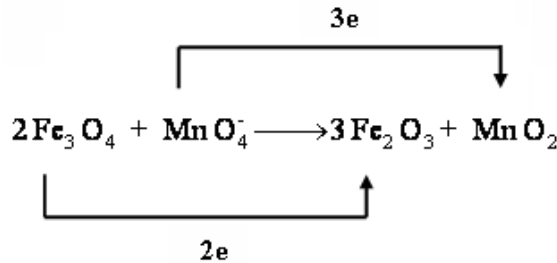
٢) نوجد أعداد الأكسدة لجميع الذرات :



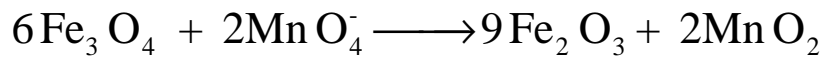
الفصل الأول : الأكسدة والإختزال

إعداد /د. عمر بن عبد الله الهزازي

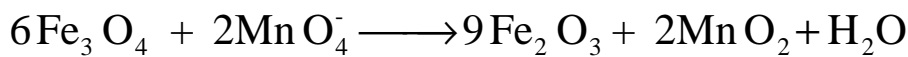
(٣) نصل بين المادة التي حدث لها أكسدة (Fe_3O_4) مع ناتج الأكسدة (Fe_2O_3)، مع كتابة عدد الإلكترونات المفقودة ($2e^-$)، ونصل المادة التي حدث لها اختزال (MnO_4^-) مع ناتج الإختزال (MnO_2) مع كتابة عدد الإلكترونات المكتسبة ($3e^-$).



(٤) نضرب عدد الإلكترونات المشتركة في الأكسدة (Fe_3O_4)، ونضرب المواد المشتركة في الإختزال (Fe_2O_3 في (3)، ونضرب المواد المشتركة في الإختزال (MnO_4^- , MnO_2) في العدد (2).



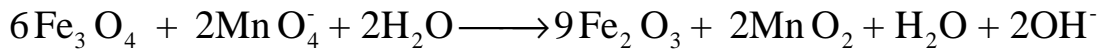
(٥) نوزن النقص في ذرات الأكسجين بإضافة جزيء ماء عن كل ذرة أكسجين ناقصة :



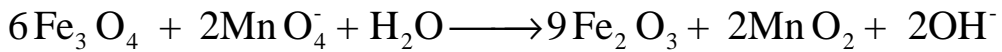
الفصل الأول : الأكسدة والإختزال

إعداد /د. عمر بن عبد الله الهزازي

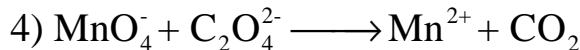
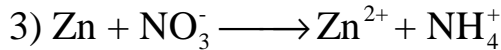
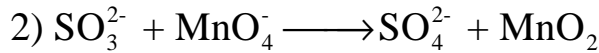
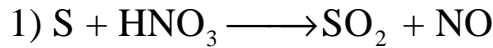
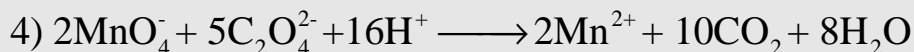
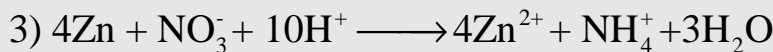
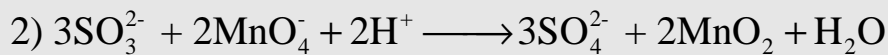
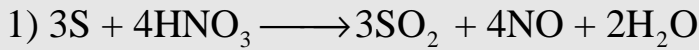
٦) نوزن النقص في ذرات الهيدروجين بإضافة جزيء ماء (H₂O) عن كل ذرة هيدروجين ناقصة وفي الجهة الأخرى يضاف أيون الهيدروكسيد (OH⁻) عن كل جزيء ماء تمت إضافته.



٧) بحذف المكرر في المواد المتفاعلة والنتيجة نحصل على :

**مثال (٢٠-١)**

أوزن المعادلات التالية في وسط حمضي بطريقة أعداد الأكسدة :

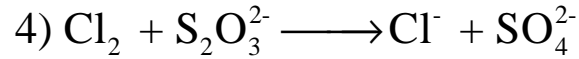
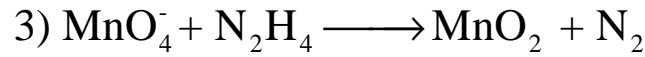
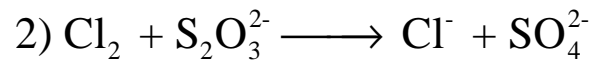
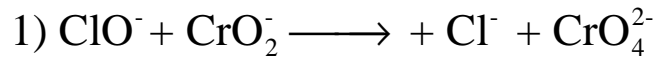
**الحل**

الفصل الأول : الأكسدة والإختزال

إعداد /د. عمر بن عبد الله الهزازي

مثال (٢١-١)

أوزن المعادلات التالية في وسط قاعدي بطريقة أعداد الأكسدة :

**الحل**