# موزانة المعادلات في وسط حمضي

خطوات موازنة معادلات التأكسد والاختزال بطريقة نصف التفاعل والتي تتم في الوسط الحمضي:

1- أقسم المعادلة إلى نصفين يدل أحدهما على التأكسد والآخرعلى الاختزال.

2- أجري الخطوات التالية على كل نصف:

أ- أوازن ذرات العناصر ما عدا الأكسجين والهيدروجين.

ب- أوازن ذرات الأكسجين بإضافة عدد من جزيئات الماء إلى الطرف الذي يعاني نقصاً في ذرات الأكسجين.

ج- أوازن ذرات الهيدروجين بإضافة عدد من أيونات ($H^+$) إلى الطرف الذي يعاني نقصاً في ذرات الهيدروجين.

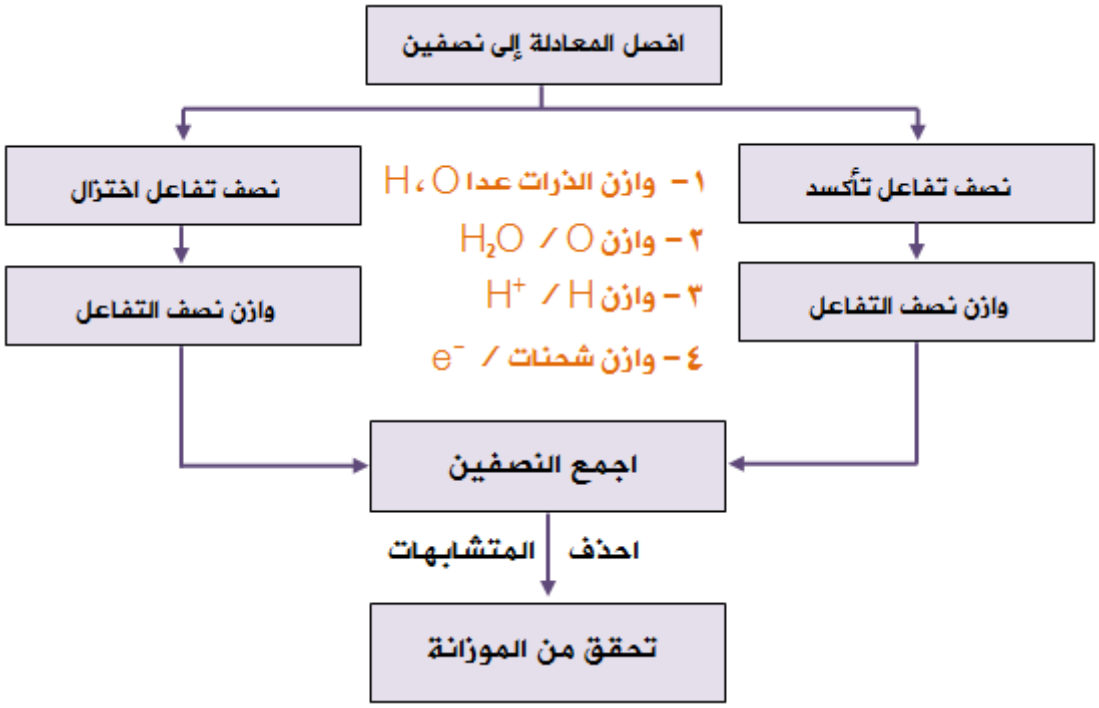
د- أوازن الشحنات الكهربائية بإضافة عددٍ من الإلكترونات لأحد طرفي المعادلة بحيث يصبح المجموع الجبري للشحنات على طرفي المعادلة متساوٍ.

3- أساوي عدد إلكترونات نصف تفاعل التأكسد بعدد إلكترونات نصف تفاعل الاختزال بالضرب التبادلي إن لزم الأمر.

4- أجمع نصفي التفاعل (اختصر الإلكترونات من الطرفين، ويمكن اختصار الماء وأيونات الهيدروجين).

5- أتحقق من صحة الموازنة بموازنة الذرات والشحنات.

6- أتأكد أن المعادلة الكلية الموزونة مكتوبة بأبسط صورة.




## مثال (1):

أوازن المعادلة الآتية بطريقة نصف التفاعل في الوسط الحمضي:

$$Cr_2O_7^{2-} + HNO_2 \rightarrow \qquad Cr^{3+} + NO_3^-$$

## الحل:

أقسم المعادلة إلى نصفين:

$$Cr_2O_7^{2-} \rightarrow Cr^{+3}$$

$$HNO_2 \rightarrow NO_3^-$$

أختار أحد نصفي المعادلة وأوازنه باتباع الخطوات الآتية:

$$Cr_2O_7^{2-} \rightarrow Cr^{+3}$$

أوازن الذرات ما عدا الأكسجين والهيدروجين؛ أي ذرات (Cr):

$$Cr_2O_7^{2-} \rightarrow 2Cr^{+3}$$

أوازن الأكسجين بإضافة ($7H_2O$) إلى الطرف الأيمن من المعادلة:

$$Cr_2O_7^{2-} \rightarrow 2Cr^{+3} + 7H_2O$$

أوازن الهيدروجين بإضافة ($14H^+$) إلى الطرف الأيسر من المعادلة:

$$Cr_2O_7^{2-} + 14H^+ \rightarrow 2Cr^{+3} + 7H_2O$$

أحسب شحنات كل طرف بضرب عدد المولات في الشحنة الظاهرة على كل مادةن بضرب عدد مولات كل مادة في الشحنة الظاهرة:

$$Cr_2O_7^{2-} + 14H^+ \rightarrow 2Cr^{+3} + 7H_2O$$

ألاحظ أن مجموع الشحنات على يسار المعادلة (+12)، وعلى يمينها (+6)؛ لذا أوازن الشحنات بإضافة ($6e^-$) إلى الطرف الأيسر من المعادلة:

$$Cr_2O_7^{2-} + 14H^+ + 6e^- \rightarrow 2Cr^{+3} + 7H_2O$$

وبما أن الإلكترونات قد أضيفت إلى يسار المعادلة، فالمعادلة تمثل نصف تفاعل اختزال.

نصف المعادلة الثاني:

$$HNO_2 \rightarrow NO_3^-$$

أوازن الذرات ما عدا الأكسجين والهيدروجين؛ أي ذرات (N)، وألاحظ أنها موزونة:

$$HNO_2 \rightarrow NO_3^-$$

أوازن الأكسجين بإضافة ($H_2O$) إلى الطرف الأيسر من المعادلة:

$$HNO_2 + H_2O \rightarrow NO_3^-$$

أوازن الهيدروجين بإضافة ($3H^+$) إلى الطرف الأيمن من المعادلة:

$$HNO_2 + H_2O \rightarrow NO_3^- + 3H^+$$

أحسب شحنات كل طرف بضرب عدد المولات في الشحنة الظاهرة على كل مادة:

$$HNO_2 + H_2O \rightarrow NO_3^- + 3H^+$$

ألاحظ أن مجموع الشحنات على يسار المعادلة (0)، وعلى يمينها (+2)؛ لذا أوازن الشحنات بإضافة ($2e^-$) إلى الطرف الأيمن من المعادلة:

$$\rightarrow NO_3^- + 3H^+ + 2e^- \; HNO_2 + H_2O$$

وبما أن الإلكترونات قد أضيفت على يمين المعادلة، فالمعادلة تمثل نصف تفاعل تأكسد.

ولمساواة عدد الإلكترونات المكتسبة بعدد الإلكترونات المفقودة نضرب معادلة التأكسد في (3)، ومعادلة الاختزال في (1):

$$(Cr_2O_7^{2-} + 14H^+ + 6e^- \rightarrow 2Cr^{+3} + 7H_2O) \times 1$$

$$\rightarrow NO_3^- + 3H^+ + 2e^-) \times 3 \; (HNO_2 + H_2O$$

فيصبح عدد الإلكترونات المكتسبة يساوي عدد الإلكترونات المفقودة.

$$Cr_2O_7^{2-} + 14H^+ + 6e^- \rightarrow 2Cr^{+3} + 7H_2O$$

$$\rightarrow 3NO_3^- + 9H^+ + 6e^- \; 3HNO_2 + 3H_2O$$

أحذف الإلكترونات من الطرفين، وأختصر المتشابهات ($H_2O$) و ($H^+$)، وأجمع المعادلتين:

$$Cr_2O_7^{2-} + 3HNO_2 + 5H^+ \rightarrow 2Cr^{+3} + 3NO_3^- + 4H_2O$$

## مثال (2):

يتم التفاعل الآتي في وسط حمضي، أجيب على الأسئلة التي تليه:

$$Cr^{3+} + CO_2 \; Cr_2O_7^{2-} + C_2H_6O \rightarrow$$

1. وازن المعادلة بطريقة نصف التفاعل.
2. حدد العامل المؤكسد.
3. ما عدد تأكسد الكروم في الأيون ($Cr_2O_7^{2-}$)؟
4. ما عدد الإلكترونات المكتسبة أو المفقودة في التفاعل السابق؟
5. كم مولاً من $Cr_2O_7^{2-}$ يلزم لأكسدة مول واحد من $C_2H_6O$ ؟

الحل:

1- أقسم المعادلة إلى نصفين:

$$Cr_2O_7^{2-} \rightarrow Cr^{+3}$$

$$\rightarrow CO_2 \qquad C_2H_6O$$

أختار أحد نصفي المعادلة وأوازنه باتباع الخطوات الآتية:

$$Cr_2O_7^{2-} \rightarrow Cr^{+3}$$

أوازن الذرات ما عدا الأكسجين والهيدروجين؛ أي ذرات (Cr):

$$Cr_2O_7^{2-} \rightarrow 2Cr^{+3}$$

أوازن الأكسجين بإضافة ($7H_2O$) إلى الطرف الأيمن من المعادلة:

$$Cr_2O_7^{2-} \rightarrow 2Cr^{+3} + 7H_2O$$

أوازن الهيدروجين بإضافة ($14H^+$) إلى الطرف الأيسر من المعادلة:

$$Cr_2O_7^{2-} + 14H^+ \rightarrow 2Cr^{+3} + 7H_2O$$

أحسب شحنات كل طرف بضرب عدد المولات في الشحنة الظاهرة على كل مادةن بضرب عدد مولات كل مادة في الشحنة الظاهرة:

$$Cr_2O_7^{2-} + 14H^+ \rightarrow 2Cr^{+3} + 7H_2O$$

ألاحظ أن مجموع الشحنات على يسار المعادلة (+12)، وعلى يمينها (+6)؛ لذا أوازن الشحنات بإضافة ($6e^-$) إلى الطرف الأيسر من المعادلة:

$$Cr_2O_7^{2-} + 14H^+ + 6e^- \rightarrow 2Cr^{+3} + 7H_2O$$

وبما أن الإلكترونات قد أضيفت إلى يسار المعادلة، فالمعادلة تمثل نصف تفاعل اختزال.

نصف المعادلة الثاني:

$$\rightarrow CO_2 \qquad C_2H_6O$$

أوازن الذرات ما عدا الأكسجين والهيدروجين؛ أي ذرات (C):

$$C_2H_6O \rightarrow 2CO_2$$

أوازن الأكسجين بإضافة ($H_2O$) إلى الطرف الأيسر من المعادلة:

$$C_2H_6O + 3H_2O \rightarrow 2CO_2$$

أوازن الهيدروجين بإضافة ($12H^+$) إلى الطرف الأيمن من المعادلة:

$$C_2H_6O + 3H_2O \rightarrow 2CO_2 + 12H^+$$

أحسب شحنات كل طرف بضرب عدد المولات في الشحنة الظاهرة على كل مادة:

$$C_2H_6O + 3H_2O \rightarrow 2CO_2 + 12H^+$$

ألاحظ أن مجموع الشحنات على يسار المعادلة (0)، وعلى يمينها (+12)؛ لذا أوازن الشحنات بإضافة ($12e^-$) إلى الطرف الأيمن من المعادلة:

$$C_2H_6O + 3H_2O \rightarrow 2CO_2 + 12H^+ + 12e^-$$

وبما أن الإلكترونات قد أضيفت على يمين المعادلة، فالمعادلة تمثل نصف تفاعل تأكسد.

بضرب نصف التفاعل التأكسد في (1)، ونصف تفاعل الاختزال في (2):

$$(C_2H_6O + 3H_2O \rightarrow 2CO_2 + 12H^+ + 12e^-) \times 1$$

$$(2Cr^{3+} + 7H_2O) \times 2 \rightarrow Cr_2O_7^{2-} + 6e^- + 14H^+$$

تصبح المعادلتين:

$$C_2H_6O + 3H_2O \rightarrow 2CO_2 + 12H^+ + 12e^-$$

$$4Cr^{3+} + 14H_2O \rightarrow 2Cr_2O_7^{2-} + 12e^- + 28H^+$$

وبحذف الإلكترونات والمواد الزائدةن وجمع المعادلتين:

$$2Cr_2O_7^{2-} + C_2H_6O + 16H^+ \rightarrow 4Cr^{3+} + 2CO_2 + 11H_2O$$

التحقق من موازنة الشحنات:

$$2Cr_2O_7^{2-} + C_2H_6O + 16H^+ \rightarrow 4Cr^{3+} + 2CO_2 + 11H_2O$$

(٢-)٢ + (صفر)١ + (١+)١٦ ؟ (٣+)٤ + (صفر)٢ + (صفر)١١

إذاً المعادلة موزونه ١٢+ = ١٢+

2- العامل المؤكسد: $Cr_2O_7^{2-}$

3- عدد تأكسد الكروم = +6

4- (12) إلكترون.

يلزم (2) مول.

## سؤال 1 :

يتم التفاعل الآتي في وسط حمضي، أجب على الأسئلة التي تليه:

$$As_2O_3 + NO_3^- \rightarrow H_3AsO_4 + NO$$

1. وازن المعادلة بطريقة نصف التفاعل (أيون - إلكترون).
2. حدد العامل المؤكسد.
3. حدد العامل المختزل.
4. ما عدد تأكسد الزرنيخ As في كل من $As_2O_3$ و $H_3AsO_4$ ؟
5. ما مقدار التغير في عدد تأكسد الزرنيخ؟

## سؤال 2 :

يتم التفاعل الآتي في وسط حمضي، أجب على الأسئلة التي تليه:

$$MnO_4^- + ClO_3^- \rightarrow Mn^{2+} + ClO_4^-$$

1. اكتب نصف تفاعل التأكسد موزوناً.
2. اكتب نصف تفاعل الاختزال موزوناً.

3. حدد العامل المختزل.
4. ما عدد مولات الإلكترونات المكتسبة أو المفقودة في التفاعل؟
5. ما مقدار التغير في عدد تأكسد المنغنيز؟

## سؤال 3 :

يتم التفاعل الآتي في وسط حمضي، أجب على الأسئلة التي تليه:

$$NO_2 \rightarrow NO + NO_3^-$$

1. وازن المعادلة بطريقة نصف التفاعل (أيون - إلكترون).
2. حدد العامل المؤكسد.

## سؤال 4 :

يتم التفاعل الآتي في وسط حمضي، أجب على الأسئلة التي تليه:

$$IPO_4 \rightarrow I_2 + IO_3^- + H_2PO_4^-$$

1. وازن المعادلة بطريقة نصف التفاعل.
2. حدد العامل المختزل في التفاعل.

## سؤال 6 :

التفاعـــل الآتـــي يحـــدث فـــي وســـط حمضـــي:

$$Zn + NO_3^- \rightarrow Zn^{2+} + NH_4^+$$

1. ما صيغة العامل المؤكسد في التفاعل؟
2. ما عدد تأكسد النيتروجين في $NH_4^+$ ؟
3. اكتب المعادلة الموزونة لنصف تفاعل التأكسد.
4. اكتب المعادلة الموزونة لنصف تفاعل الاختزال.