

## موازنة 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 والآخر على 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- أتأكد من صحة الموازنة بموازنة الذرات والشحنات.
- 6- أتأكد أن المعادلة الكلية الموزونة مكتوبة بأبسط صورة.



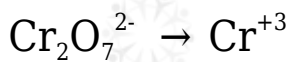
مثال (1):

أوازن المعادلة الآتية بطريقة نصف التفاعل في الوسط الحمضي:



الحل:

أقسم المعادلة إلى نصفين:



أختار أحد نصفي المعادلة وأوازنه باتباع الخطوات الآتية:



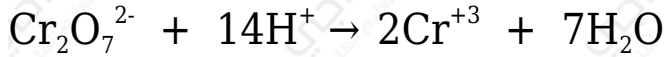
أوازن الذرات ما عدا الأكسجين والهيدروجين؛ أي ذرات (Cr):



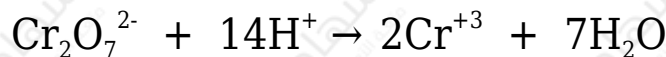
أوازن الأكسجين بإضافة (7H<sub>2</sub>O) إلى الطرف الأيمن من المعادلة:



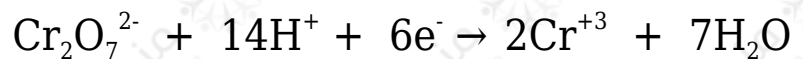
أوازن الهيدروجين بإضافة ( $14\text{H}^+$ ) إلى الطرف الأيسر من المعادلة:



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



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



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

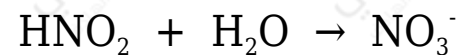
نصف المعادلة الثاني:



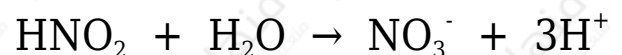
أوازن الذرات ما عدا الأكسجين والهيدروجين؛ أي ذرات (N)، وألاحظ أنها موزونة:



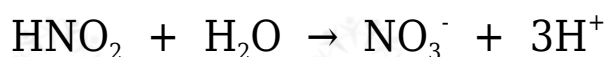
أوازن الأكسجين بإضافة ( $\text{H}_2\text{O}$ ) إلى الطرف الأيسر من المعادلة:



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



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

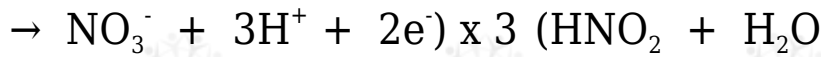
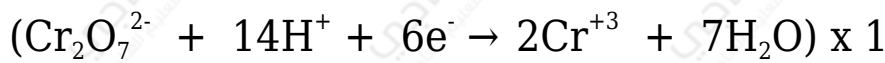


ألاحظ أن مجموع الشحنات على يسار المعادلة (0)، وعلى يمينها (+2)؛ لذا أوازن الشحنات بإضافة (2e<sup>-</sup>) إلى الطرف الأيمن من المعادلة:

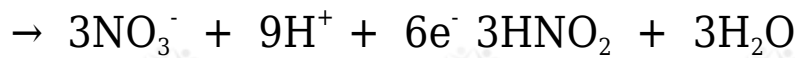


وبما أن الإلكترونات قد أضيفت على يمين المعادلة، فالمعادلة تمثل نصف تفاعل تأكسد.

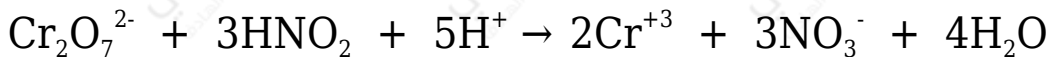
ولمساواة عدد الإلكترونات المكتسبة بعدد الإلكترونات المفقودة نضرب معادلة التأكسد في (3)، ومعادلة الاختزال في (1):



فيصبح عدد الإلكترونات المكتسبة يساوي عدد الإلكترونات المفقودة.

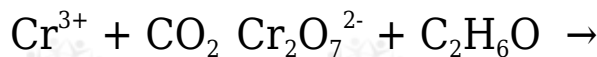


أحذف الإلكترونات من الطرفين، وأختصر المتشابهات (H<sup>+</sup>) و (H<sub>2</sub>O)، وأجمع المعادلتين:



**مثال (2):**

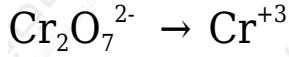
يتم التفاعل الآتي في وسط حمضي، أجب على الأسئلة التي تليه:



1. وازن المعادلة بطريقة نصف التفاعل.
2. حدد العامل المؤكسد.
3. ما عدد تأكسد الكروم في الأيون (Cr<sub>2</sub>O<sub>7</sub><sup>2-</sup>)؟
4. ما عدد الإلكترونات المكتسبة أو المفقودة في التفاعل السابق؟
5. كم مولاً من Cr<sub>2</sub>O<sub>7</sub><sup>2-</sup> يلزم لأكسدة مول واحد من C<sub>2</sub>H<sub>6</sub>O؟

الحل:

1- أقسم المعادلة إلى نصفين:



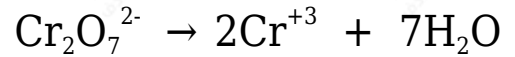
أختار أحد نصفي المعادلة وأوازنه باتباع الخطوات الآتية:



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



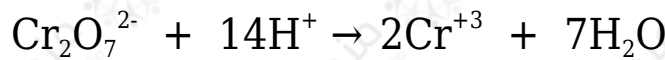
أوازن الأكسجين بإضافة (7H<sub>2</sub>O) إلى الطرف الأيمن من المعادلة:



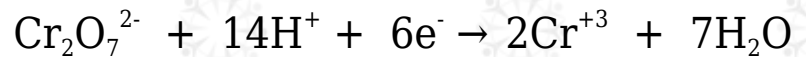
أوازن الهيدروجين بإضافة (14H<sup>+</sup>) إلى الطرف الأيسر من المعادلة:



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



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



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

نصف المعادلة الثاني:



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



أوازن الأكسجين بإضافة (H<sub>2</sub>O) إلى الطرف الأيسر من المعادلة:



أوازن الهيدروجين بإضافة (12H<sup>+</sup>) إلى الطرف الأيمن من المعادلة:



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



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

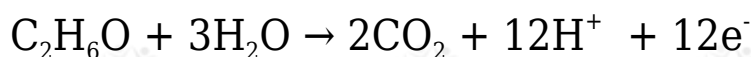


وبما أن الإلكترونات قد أضيفت على يمين المعادلة، فالمعادلة تمثل نصف تفاعل تأكسد.

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



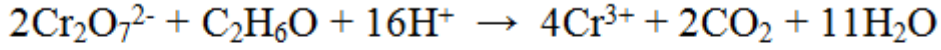
تصبح المعادلتين:



وبحذف الإلكترونات والمواد الزائدة ونجمع المعادلتين:



التحقق من موازنة الشحنات:



$$11(\text{صفر}) + 2(\text{صفر}) + 4(3+) \quad ? \quad 16(1+) + 1(\text{صفر}) + 2(-2)$$

$$12+ = 12+ \quad \text{إذاً المعادلة موزونة}$$

2- العامل المؤكسد:  $\text{Cr}_2\text{O}_7^{2-}$

3- عدد تأكسد الكروم =  $6+$

4- (12) إلكترون.

يلزم (2) مول.

### سؤال 1 :

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



1. وازن المعادلة بطريقة نصف التفاعل (أيون - إلكترون).

2. حدد العامل المؤكسد.

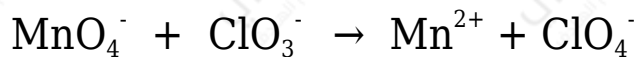
3. حدد العامل المختزل.

4. ما عدد تأكسد الزرنيخ As في كل من  $\text{As}_2\text{O}_3$  و  $\text{H}_3\text{AsO}_4$  ؟

5. ما مقدار التغير في عدد تأكسد الزرنيخ؟

### سؤال 2 :

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



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 :

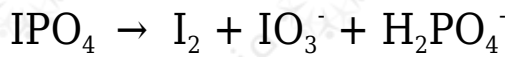
يتم التفاعل الآتي في وسط حمضي، أجب على الأسئلة التي تليه:



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

### سؤال 4 :

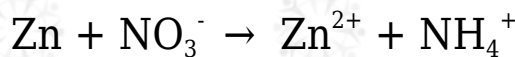
يتم التفاعل الآتي في وسط حمضي، أجب على الأسئلة التي تليه:



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

### سؤال 6 :

التفاعل الآتي يحدث في وسط حمضي:



1. ما صيغة العامل المؤكسد في التفاعل؟
2. ما عدد تأكسد النيتروجين في  $\text{NH}_4^+$ ؟
3. اكتب المعادلة الموزونة لنصف تفاعل التأكسد.
4. اكتب المعادلة الموزونة لنصف تفاعل الاختزال.