



الكيمياء الكهربائية

الوحدة الثانية

تقسم الوحدة إلى ثلاث دروس:

الدرس الأول: التأكسد والاختزال

الدرس الثاني: الخلايا الجلفانية

الدرس الثالث: الخلايا الكهروكيميائية

التأكسد والاختزال

الدرس الأول

أولاً: مفهوم التأكسد والاختزال

◀ تهتم الكيمياء الكهربائية بدراسة التحولات بين الطاقة الكيميائية والطاقة الكهربائية الناتجة عن تفاعلات التأكسد والاختزال، والتطبيقات العملية المرتبطة بها.

تطور مفهوم التأكسد والاختزال:

أولاً: بالاعتماد على الأكسجين: حيث استخدم الكيميائيون القدامى الأكسجين في توضيحهم لمفهوم التأكسد والاختزال.

التأكسد: اتحاد المادة مع الأكسجين (زيادة في الأكسجين)

الاختزال: نزع الأكسجين من مركبات المادة (نقصان في الأكسجين)



مثال توضيحي:

ثانياً: بالاعتماد على فقد وكسب الإلكترونات:

التأكسد: فقد المادة للإلكترونات خلال التفاعل الكيميائي

الاختزال: كسب المادة للإلكترونات خلال التفاعل الكيميائي

- ◀ تعد عمليتي التأكسد والاختزال متلازمتين، تحدث إحداها مع حدوث الأخرى .
- ◀ يسمى التفاعل الي يحدث فيه عمليتا التأكسد والاختزال (تفاعل تأكسد واختزال) .
- ◀ يمكن كتابة معادلة تفاعل التأكسد والاختزال على شكل نصفي تفاعل

(نصف تفاعل تأكسد و نصف تفاعل اختزال)





نتيجة مهمة:

- 1 تفاعل التأكسد والاختزال = نصف تفاعل تأكسد + نصف تفاعل اختزال
- 2 عدد الإلكترونات المفقودة = عدد الإلكترونات المكتسبة
- 3 الذرة التي تأكسدت ← فقدت إلكترونات ← **زادت شحنتها الموجبة**
- 4 الذرة التي اختزلت ← اكتسبت إلكترونات ← **قلت شحنتها الموجبة**
- 5 لتحديد عدد e- المفقودة أو عدد e- المكتسبة في أنصاف التفاعل، يتم حساب **التغير في الشحنة** للذرة التي تأكسدت والذرة التي اختزلت
- 6 تضاف e- للجهة **الأعلى شحنة**.
- 7 في نصف **تفاعل التأكسد**، فإن e- المفقودة تكون **بعد السهم** في نصف التفاعل
- 8 في نصف **تفاعل الاختزال**، فإن e- المكتسبة تكون **قبل السهم** في نصف التفاعل

مثال توضيحي:

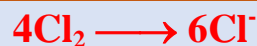
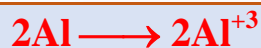
ادرس تفاعل التأكسد والاختزال الآتي، محدداً الذرة التي تأكسدت والذرة التي اختزلت، وأنصاف تفاعلات التأكسد والاختزال، واعداد الإلكترونات المفقودة أو المكتسبة.



سؤال 1: حدد شحنة وعدد ذرات العناصر في كل من الآتية:

المادة	2Ag^{+1}	6Br^{-}	2Zn^{+2}	3H_2	2Cu	3I_2
الشحنة						
عدد الذرات						

سؤال 2: أكمل أنصاف التفاعلات الآتية، بإضافة e- المفقودة أو المكتسبة محدداً التفاعل (تأكسد/ اختزال)





سؤال 3: حدد الذرة التي تأكسدت والذرة التي اختزلت، ثم اكتب أنصاف تفاعل التأكسد والاختزال :

<p>1 $\text{Cr} + 3\text{Ag}^+ \longrightarrow \text{Cr}^{+3} + 3\text{Ag}$</p> <p>تأكسد: $\frac{1}{2}$</p> <p>اختزال: $\frac{1}{2}$</p>	<p>2 $2\text{Cl}^- + \text{Br}_2 \longrightarrow \text{Cl}_2 + 2\text{Br}^-$</p> <p>تأكسد: $\frac{1}{2}$</p> <p>اختزال: $\frac{1}{2}$</p>
<p>3 $\text{Ca} + \text{Cl}_2 \longrightarrow \text{CaCl}_2$</p> <p>تأكسد: $\frac{1}{2}$</p> <p>اختزال: $\frac{1}{2}$</p>	



سؤال: حدد الذرة التي تأكسدت والذرة التي اختزلت، مع كتابة أنصاف تفاعلات التأكسد والاختزال في التفاعل الآتي:

<p>1 $2\text{KI} + \text{Br}_2 \longrightarrow 2\text{Br} + \text{I}_2$</p>	<p>2 $\text{Fe} + \text{CuSO}_4 \longrightarrow \text{Cu} + \text{FeSO}_4$</p>
--	---



ملاحظة: لكتابة المعادلة الأيونية يلزم معرفة شحنة بعض المجموعات الأيونية وبعض أيونات العناصر مثل:

$(\text{K}^+, \text{Na}^+, \text{Li}^+) / (\text{Mg}^{+2}, \text{Ca}^{+2}, \text{Al}^{+3}) (\text{NO}_3^-, \text{ClO}_4^-, \text{Cl}^-, \text{Br}^-, \text{I}^-) (\text{SO}_3^{+2}, \text{SO}_4^{+2}, \text{CO}_3^{+2}) (\text{PO}_4^{+3})$



ثالثاً: بالاعتماد على مفهوم عدد التأكسد

مفهوم التأكسد و الاختزال بالاعتماد على **(عملية فقد وكسب الإلكترونات)** واجه نقطة قصور وهي أنه لم يفسر تفاعلات التأكسد والاختزال التي لم يحدث فيها فقد أو كسب كلي للإلكترونات بين الذرات، ولذلك وضع العلماء مفهوماً جديداً يفسر جميع تفاعلات التأكسد والاختزال بالاعتماد على **(عدد التأكسد)**

مفهوم عدد التأكسد:

- ◀ هو الشحنة الفعلية لأيون الذرة في **المركبات الأيونية**.
- ◀ في **المركبات الجزيئية** هو الشحنة التي يفترض أن تكسبها الذرة المكونة للرابطة التساهمية مع ذرة أخرى لو تمت عملية انتقال e^- الرابطة كلياً إلى الذرة الأعلى كهروسلبية.
- ◀ يتم التعامل مع **عدد التأكسد** مقدارا و اشارة.

التأكسد: هو الزيادة في عدد التأكسد .

الاختزال: في النقصان في عدد التأكسد .





الجدول (1): قواعد حساب أعداد التأكسد

الرقم	قواعد أساسية لحساب أعداد التأكسد	مثال	عدد التأكسد
1	عدد تأكسد ذرة العنصر الحر يساوي صفراً، سواء وُجدَ على شكل ذرات أو جزيئات.	C N ₂ S ₈	0 0 0
2	عدد تأكسد الأيون أحادي الذرة يساوي شحنة هذا الأيون.	Cu ²⁺ Br ⁻	+2 -1
3	عدد تأكسد عناصر المجموعة الأولى IA وعناصر المجموعة الثانية IIA وعنصر الألمنيوم في جميع مركباتها يساوي: +1، +2، +3 على الترتيب.	Li في Li ₂ O Ca في CaO Al في AlF ₃	+1 +2 +3
4	عدد تأكسد الهيدروجين في معظم مركباته (+1)، ما عدا عندما يرتبط مع الفلزّات مكوّناً هيدريد الفلزّ، فيكون حينئذ (-1).	H في HF H في NaH H في BaH ₂	+1 -1 -1
5	عدد تأكسد الأكسجين في معظم مركباته (-2)، ما عدا فوق الأكاسيد، فيكون حينئذ (-1)، وعندما يرتبط مع الفلور يكون موجّباً.	O في H ₂ O O في K ₂ O ₂ O في OF ₂	-2 -1 +2
6	عدد تأكسد الفلور في جميع مركباته يساوي (-1)، وعدد تأكسد الهالوجينات Cl، Br، I في معظم مركباتها يساوي (-1)، أما إذا ارتبط أي منها مع الأكسجين أو مع هالوجين سالبته الكهربية أعلى فيكون عدد تأكسده موجّباً.	F في NaF I في KI Cl في ClF Br في HBrO ₂	-1 -1 +1 +3
7	مجموع أعداد التأكسد لجميع ذرات أو أيونات العناصر المكوّنة للمركّب المتعادل يساوي صفراً.		
8	مجموع أعداد التأكسد لجميع ذرات العناصر المكوّنة لأيون متعدّد الذرات يساوي شحنة هذا الأيون.		

سؤال 1: ما هو عدد التأكسد لذرة العنصر الملون في كل مما يلي:



Na ₂ S O ₄	C ₆ H ₁₂ O ₆	S O ₄ ⁻²	Pb (OH) ₄ ⁻²
H CrO ₄ ⁻	As O ₄ ⁻³	I O ₃ ⁻	CH ₃ COOK





سؤال 2: حدد مقدار التغير في عدد التأكسد لذرات العناصر الملونة في كل من التحويلات الآتية، محدداً نوع العملية:



1 $\text{MnO}_4^- \longrightarrow \text{Mn}^{+2}$	2 $\text{Cr}_2\text{O}_7^{2-} \longrightarrow \text{Cr}_2\text{O}_3$	3 $\text{CH}_3\text{OH} \longrightarrow \text{HCHO}$
4 $\text{H}_2\text{S} \longrightarrow \text{H}_2\text{SO}_4$	5 $\text{NO}_3^- \longrightarrow \text{NO}_2$	

مقدار التغير =

عدد التأكسد الأكبر - عدد التأكسد الأصغر

ملاحظة: عملية التأكسد والاختزال تحدث للذرات والأيونات الموجودة في جهة المواد المتفاعلة فقط.



سؤال 3: حدد الذرة التي تأكسدت والتي اختزلت في كل من الآتي:

1 $2\text{H}_2 + \text{O}_2 \longrightarrow 2\text{H}_2\text{O}$	2 $2\text{F}_2 + \text{O}_2 \longrightarrow 2\text{OF}_2$	3 $2\text{Al} + \text{Cr}_2\text{O}_3 \longrightarrow \text{Al}_2\text{O}_3 + 2\text{Cr}$
4 $\text{H}_2\text{C}_2\text{O}_4 + \text{BrO}_3^- \longrightarrow \text{CO}_2 + \text{Br}^-$	5 $\text{CuO} + \text{H}_2 \longrightarrow \text{Cu} + \text{H}_2\text{O}$	

العوامل المؤكسدة والعوامل المختزلة



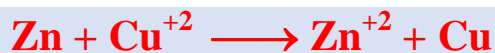
العامل المؤكسد: (هي المادة التي اختزلت وتسببت في تأكسد غيرها).

هي المادة التي تؤكسد مادة أخرى بالتفاعل الكيميائي، حيث تكتسب e^- وتكسبها المادة التي تسبب في أكسدها، ويحدث له عملية اختزال) مفهوم الكتاب

العامل المختزل: (هي المادة التي تأكسدت وتسببت في اختزال غيرها).

هي المادة التي تختزل مادة أخرى بالتفاعل الكيميائي، حيث تفقد e^- وتكسبها المادة التي اختزلت، ويحدث له عملية تأكسد) مفهوم الكتاب





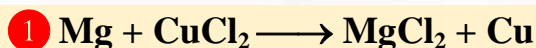
Zn: تأكسدت، وتسببت في اختزال (Cu^{+2}) ، إذن **Zn** هي عامل مختزل.
 Cu^{+2} : اختزلت، وتسببت في تأكسد (**Zn**) ، إذن **Cu^{+2}** هي عامل مؤكسد.

ملاحظات مهمة:

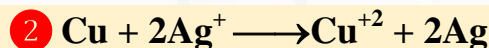
- 1 إن التأكسد أو الاختزال يحدث لذرة واحدة في المركب أو الأيون متعدد الذرات **لكنه عند تحديد العامل المؤكسد أو العامل المختزل يتم تحديد المركب كامل** كعامل مختزل أو مؤكسد.
- 2 عدد التأكسد لا يتأثر بعدد مولات المادة، وإنما يعتمد على نوعها فقط.
- 3 عند تحديد العامل المؤكسد والمختزل يجب الانتباه أنهم من المواد المتفاعلة فقط .

قواعد مهمة يجب مراعاتها عند تحديد العامل المؤكسد و العامل المختزل :

1 جميع الفلزات المنفردة في تفاعلاتها عوامل مختزلة

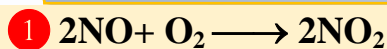


() العامل المختزل ، () العامل المؤكسد

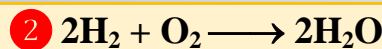


() العامل المختزل ، () العامل المؤكسد

2 الأكسجين بشكل منفرد في جميع تفاعلاته عامل مؤكسد، باستثناء تفاعله مع الفلور يكون عامل مختزل



() العامل المختزل ، () العامل المؤكسد

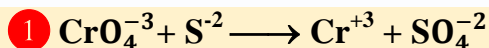


() العامل المختزل ، () العامل المؤكسد

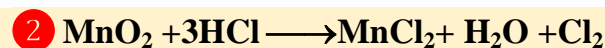


() العامل المختزل ، () العامل المؤكسد

3 زيادة في عدد التأكسد --- تأكسد ---- عامل مختزل نقصان في عدد التأكسد --- اختزال ---- عامل مؤكسد

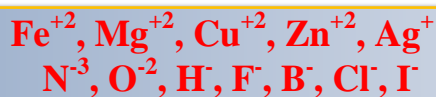


() العامل المختزل ، () العامل المؤكسد



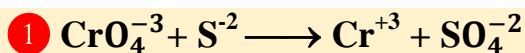
() العامل المختزل ، () العامل المؤكسد



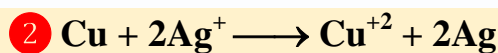


أي أون موجب عامل مؤكسد
أي أيون سالب عامل مختزل

4



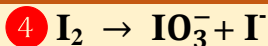
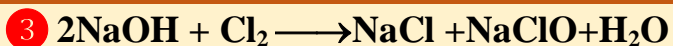
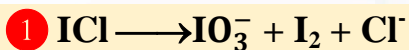
() العامل المؤكسد () ، العامل المختزل ()



() العامل المؤكسد () ، العامل المختزل ()

التأكسد والاختزال الذاتي:

مفهومه: سلوك المادة كعامل مؤكسد وعامل مختزل في التفاعل نفسه.



في معظم تفاعلات التأكسد والاختزال الذاتي يتكرر أحد ذرات عناصر المواد المتفاعلة مرتين في المواد الناتجة، باستثناء التفاعل



ملاحظة:



موازنة معادلات التأكسد والاختزال

◀ شروط تحقيق المعادلة الكيميائية الموزونة:

① تحقيق قانون حفظ الكميات: ويعني ذلك أن أنواع وأعداد ذرات العناصر المكونة

للمواد المتفاعلة مماثلة لها بالمواد الناتجة

② تحقيق قانون حفظ الشحنة: ويعني ذلك أن مجموع شحنات المواد المتفاعلة مساو لمجموعها في المواد الناتجة. ويتحقق قانون حفظ الشحنة عندما يكون عدد الإلكترونات المكتسبة يساوي عدد الإلكترونات المفقودة.

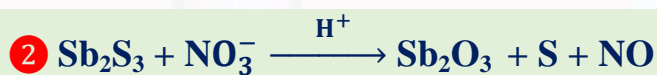
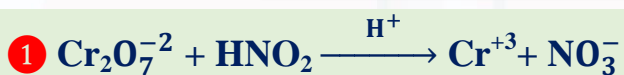


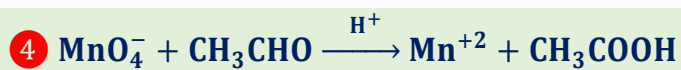
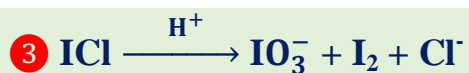


أسئلة تمهيدية على موازنة التحولات الآتية بطريقة نصف التفاعل في وسط حمضي: 



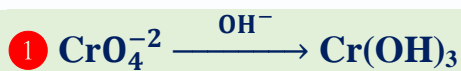
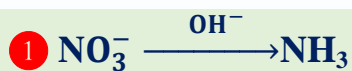
سؤال: وازن معادلات التأكسد والاختزال الآتية في وسط حمضي بطريقة نصف التفاعل: 



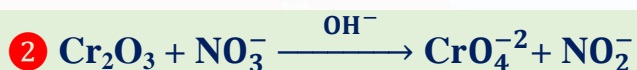
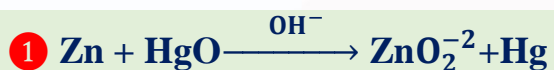




أسئلة تمهيدية على موازنة التحولات الآتية بطريقة نصف التفاعل في وسط قاعدي:



سؤال: إجراء التفاعل التأكسد والاختزال الآتية بطريقة نصف التفاعل في وسط قاعدي:





سؤال: يؤكسد الأيون ClO_4^- المركب Cr_2O_3 ويحوّله إلى CrO_4^{2-} ، فإذا علمت أن نصف تفاعل الاختزال هو:



- 1 اكتب نصف تفاعل الاختزال موازناً .
- 2 ما هو مقدار التغير في عدد تأكسد Cr؟
- 3 حدد الذرة التي تأكسدت و الذرة التي اختزلت؟
- 4 حدد العامل المؤكسد والعامل المختزل؟
- 5 حدد عدد الإلكترونات المفقودة؟
- 6 حدد عدد الإلكترونات المكتسبة؟
- 7 حدد عدد الإلكترونات المفقودة أو المكتسبة؟
- 8 حدد عدد مولات H^+ اللازمة لموازنة نصف تفاعل التأكسد؟
- 9 حدد عدد مولات H_2O اللازمة لموازنة نصف تفاعل التأكسد؟
- 10 حدد عدد مولات H^+ اللازمة لموازنة نصف تفاعل الاختزال؟
- 11 حدد عدد مولات H_2O اللازمة لموازنة نصف تفاعل الاختزال؟
- 12 حدد عدد مولات H^+ اللازمة لموازنة التفاعل الكلي في وسط حمضي؟
- 13 حدد عدد مولات H_2O اللازمة لموازنة التفاعل الكلي في وسط حمضي؟
- 14 حدد عدد مولات H^+ اللازمة لموازنة التفاعل الكلي في وسط قاعدي؟
- 15 حدد عدد مولات H_2O اللازمة لموازنة التفاعل الكلي في وسط قاعدي؟



