مفهوم التأكسد والاختزال

Oxidation Reduction Concept

تُعد تفاعلات التأكسد والاختزال من التفاعلات المهمة في حياتنا، ومن الأمثلة عليها:

- صدأ الحديد.
- احتراق الفحم.
- تحوّل لون قطعة تفاح إلى اللون البني.

فما المقصود بكلّ من التأكسد والاختزال؟

المفهوم القديم للتأكسد

أطلق قديماً مفهوم التأكسد على تفاعل العنصر مع الأكسجين لتكوين أكسيد العنصر.

مثال:

Cuتفاعل فلز النحاس مع غاز الأكسجين O_2 لإنتاج أكسيد النحاس.

$$2Cu + O_2 \rightarrow 2CuO$$

ألاحظ من خلال التفاعل أن النحاس قد اتحد مع الأكسجين، لذا أقول أن النحاس قد تأكسد.

مفهوم التأكسد والاختزال بالاعتماد على الأكسجين

التأكسد: إضافة الأكسجين إلى العنصر (أو المركب).

الاختزال: نزع الأكسجين من المركب.

مثال (1):

تعد تفاعلات التنافس من تفاعلات التأكسد والاختزال، كتفاعل أكسيد النحاس مع فلز الخارصين:

$$CuO_{(s)} + Zn_{(s)} \rightarrow ZnO_{(s)} + Cu_{(s)}$$

ألاحظ من التفاعل أن الخارصين تفاعل مع الأكسجين، لذا أقول أن الخارصين قد تأكسد، والنحاس قد نُزع منه الأكسجين، لذا نقول أنه اختُزل.

ويسمى التفاعل الذي يتضمن عمليتي التأكسد والاختزال بتفاعل التأكسد والاختزال.

عمليتا التأكسد والاختزال عمليتان متلازمتان؛ فلا يحدث التأكسد بمعزل عن الاختزال.

مثال (2):

يعد تفاعل الثيرمايت والذي يستخدم في لحام سكك الحديد من تفاعلات التنافس، وهو أيضاً تفاعل تأكسد واختزال ويتم وفق المعادلة:

$$\rightarrow Fe_2O_{3(s)} + 2Al_{(s)} \qquad 2Fe_{(l)} + Al_2O_{3(s)}$$

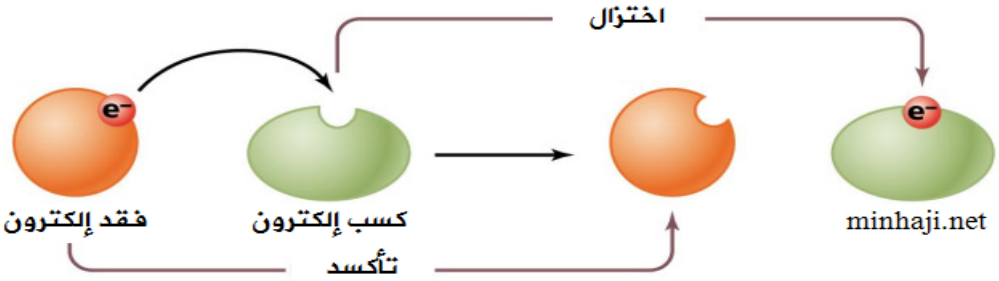
ألاحظ من خلال التفاعل أن الألمنيوم قد اتحد مع الأكسجين، لذا أقول أن الألمنيوم قد تأكسد، والحديد قد نُزع منه الأكسجين، لذا نقول أنه اختُزل.

إلا أن هذا التعريف لا ينطبق على الكثير من التفاعلات، لأن كثيراً منها لا يتضمن تفاعل العنصر مع الأكسجين، لذا تمّ اقتراح تعريف جديد للتأكسد والاختزال.

مفهوم التأكسد والاختزال بالاعتماد على انتقال الإلكترونات

التأكسد: عملية فقد المادة للإلكترونات في أثناء التفاعل.

الاختزال: عملية كسب المادة للإلكترونات في أثناء التفاعل.



يتضمن تفاعل التأكسد والاختزال جزأين، هما:

1- نصف تفاعل التأكسد، وتوضع فيه الإلكترونات مع النواتج (فقد إلكترونات).

2- نصف تفاعل الاختزال، وتوضع فيه الإلكترونات مع المتفاعلات (كسب إلكترونات).

ولا يحدث تفاعل التأكسد دون أن يرافقه تفاعل اختزال؛ لأن المادة لا تتأكسد (تفقد إلكترونات) إلا إذا تفاعلت مع مادة تميل للاختزال (كسب الإلكترونات).

مثال:

التفاعل الآتي يمثل تفاعل تأكسد واختزال:

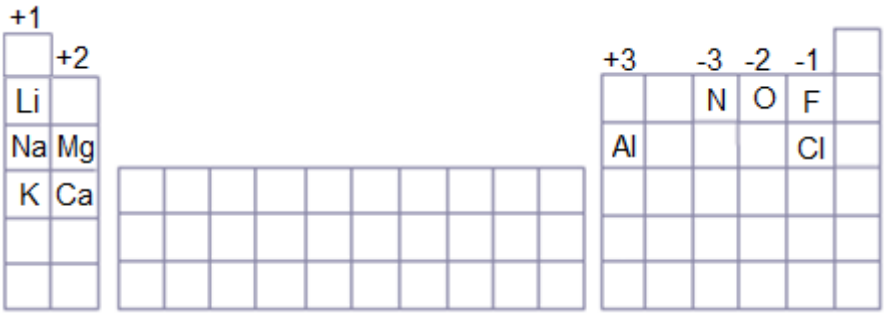
$$Zn + Cu^{2+} \rightarrow Zn^{2+} + Cu$$

يتضمن هذا التفاعل، تفاعل تأكسد، وتفاعل اختزال:

نصف تفاعل تأكسد $Zn \rightarrow Zn^{2+} + 2e^-$

نصف تفاعل اختزال $Ni^{2+} + 2e^- \rightarrow Ni$

وللتميز بين التأكسد والاختزال من المفيد أن تحفظ الشحنات التي تكونها بعض العناصر في تفاعلاتها، وهي موضحة في الجدول التالي:



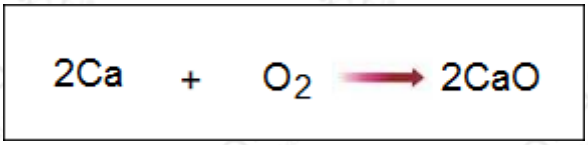
لاحظ أن شحنة العنصر في مركباته يمكن اشتقاقها من رقم مجموعة العنصر في الجدول الدوري.

- شحنة عناصر المجموعة الأولى = +1
- شحنة عناصر المجموعة الثانية = +2
- شحنة عناصر المجموعة الثالثة = +3
- شحنة عناصر المجموعة الخامسة = -3
- شحنة عناصر المجموعة السادسة = -2

- شحنة عناصر المجموعة السابعة = -1

مثال:

لاحظ كيف نحدد عمليتي التأكسد والاختزال في التفاعل التالي:

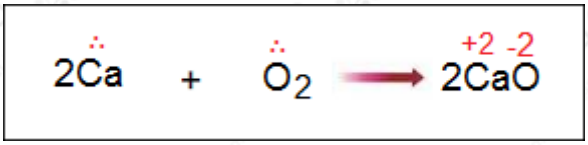


الكالسيوم الموجود في المتفاعلات شحنته (صفر) لأنه لم يتفاعل بعد.

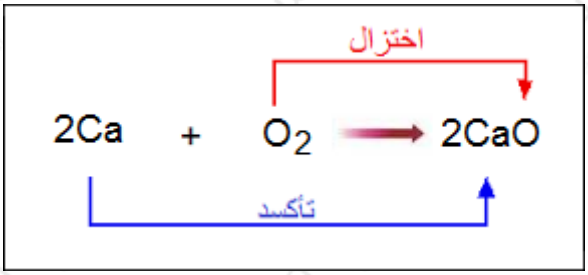
الأكسجين الموجود في المتفاعلات شحنته (صفر) لأنه لم يتفاعل بعد.

بما أن الكالسيوم من المجموعة الثانية، لذا فإن شحنته تصبح عندما يتفاعل مع الأكسجين (+2)، أي أنه يميل لفقد إلكترونين.

بما أن الأكسجين من المجموعة السادسة، لذا فإن شحنته تصبح عندما يتفاعل مع الكالسيوم (-2)، أي أنه يميل لكسب إلكترونين من الكالسيوم.



وعليه نقول أن الكالسيوم قد تأكسد (فقد إلكترونات)، والأكسجين قد اختُزل (اكتسب إلكترونات).



سؤال:

تأمل المعادلتين الآتيتين، ثم أجب عن الأسئلة التي تليهما:

$$Ca^{2+} + Ni \rightarrow Ca + Ni^{2+}$$

$$Al + Fe(NO_{3)3} \rightarrow Al(NO_3)_3 + Fe$$

1. عين الذرات التي تأكسدت والذرات التي اختزلت في كل من المعادلتين.
2. ما عدد الإلكترونات المفقودة والمكتسبة في عمليتي التأكسد والاختزال في كلٍّ من المعادلتين؟

الحل:

1. الذرات التي تأكسدت والذرات التي اختزلت في المعادلتين:

في المعادلة الأولى:

Caالذرة التي تأكسدت هي ()، واختزلت أيونات (Ni^{2+}).

في المعادلة الثانية:

Alالذرة التي تأكسدت هي ()، واختزلت أيونات (Fe^{3+}).

2. عـدد الإلكترونـات المكتسـبة أو المفقـودة فـي المعادلـة الأولـى = 2 ، وفـي المعادلة الثانية = 3