[٧] الباب السابع :

الأكسدة والاختزال

Oxidation and reduction

يستخدم إصطلاح الأكسدة والإختزال بكثرة فى مجال الكيمياء وهما متضادان فى المعنى .

[٧ ـ ١] الأكسدة Oxidation :

يُقال على المادة أنها تتأكسد oxidized عندما تتحد مع الأكسجين ويطلق على هذه العملية بالأكسدة oxidation والأكسدة تحدث أثناء أى عملية إحتراق أو اشتعال .

فإذا أخذنا شريطاً من المغنسيوم وقما بتسخينه فى الأوكسجين (أو فى الهواء) فإنه يبدأ بالإحتراق بلهب أبيض لامع ويتكون رماد أبيض يعرف بـ : أكسيد المغنسيوم ويمكن إيجاز هذا التفاعل فى المعادلة التالية :

مغنسيوم + أوكسجين ⟵ أكسيد المغنسيوم

وما حدث أن المغنسيوم قد اكتسب أكسجين ويقال أنه تأكسد وبالمثل فإن إحتراق الكربون فى تيار غزير من الأكسجين يؤدى لتكون ثانى أكسيد الكربون Carbon dioxide وما حدث أن الكربون قد اكتسب أكسجين ويقال أنه تأكسد .

والأكسدة ليس معناها إكتساب أكسجين فقط ولكنها أيضاً تعنى فقد للهيدروجين .

فمثلاً إذا ما تحول كلوريد الهيدروجين (HCL) إلى كلور (Cl_2) فإن ما حدث يطلق عليه كذلك ، الأكسدة .

□ تفاعل النحاس مع الأوكسجين (أكسدة) :

إذا قمنا بتسخين قطعةمن (رايش ــ باقى خراطة)النحاس بواسطة موقد بنز فإننا نلاحظ تكون قشرة رقيقة سوداء على الرايش .

وتفسير ذلك أنه عندما ترتفع درجة حرارة النحاس إلى ما فوق ٥٠٠°م فإن النحاس يتفاعل مع أوكسجين الهواء وينتج عن هذا التفاعل جسم صلب أسود وهو أوكسيد النحاس CuO والمعادلة الكيميائية لهذا التفاعل :

نحاس + أوكسجين ⟵ أوكسيد نحاس

$$2Cu + O_2 \longrightarrow 2CuO$$

وهكذا نجد أن أوكسيد النحاس قد تكون باتحاد الناس مع الأكسجين فيقال أن النحاس تأكسد ونسمى هذا التفاعل ، أكسدة أو تأكسدا .

[٧ ـ ٢] الاختزال Reduction :

الاختزال هى العملية العكسية للأكسدة ويقال أن المادة تُختزل عندما تفقد أوكسجين أو عندما تكتسب هيدروجين .

فمثلاً ، نجد أن جوزيف بريسلى Joseph Priestly ، قد اكتشف الأكسجين بتسخين أوكسيد الزئبق ، حيث يتجزأ أكسيد الزئبق إلى زئبق وأوكسجين .

أوكسيد الزئبق ⟵ زئبق + أكسجين

ويقال أن أوكسيد الزئبق قد أُختزل .

وعند إتحاد النيتروجين مع الهيدروجين لتكوين الأمونيا فإن النيتروجين يكتسب هيدروجين ويقال حينئذ أنه أُختزل

نيتروجين + هيدروجين ⟵ أمونيا

Nitrogen + hydrogen ⟵ ammonia

□ تفاعل الكربون مع أوكسيد النحاس (اختزال) :

نقوم بتحضير خليط من مسحوق أكسيد النحاس الأسود والكربون (مسحوق الفحم) وبعد تسخينه ، نلاحظ :

١ ــ توهج الخليط .

٢ ــ تصاعد غاز يعكر ماء الجير .

٣ ــ تكون مادة صلبة حمراء اللون .

وتفسير ذلك ، أنه بتسخين الخليط ، يتفاعل الكربون مع أوكسيد النحاس وينتج عن هذا التفاعل تكون غاز ثانى أوكسيد الكربون بدليل تعكر ماء الجير وكذلك تكون النحاس وهو مادة صلبة حمراء وتكون المعادلة الكيميائية لهذا التفاعل كالتالى :

أكسيد النحاس + الكربون ⟵ نحاس + ثانى أكسيد الكربون

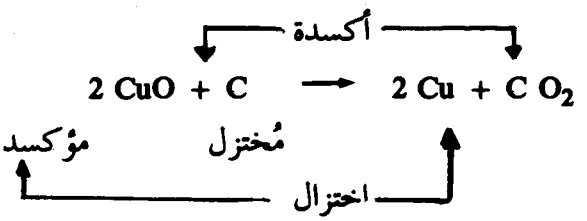
$$2\,CuO + C \longrightarrow 2\,Cu + CO_2$$

وبهذا فإن الكربون يكون قد انتزع الأوكسجين من أوكسيد النحاس ويقال أن أوكسيد النحاس قد تم اختزاله (اختُزِل) ويسمى هذا التفاعل ، اختزالاً .

وفى هذا التفاعل ، نجد أن الكربون اتحد بالأوكسجين وأعطى ثانى أوكسيد الكربون وبالتالى فإنه قد تأكسد .

وعلى هذا فإن الأكسدة والاختزال ظاهرتان متلازمتان ومتعاكستان فأكسدة عنصر ما تتم باختزال العنصر المؤكسد له .

وعلى ذلك نجد أن الاختزال تفاعل يتم فيه إنتزاع الأوكسجين من عنصر أو مركب يحتوى عنصر الأوكسجين .



□ تفاعل الألومنيوم مع أوكسيد الحديد :

تُلهب بواسطة شريط مغنسيوم ، خليطاً من مسحوق ثالث أوكسيد الحديد Fe_2O_3 ومن مسحوق الألومنيوم Al حيث نشاهد ضوء باهر مصحوب بشرارات .

فإذا ما بردت محتويات البوتقة التى يتم فيها الحريق نلاحظ :

١ ــ تكون جسم صلب رمادى اللون يجذبه المغناطيس .

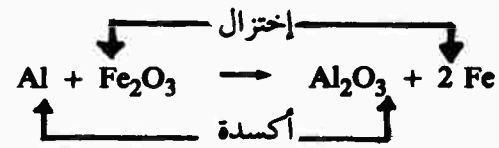
٢ ــ تكون مسحوق أبيض .

وتفسير ذلك أنه عندما يتفاعل ثالث أوكسيد الحديد مع الألومنيوم فإنه ينتج عن هذا التفاعل تكون الحديد (وهو الجسم الصلب الذى يجذبه المغناطيس) وأوكسيد الألومنيوم (المسحوق الأبيض) Al_2O_3

والمعادلة الكيميائية لهذا التفاعل كالتالى :

$$2\,Al + Fe_2O_2 \longrightarrow Al_2O_3 + 2\,Fe$$

وفى أثناء هذا التفاعل ، إنتزع الألومنيوم الأوكسجين من أوكسيد الحديد فهو المختزل بينما أوكسيد الحديد هو المؤكسد ومرة أخرى نرى أن الأكسدة والإختزال عبارة عن ظاهرتان متعاكستان تتمان فى آن واحد وتعرف بـ Redox reaction :



وكما رأينا نجد أن عمليات الأكسدة والاختزال تتم أحياناً فى نفس الوقت ويطلق على مثل هذا التفاعل Redox reaction

فمثلاً أكسيد الرصاص الأصفر ، يتفاعل مع أول أوكسيد الكربون حيث ينتج فلز الرصاص وثانى أوكسيد الكربون .

أكسيد الرصاص + أول أوكسيد الكربون

⟵ رصاص + ثانى أوكسيد الكربون

Lead oxide + Carbon monoxide ⟶ Lead + Carbon dioxide

ومن المفيد هنا استخدام الرموز لمعرفة ما يحدث .

$$\therefore PbO + CO \longrightarrow Pb + CO_2$$

وفى أثناء هذا التفاعل نجد أن أوكسيد الرصاص قد أُختزل إلى رصاص بينما أكتسب أول أوكسيد الكربون الأوكسجين من أوكسيد الرصاص أى أنه تأكسد .

وعملية إختزال أوكسيد الرصاص إلى رصاص ، لم تتم بالتسخين فقط ، فوجود أول أوكسيد الكربون كان ضرورياً لعملية الإختزال ويُطلق على أول أوكسيد الكربون بعامل الإختزال **reducing agent** .

كما وأن عملية تحويل أول أوكسيد الكربون إلى ثانى أوكسيد الكربون بانتزاع الأوكسجين الموجود فى أوكسيد الرصاص ويُطلق على أوكسيد الرصاص بعامل الأكسدة **oxidizing agent** .

وفى هذا التفاعل ، ككل حدث إختزال وأكسدة فى ذات الوقت ولذلك يطلق عليه بتفاعل أكسدة وإختزال **Redox reaction**

[٧ ـ ٣] خلاصـــة :

التأكسد : هو إضافة الأوكسجين لمادة أو إنتزاع الهيدروجين من المادة .

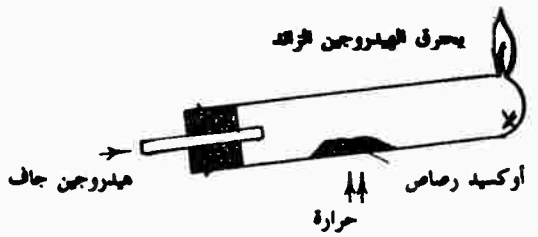
الإختزال : هو إضافة الهيدروجين لمادة أو إنتزاع الأوكسجين من المادة .

عامل التأكسد : هو مادة تقوم بتحويل الأوكسجين إلى مادة أخرى أو تنتزع الهيدروجين من هذه المادة .

عامل الإختزال : هو مادة تقوم بتحويل الهيدروجين إلى مادة أخرى أو تنتزع الأوكسجين من هذه المادة .

[٧ ـ ٤] تدريبـــات :

(١) يمكن تحويل أوكسيد الرصاص إلى رصاص باستخدام الجهاز المبين فى شكل (٧ ــ ١) .



شـكل (٧ ـ ١)
تحويل أكسيد الرصاص إلى رصاص
بتفاعله مع الهيدروجين (إختزال)

فإذا كانت معادلة التفاعل الحادث هى كالتالى :

أوكسيد الرصاص + الهيدروجين ⟵ رصاص + ماء (أوكسيد الهيدروجين)

(أ) تظهر قطرات من سائل عديم اللون عند النقطة X ، بعد بدء التجربة بفترة صغيرة ، فأى سائل يكون هذا السائل ؟

(ب) أياً من المواد الكيميائية المستخدمة ينطبق عليه الآتى :

١ ــ يتأكسد أثناء التفاعل .

٢ ــ يُختزل أثناء التفاعل .

٣ ــ عامل التأكسد فى هذا التفاعل .

٤ ــ عامل الإختزال فى هذا التفاعل .

(جـ) إذا استخدمنا ما مقداره ١,٠ جم من الرصاص فى هذه التجربة . فكم تكون كتلة الرصاص المتبقية ؟

١ ــ أقل من ١ جم .

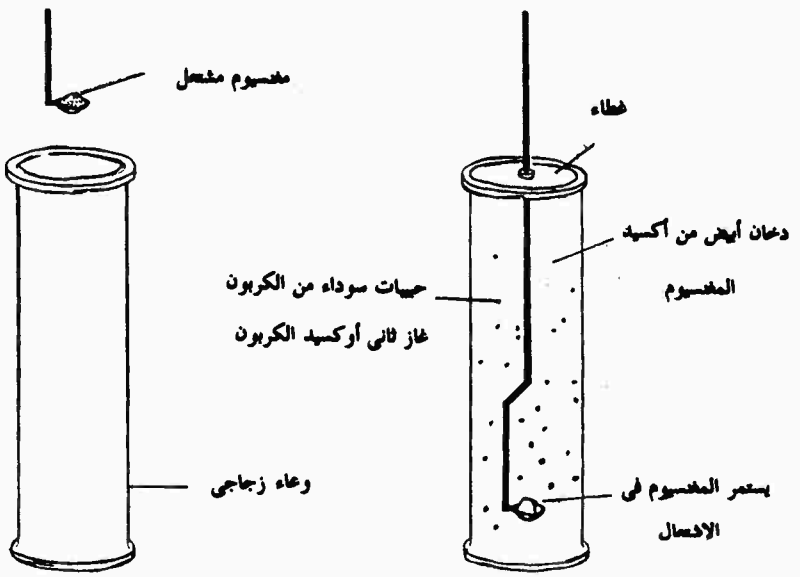
٢ ــ تساوى ١ جم تماماً .

٣ ــ أكثر من ١ جم .

(د) يقوم الهيدروجين بانتزاع الأوكسجين من أوكسيد الرصاص فماذا يمكنك

أن تستنتج عن وضع الهيدروجين فى سلسلة النشاط الكيميائى The activity series ، مقارنة بالرصاص [ارجع للباب الأول بند (١ ــ ٥)] .

[٢] يوضح شكل (٧ ــ ٢) ، تجربة تبين اشتعال شريط من المغنسيوم عند تدليته مشتعلاً فى وعاء به غاز ثانى أوكسيد الكربون .



شـــكل (٧ ـ ٢)
اشتعال المغنسيوم فى ثانى أوكسيد الكربون

(أ) اكتب معادلة التفاعل الكيميائى الحادث .

(ب) أياً من المواد الكيميائية الداخلة فى التفاعل ، ينطبق عليها الآتى :

١ ــ تتأكسد أثناء التفاعل . ٢ ــ تُختزل أثناء التفاعل .

٣ ــ عامل التأكسد فى هذا التفاعل . ٤ ــ عامل الاختزال فى هذا التفاعل .

(جـ) يقوم المغنسيوم بانتزاع الأكسجين من ثانى أوكسيد الكربون فماذا يمكنك أن تستنتج عن وضع الكربون مقارنة بالمغنسيوم فى سلسلة النشاط الكيميائى [ارجع للباب الأول بند (١ ــ ٥)]