

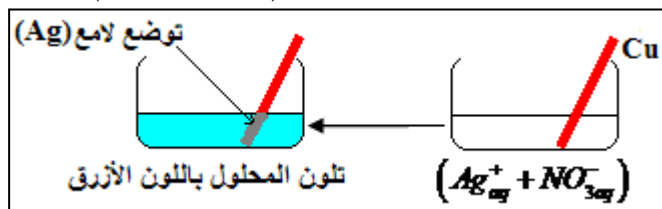
## التحولات السريعة والتحولات البطيئة

### I - تذكير: الأكسدة - اختزال

#### 1 - تحول الأكسدة - اختزال

#### أ - تجربة: الإبراز التجريبي لمفهوم الأكسدة - اختزال.

نصب في كأس حجما  $V = 10\text{ml}$  من محلول نترات الفضة  $(Ag^+_{aq} + NO^-_{3aq})$  ثم ندخل صفيحة من نحاس.



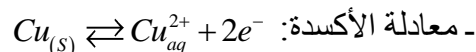
نلاحظ بعد لحظات:

\* توضع فلز لامع (Ag) على الجزء المغمور من Cu .

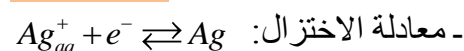
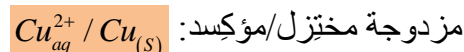
\* تلون المحلول تدريجيا باللون الأزرق دليل على وجود الأيونات  $Cu^{2+}$ .

#### ب - تعليل

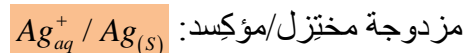
كتابة نصفي معادلتَي الأكسدة والاختزال:



لعبت ذرات النحاس دور المختزل (فقدت إلكترونات)، فتحوّلت إلى المؤكسد المرافق  $Cu^{2+}$ .

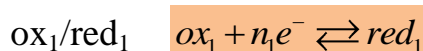


لعبت أيونات الفضة  $Ag^+$  دور المؤكسد (اكتسبت إلكترونات)، فتحوّلت إلى المختزل المرافق Ag.

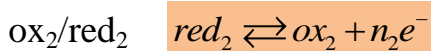


#### 2 - تعاريف

\* المؤكسد هو كل نوع كيميائي قادر على اكتساب إلكترون أو أكثر ويسمى النوع الناتج المختزل المرافق:



\* المختزل هو كل نوع كيميائي قادر على فقدان إلكترون أو أكثر ويسمى النوع الناتج المؤكسد المرافق:



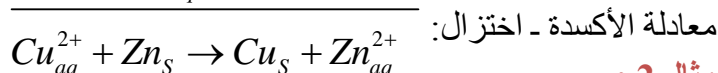
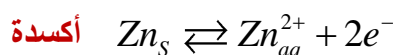
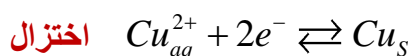
\* تفاعل الأكسدة - اختزال: تفاعل يتميز بانتقال إلكترونات بين المؤكسد والمختزل.

#### 3 - أمثلة لتفاعل الأكسدة - اختزال

##### مثال 1:

أكسدة فلز الزنك Zn بأيونات النحاس II  $(Cu^{2+})$ .

تتفاعل المزدوجتان  $Cu^{2+}_{aq} / Cu_{(s)}$  و  $Zn^{2+}_{aq} / Zn_{(s)}$  وفق نصفي المعادلتين:



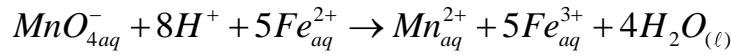
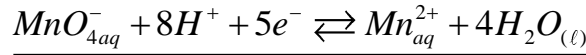
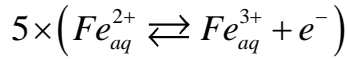
##### مثال 2:

تفاعل أيونات البرمنغنات  $MnO^-_{4aq}$  وأيونات الحديد II  $Fe^{2+}_{aq}$  في وسط حمضي، نلاحظ فقدان محلول برمنغنات البوتاسيوم

للون البنفسجي نتيجة تكون أيونات المغنيزيوم  $Mn^{2+}$  العديمة اللون. فيما يمكن إبراز وجود  $Fe^{3+}$  بإضافة محلول الصودا حيث يتكون راسب أحمر.

تتفاعل المزدوجتان:  $Fe^{3+} / Fe^{2+}$  و  $MnO_4^- / Mn^{2+}$

معادلة الأكسدة - اختزال:



## II - التحولات السريعة والبطيئة

### 1 - التحولات السريعة

#### أ - نشاط تجريبي 1

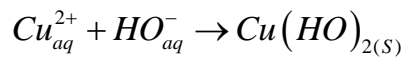
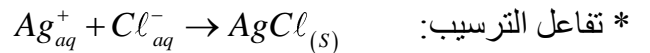
المناقلة: نصب في كأس حجما  $V_1 = 20ml$  من محلول ثيوكبريتات الصوديوم ( $2Na_{aq}^+ + S_2O_3^{2-}$ ) عديم اللون، نضيف إليها تدريجيا حجما  $V_2 = 10ml$  من محلول ثنائي اليود  $I_2$  ذو لون بني.

#### ب - استثمار:

- 1 - كيف تفسر اختفاء لون محلول ثنائي اليود؟
- 2 - هل اختفاء لون محلول ثنائي اليود  $I_2$  لحظي أم تدريجي؟
- 3 - اكتب معادلة التفاعل الذي يحدث في الكأس.

التحولات السريعة هي التحولات التي تحدث خلال مدة وجيزة، فلا يمكننا تتبع تطورها بالعين المجردة أو بأجهزة القياس المعتادة والمتوفرة في المختبر.

#### ج - تحولات أخرى سريعة



\* تفاعل بين أيونات البرمنغنات  $MnO_4^-$  و  $Fe^{2+}$ .

### 2 - التحولات البطيئة

#### أ - نشاط تجريبي 2

\* المناولة: أكسدة أيونات اليودور  $I_{aq}^-$  بواسطة الماء الأوكسيجيني  $H_2O_2$  في وسط حمضي.

نمزج في كأس حجما  $V_1 = 5ml$  من محلول يودور البوتاسيوم ( $K_{aq}^+ + I_{aq}^-$ ) تركيزه  $C_1 = 5.10^{-3} mol.l^{-1}$  ،

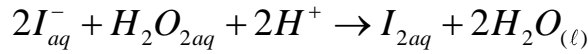
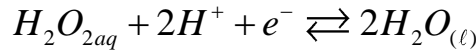
و  $V_2 = 5ml$  من الماء الأوكسيجيني  $H_2O_2$  محمض تركيزه  $C_2 = 0,25 mol.l^{-1}$ .

يظهر لون بني في الخليط تدريجياً مما يبين ظهور ثنائي اليود  $I_2$ .

يبين التطور التدريجي للون الخليط أن التحول الذي يحدث بطيء، يمكن قياس المدة الزمنية.

المزدوجتان المتواجدتان:  $I_{2aq} / I_{aq}^-$  و  $H_2O_{2aq} / H_2O_{(l)}$

المعادلة الحصيلة:  $2I_{aq}^- \rightleftharpoons I_{2aq} + 2e^-$



يكون التحول بطيئا، عندما يمكن تتبعه بالعين المجردة أو بأداة قياس خلال عدة دقائق أو عدة ساعات.

ب - أمثلة أخرى لتحولات بطيئة

\* تفاعل الأكسدة اختزال بين الزنك Zn وأيونات النحاس  $Cu^{2+}$  II ؛

\* تكون الصدا؛

\* تفاعل الأسترة.

### III - الإبراز التجريبي للعوامل الحركية.

#### 1 - تعريف

نسمي عاملا حركيا كل مقدار مؤثر على سرعة تحول كيميائي.

2 - أمثلة لبعض العوامل الحركية

#### أ - تأثير درجة الحرارة.

نعتبر التفاعل:  $2I_{aq}^- + H_2O_{2aq} + 2H^+ \rightarrow I_{2aq} + 2H_2O_{(l)}$

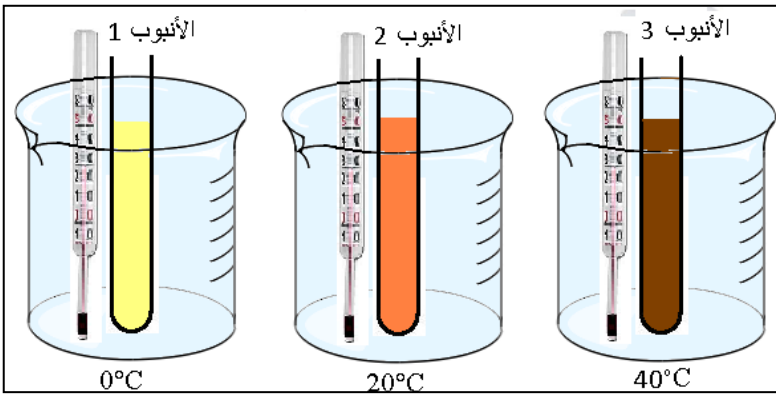
\* نحضر ثلاث أنابيب اختبار، يحتوي كل واحد منها على حجم  $V_1 = 5cm^3$  من محلول حمض ليودور البوتاسيوم

ذي التركيز المولي  $C_1 = 0,2mol.l^{-1}$ .

\* الأنابيب موضوعة في أوساط درجة حرارتها مختلفة  $(0^\circ C, 20^\circ C, 40^\circ C)$ .

\* نضيف في نفس اللحظة إلى كل أنبوب حجما  $V_2 = 5cm^3$  من الماء الأوسيجيني تركيزه  $C_2 = 5.10^{-2}mol.l^{-1}$ .

قارن مدة تكون اللون البني في الأنابيب.



نستنتج أنه كلما كانت درجة الحرارة مرتفعة كلما ازدادت سرعة التفاعل.

ب - تأثير تراكيز المتفاعلات.

في نفس التفاعل السابق بين  $(K_{aq}^+ + I_{aq}^-)$  والماء الأوكسيجيني  $H_2O_2$  عند درجة الحرارة ثابتة، نغير تراكيز المتفاعل  $I_{aq}^-$ .

نلاحظ أنه كلما كان تركيز أيونات اليودور أكبر كان التحول أسرع والعكس صحيح.

يكون تطور مجموعة كيميائية أسرع كلما كان التركيز البدئي للمتفاعلات أكبر.

خلاصة:

العوامل الحركية، مقادير تؤثر على سرعة التحول الكيميائي.

درجة حرارة الوسط التفاعلي والتركيز البدئي للمتفاعلات عاملان حركيان. فكلما كانت درجة الحرارة مرتفعة والتراكيز

البدئية للمتفاعلات كبيرة كانت سرعة التحول أكبر.