

التحولات السريعة و التحولات البطيئة

Transformations lentes et transformations rapides

الجزء الأول :
 التحولات السريعة
 والبطيئة لمجموعة
 كيميائية
 الوحدة 1
 4 س - 5 س



1- الأكسدة - اختزال (تذكير):

1-1- نشاط:

نصب في أنبوب اختبار 5mL من محلول نترات الفضة $Ag^+(aq) + NO_3^-(aq)$ وندخل فيه سلكا نظيفا من النحاس . بعد لحظات ، تظهر سليكات ذات بريق فلزي حول سلك النحاس وتلون المحلول باللون الأزرق .

أ- ماذا تلاحظ ؟ كيف تفسر هذه الملاحظات ؟

نلاحظ بعد لحظات :

◀ ظهور سليكات ذات بريق فلزي حول سلك النحاس ، إنها سليكات من الفضة. إذن ، تكون فلز

الفضة حسب نصف المعادلة : $Ag^+(aq) + e^- \rightleftharpoons Ag(s)$.

◀ تلون المحلول في الأنبوب ، تدريجيا باللون الأزرق ، مما يدل على ظهور أيونات النحاس.

إذن ، تكونت هذه الأيونات حسب نصف المعادلة : $Cu(s) \rightleftharpoons Cu^{2+}(aq) + 2e^-$.

ب- حدد النوع الكيميائي الذي يلعب دور المؤكسد والنوع الكيميائي الذي يلعب دور المختزل ، واستنتج المزدوجات مختزل / مؤكسد المتدخلة في هذا التفاعل .

لعبت أيونات الفضة $Ag^+(aq)$ دور المؤكسد ، لأنها اكتسبت إلكترونات ، فاختزلت وتحولت إلى المختزل

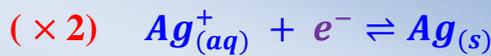
المرافق $Ag(s)$. يكون هذان النوعان المزدوجة : $Ag^+(aq) / Ag(s)$.

لعبت ذرات النحاس $Cu(s)$ المكونة لسلك النحاس دور المختزل ، لأنها فقدت إلكترونين ، فتأكسدت

وتحولت إلى المؤكسد المرافق $Cu^{2+}(aq)$. يكون هذان النوعان المزدوجة : $Cu^{2+}(aq) / Cu(s)$.

ج- استنتج معادلة التفاعل بين أيونات الفضة وفلز النحاس .

يمكن الحصول معادلة التفاعل بجمع نصفي معادتي الأكسدة - اختزال طرفا بطرف ، بحيث لا تظهر الإلكترونات في المعادلة الحصيلة .



1-2- تعاريف:

☞ **المؤكسد** هو كل نوع كيميائي قادر على اكتساب إلكترون أو أكثر ، وينتج عنه المختزل المرافق

حسب المعادلة التالية : $ox + n e^- \rightleftharpoons red$.

☞ **المختزل** هو كل نوع كيميائي قادر على فقدان إلكترون أو أكثر ، وينتج عنه المؤكسد المرافق

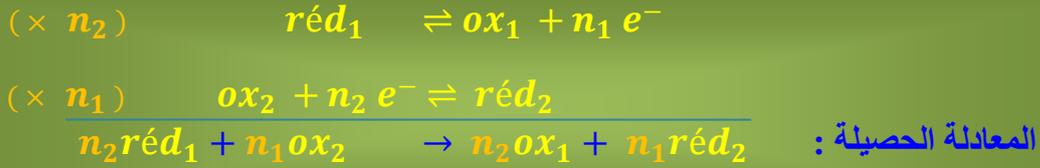
حسب المعادلة التالية : $red \rightleftharpoons ox + n e^-$.

☞ **المزدوجة مختزل / مؤكسد** هي عبارة عن زوج مكون من مؤكسد ومختزل مرافقين ، حيث

يمكنهما تبادل إلكترون أو أكثر وفق المعادلة التالية : $ox + n e^- \rightleftharpoons red$.

☞ **تفاعل الأكسدة - اختزال** هو تفاعل يتم خلاله انتقال إلكترونات من مختزل red_1 لمزدوجة

ox_1 / red_1 إلى مؤكسد ox_2 لمزدوجة أخرى ox_2 / red_2 .

**3-1- تطبيق :**

اكتب معادلة تفاعل الأكسدة – اختزال بين أيونات البرمنغنات وأيونات الحديد (II) في وسط حمضي .

يحدث التفاعل بين المزدوجات MnO_4^- / Mn^{2+} و Fe^{3+} / Fe^{2+}

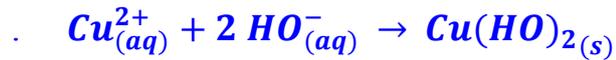
**2- التحولات السريعة والتحولات البطيئة :****1-2- التحولات السريعة :****1-1-2- نشاط :**

نصب في كأس 20 mL من محلول كبريتات النحاس II ، ثم نضيف إليه 10 mL من الصودا .

أ- ماذا تلاحظ ؟ وما اسم المركب الناتج ؟

ترسب جسم صلب لونه أزرق هو هيدروكسيد النحاس II .

ب- اكتب معادلة التفاعل الحاصل .

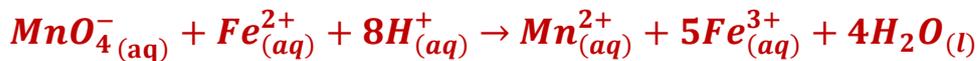
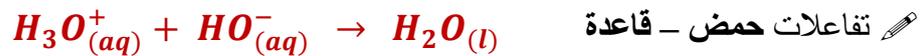


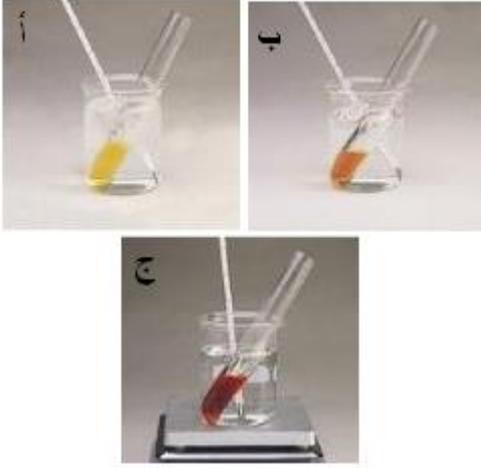
ج- هل يمكن تتبع هذا التفاعل بالعين المجردة ؟ ماذا تستنتج ؟

لا يمكن تتبع هذا التفاعل بالعين المجردة . إذن التفاعل سريع .

2-1-2- تعريف :

التحولات السريعة هي التحولات التي تحدث في وقت وجيز ، بحيث لا يمكننا تتبع تطورها بالعين المجردة أو بأجهزة القياس المعتادة والمتوفرة في المختبر .

أمثلة :



2-2- التحولات البطيئة :

1-2-2- نشاط :

نمزج في كأس 50 mL من محلول يودور البوتاسيوم تركيزه $0,20 \text{ mol/L}$ و 50 mL من الماء الأوكسيجيني تركيزه $0,01 \text{ mol/L}$ ، محمض بحمض الكبريتيك .

أ- ماذا يحدث للخليط خلال الزمن ؟

يتغير لون الخليط مع مرور الزمن .

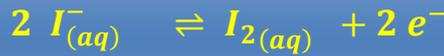
ب- كيف تفسر هذه الملاحظات ؟ ماذا تستنتج ؟

يظهر ثنائي اليود $I_{2(aq)}$ الذي يلون الخليط تدريجيا باللون الأصفر

ثم البني . ويبين التطور التدريجي للون الخليط أن التحول بطيء .

ج- اكتب معادلة تفاعل أكسدة - اختزال الحاصل .

المزدوجتان المتدخلتان في التفاعل هما : $H_2O_{2(aq)} / H_2O(l)$ و $I_{2(aq)} / I_{(aq)}^-$.



2-2-2- تعريف :

التحولات البطيئة هي التحولات التي تستغرق من عدة ثواني إلى عدة ساعات ، بحيث يمكن تتبع تطورها بالعين المجردة أو بأجهزة القياس المتوفرة بالمختبر .

أمثلة :

تفاعل أكسدة - اختزال ذاتية لأيونات ثيوكبريتات $S_2O_3^{2-}$ في وسط حمضي .

تكون الصدأ (أكسدة الحديد) أو الزنجار (أكسدة النحاس) .

تفاعل حمض الكلوريدريك مع الزنك .

3-2- بعض التقنيات الفيزيائية لإبراز التحولات البطيئة :

⊕ **المانومتر :** في حالة التحولات التي يرافقها تغير كمية مادة غازية ، نستعمل مانومتر من أجل تتبع ضغط الخليط التفاعلي خلال الزمن . وبالتالي التعرف على طبيعة التحول (سريع أو بطيء).

⊕ **مقياس المواصلة :** في حالة التحولات التي تدخل فيها الأيونات ، نستعمل مقياس المواصلة

لملاحظة تطور موصلية الخليط التفاعلي خلال الزمن . وبالتالي التعرف على طبيعة التحول (سريع أو بطيء).

⊕ **pH-متر :** في حالة حضور الأيونات $H_3O^+(aq)$ و $HO^-(aq)$ في التفاعل ، نستعمل pH-متر

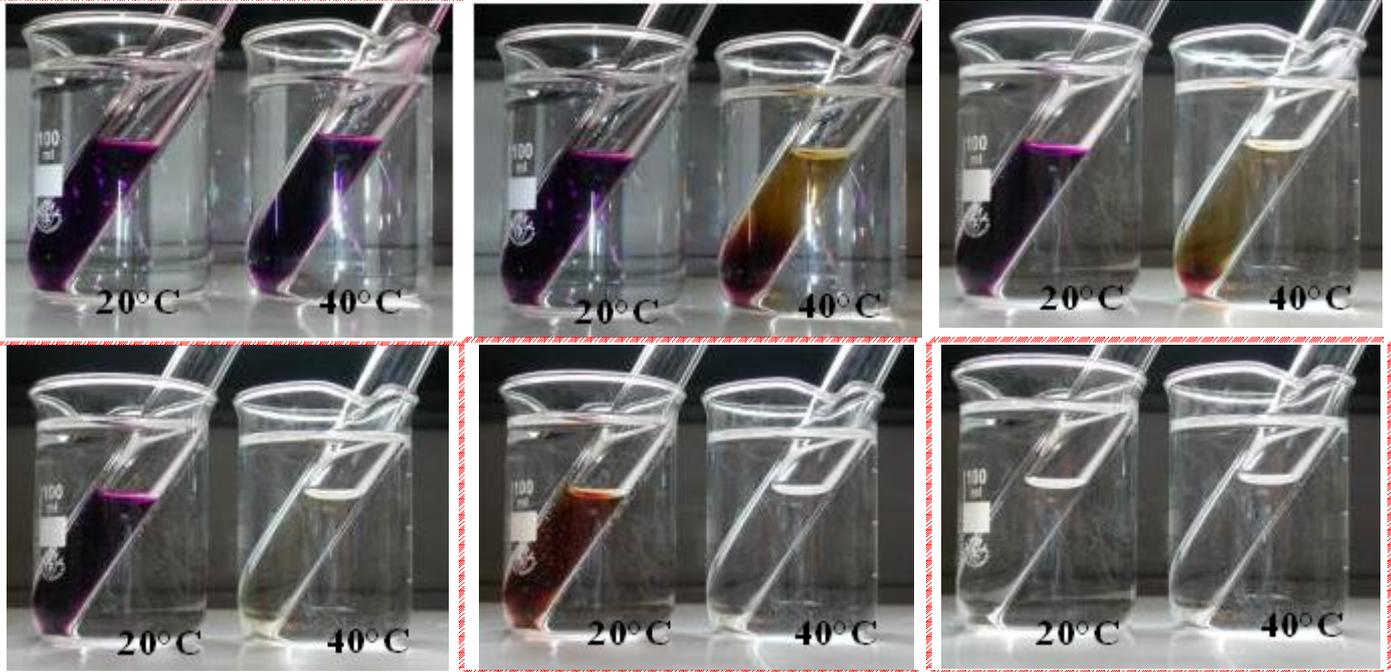
للتعرف على تطور pH المحلول أي تركيز $H_3O^+(aq)$. وبالتالي التعرف على طبيعة التحول (سريع أو بطيء).

3- الإبراز التجريبي للعوامل الحركية :

نسمي **عاملا حركيا** ، كل مقدار يمكن من تغيير سرعة تطور مجموعة كيميائية .

1-3- تأثير درجة الحرارة :**1-1-3- نشاط :**

نصب في أنبوبي اختبار (1) و (2) ، $10,0 \text{ mL}$ من محلول حمض الأوكساليك $\text{H}_2\text{C}_2\text{O}_4(\text{aq})$ تركيزه $0,50 \text{ mol/L}$. نترك الأنبوب (1) في درجة حرارة 20° ، والأنبوب (2) في درجة حرارة 40°C . نضيف في نفس اللحظة ، إلى الأنبوبين $5,0 \text{ mL}$ من محلول برمنغنات البوتاسيوم $\text{K}^+(\text{aq}) + \text{MnO}_4^-(\text{aq})$ ، فنلاحظ النتائج التالية :



أ- اكتب معادلة التفاعل الحاصل . نعطي $\text{MnO}_4^-(\text{aq}) / \text{Mn}^{2+}(\text{aq})$ و $\text{CO}_2(\text{g}) / \text{H}_2\text{C}_2\text{O}_4(\text{aq})$



ب- ماذا تلاحظ ؟

نلاحظ اختفاء سريعا للون البنفسجي في الأنبوب ذي درجة الحرارة 40°C .

ج- ماذا تستنتج ؟

نستنتج أن التفاعل يكون سريعا إذا كانت درجة الحرارة مرتفعة .

2-1-3- خلاصة :

بصفة عامة ، تكون سرعة تطور مجموعة كيميائية أكبر ، كلما كانت درجة حرارتها مرتفعة .

2-3- تأثير تراكيز المتفاعلات :**1-2-3- نشاط :**

نصب في الكأس (1) 20 mL من محلول ثيوكبريتات الصوديوم $2\text{Na}^+(\text{aq}) + \text{S}_2\text{O}_3^{2-}(\text{aq})$ تركيزه $0,1 \text{ mol.L}^{-1}$ ، ونصب في الكأس (2) 20 mL من محلول ثيوكبريتات الصوديوم $2\text{Na}^+(\text{aq}) + \text{S}_2\text{O}_3^{2-}(\text{aq})$ تركيزه $0,05 \text{ mol.L}^{-1}$.

نضيف في الكأسين ، في نفس اللحظة ، 20 mL من محلول كلورور الهيدروجين تركيزه $0,1 \text{ mol.L}^{-1}$.

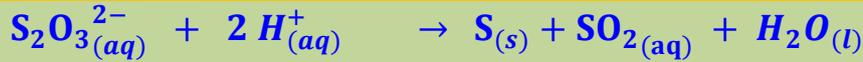
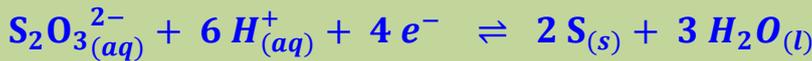
نسلط حزمة من الضوء الأبيض على محتوى الكأس فنلاحظ النتائج التالية :



أ- ماذا تلاحظ؟ وماذا تستنتج؟

نلاحظ ظهور دقائق صلبة من الكبريت عالقة في المحلول والتي تشتت الضوء ، وعندما تصبح كمية الكبريت الناتج مهمة، يفقد الخليط شفافيته . كما أن تكون دقائق الكبريت وفقد الخليط لشفافيته كانت أسرع في الكأس (1) .
إذن ، تكون سرعة التحول أكبر كلما كان التركيز البدئي للمفاعلات أكبر .

ب- اكتب معادلة التفاعل الحاصل بين المزدوجات : $S_2O_3^{2-}(aq) / S(s)$ و $SO_2(aq) / S_2O_3^{2-}(aq)$



3-2-1- خلاصة :

بصفة عامة ، يكون تطور مجموعة كيميائية أسرع ، كلما كان التركيز البدئي للمفاعلات أكبر .

4- تطبيقات العوامل الحركية :

4-1- تسريع تحول كيميائي :

في بعض الحالات ، يكون الكيميائي مضطرا لتسريع التحولات الكيميائية ، فيقوم مثلا برفع درجة الحرارة .
أمثلة : تصنيع الأمونياك – احتراق البنزين – استعمال طنجرة الضغط لطهي المواد الغذائية

4-2- تخفيض سرعة تحول كيميائي أو توقيفه :

يمكن التحكم في العوامل الحركية من أجل تخفيض سرعة بعض التحولات الكيميائية التي تكون سريعة جدا أو توقيفها.

أمثلة : التحولات المحررة للطاقة – حفظ المواد الغذائية – توقيف تحول كيميائي (لحظة إنجاز قياسات تحليل تركيب خليط معين ، الاحتفاظ بالخلايا البيولوجية...)