

## التحولات البطيئة والسريعة

### 1. تذكير : الأكسدة والاختزال

#### 1.1. تفاعل الأكسدة والاختزال

تفاعل الأكسدة والاختزال تحول يتم أثناء تبادل لإلكترونات بين المؤكسد والمختزل. المؤكسد نوع كيميائي يكتسب إلكتروناً أو أكثر أثناء التحول . المختزل نوع كيميائي يفقد إلكتروناً أو أكثر أثناء التحول.

أثناء تفاعل الأكسدة والاختزال يتأكسد المختزل و يختزل المؤكسد.

#### 1.2. المزدوجة مؤكسد مختزل

حينما يتأكسد المختزل فإنه يتحول إلى المؤكسد المرافق، المختزل و المؤكسد المرافق له يكونان مزدوجة مؤكسد مختزل.

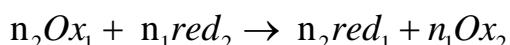
نرمز للتحول من مؤكسد إلى مختزل أو العكس بنصف المعادلة التالية :  $Ox + ne^- \rightleftharpoons red$  أو  $Ox + ne^- = red$  مثل :  $Fe^{3+} / Fe^{2+}$  تكون مزدوجة مؤكسد مختزل. نصف معادلتها

#### 1.3. معادلة تفاعل الأكسدة والاختزال

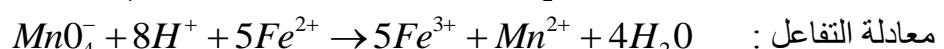
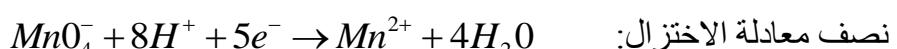
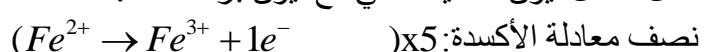
تفاعل الأكسدة والاختزال يتم بين  $Ox_1$  مؤكسد مزدوجة (1) مع  $red_2$  مختزل مزدوجة (2). لكتابة معادلة التفاعل نستعين غالباً بنصفي معادلة التفاعل حيث نرمز لها باعتبار منحى التحول :



ثم يتم تجميع النصفين مع العلم أن عدد الإلكترونات المفقودة يساوي عدد الإلكترونات المكتسبة ولا تظهر الإلكترونات في المعادلة الحصيلة للتفاعل



مثال تفاعل أيون الحديد الثاني مع أيون برمونغات :



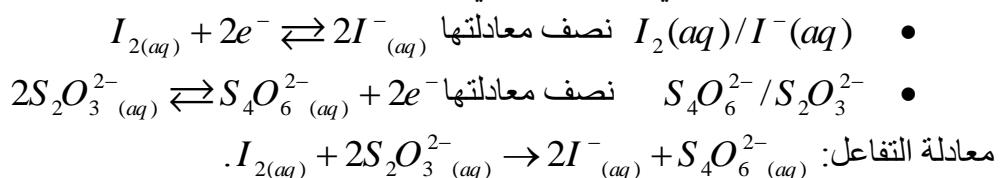
## 2. التحولات البطيئة والسريعة:

### 2.1. نشاط تجاري: الابراز التجاري لتحول سريع

- مناولة:  
نصب في كأس من فئة 50mL حوالي 20mL من محلول ثيوکبریتات الصوديوم  $2N_a^+ + S_2O_3^{2-} \rightarrow 2I^- + S_2O_4^{2-}$  ، نضيف إليها تدريجياً حوالي 10mL من محلول ثنائي اليود  $I_2(aq)$  استثمار
- 1. كيف تفسر اختفاء لون محلول ثنائي اليود؟  
2. هل اختفاء لون ثنائي اليود لحظي أم تدريجي؟  
3. أكتب معادلة التفاعل الحاصل في الكأس.

إجابة:

1. يدل الاختفاء اللحظي للون البنى لثنائي اليود على حدوث تفاعل بين ثنائي اليود  $I_2(aq)$  وأيونات محلول ثيوکبریتات الصوديوم  $S_2O_3^{2-}(aq)$ .
2. الاختفاء يكون لحظياً.
3. المزدوجتان المتداخلتان في هذا التفاعل هي:



## 2.2. الحركة الكيميائية

كل مجموعة كيميائية تتطور بسرعة خاصة بها. ودراسة سرعة تطور التحولات الكيميائية تسمى الحركة الكيميائية.  
لتقدير سرعة تحول كيميائي ندرس المدة الزمنية التي تفصل الحالة البديئة للمجموعة عن حالة المجموعة في لحظة ما. لذا  
نحسب المدة الزمنية لتكون كمية مادة معينة من ناتج أو المدة الزمنية لاختفاء كمية مادة معينة من أحد المتفاعلات.

### 2.3. التصنيف الحركي للتفاعلات الكيميائية

تصنف التفاعلات حركياً إلى ثلاثة أصناف:

- التفاعلات السريعة أو الشبه لحظية: مدة تطور المجموعة تقارب عشر الثانية مثل تفاعل ايون اليودور وأيون الرصاص.
- التفاعلات البطيئة: تتم في مدد تمتد بين بضع ثوان و بضع ساعات. يمكن تتبع تطور المجموعة بتقنيات غير متطرفة. مثل : أكسدة حمض الاوكساليك بواسطة ايون البرمنغمان.
- التفاعلات الجدببطيئة: تتميز بمدة تطور المجموعة تفوق اليوم. مثل : تكون الصدى أو الزنجر.

## 3. العوامل الحركية

تتأثر سرعة التفاعل بعدة وسائل تسمى العوامل الحركية.  
العامل الحركي كل مقدار له تأثير على سرعة تطور مجموعة كيميائية.

### أ. تأثير درجة الحرارة :

#### • مناولة

- نصب في كأسين (1) و (2) 10mL من محلول حمض الأوكسليك  $H_2C_2O_4$ . تركيزه  $0,5mol \cdot L^{-1}$ .
- نترك الكأس (1) في درجة حرارة المختبر  $20^\circ C$  تقريبا
- نغمر الكأس (2) في حمام مريم درجة حرارته  $40^\circ C$  تقريبا
- تكبر سرعة التفاعل الكيميائي بارتفاع درجة حرارة المجموعة الكيميائية.
- نضيف في نفس اللحظة إلى الكأسين 5mL من محلول برمونغات البوتاسيوم  $K^+ + MnO_4^-_{aq}$ . بعد مرور خمس دقائق يختفي اللون البنفسجي في الكأس الثاني.

#### • استئثار:

1. قارن مدة اختفاء اللون البنفسجي في كل من الكأسين
2. ماذا تستنتج؟

#### إجابة:

يدل اختفاء اللون البنفسجي في الكأسين على حدوث تفاعل تختفي أثناءه أيونات برمونغات  $MnO_4^-_{aq}$  في الكأسين لكن في مدتین مختلفتين. بحيث يختفي في مدة أقل في الكأس الثاني حيث درجة الحرارة أكبر.

نستنتج:

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

أمثلة: سرعة أكسدة الدهيد بواسطة محلول فهلينغ تكبر مع ارتفاع درجة الحرارة.

في حياتنا اليومية: لخفض تفاعلات تحلل المواد العضوية نضعها داخل الثلاجة.

لإيقاف تفاعل في حالة معينة نضع المجموعة الكيميائية في درجة حرارة جد منخفضة: تكون السرعة شبه منعدمة.

### ب . تأثير تركيز المتفاعلات

تفاعل أيونات اليودور  $I^-$  في وسط حمضي ببطء مع الماء الأوكسجيني  $H_2O_2$  :

ما هو تأثير التركيز البديهي للمتفاعلات على سرعة التفاعل.

#### • مناولة:

- نصب في ثلاثة كؤوس 50mL من الماء الأوكسجيني (عديم اللون) تركيزه  $0,01mol \cdot L^{-1}$ .
- نصب في كل من هذه الكؤوس، في نفس اللحظة 50mL من أيودور البوتاسيوم  $K^+ + I^-_{(aq)}$  تركيزه كما يبين الجدول

الكأس	$mol \cdot L^{-1}$ $H_2O_2$ بـ	$mol \cdot L^{-1}$ $I^-$ بـ
3	2	1
0,01	0,01	0,01
0,60	0,40	0,20

#### • استئثار:

1. أكتب معادلة لتفاعل

2. ما هو المتفاعل الذي تتم دراسة تأثير تركيزه في التجربة

3. ماذا نلاحظ؟ وماذا تستنتج؟

#### • إجابة:

معادلة التفاعل :  $H_2O_2_{(aq)} + 2I^-_{(aq)} + 2H^+_{(aq)} \rightarrow I_{2(aq)} + 2H_2O$

للخلائط الثلاث نفس التركيز البديهي ل  $H_2O_2$  بينما يختلف تركيز الأيونات  $I^-$  المتفاعل هو  $I^-$ .

يتلون الخليط في الكؤوس الثلاثة تدريجيا بالأصفر وبعد دقائق يصبح لونها بنيا لكن ليس بنفس السرعة حيث تكون سرعة تغير اللون مرتفعة في الكأس رقم 3 حيث التركيز مرتفع مما يعني أن هناك تحول كيميائي ينتج عنه ثانوي اليود (لونبني). نستنتج أن :

سرعة التفاعل ترتفع عند رفع تركيز أحد المتفاعلات أو جميعها.

ملحوظة: أثناء التفاعل تنخفض كمية مادة المتفاعلات و بالتالي تركيزها فتنخفض سرعة التفاعل في كل لحظة.

### ج. خلاصة

العوامل الحركية مقادير تؤثر على سرعة التحول الكيميائي:

درجة حرارة الوسط التفاعلي والتركيز البدئي للمتفاعلات عاملان حركيان حيث كلما كانت درجة الحرارة مرتفعة والتركيز البدئي للمتفاعلات كبيرة كانت سرعة التحول أكبر.

تقريرين تطبيقي: نهتم في هذا التمرين بالمزدوجتين مؤكسد - مختزل  $H_2O_{2(aq)} / H_2O(L)$ ;  $I_{2(aq)} / I^-$

التجربة الأولى

أ. حدد المؤكسد والمختزل في كل مزدوجة

ب. أكتب نصفي معادلة التفاعل

2. تعتبر درجة الحرارة  $20^\circ C$ .

تجربة أولى : نمزج في دورق ml 20 من محلول  $H_2O_2$  تركيز  $10^{-1} \text{ mol.L}^{-1}$ . مع 1 ml 20 من محلول ايودور البوتاسيوم المحمض ذات تركيز  $5,0 \cdot 10^{-1} \text{ mol.L}^{-1}$ . بعد عشر دقائق. يصبح محلول الخليط الغير ملون في البداية ذي لونبني.

أ. ما هو النوع الكيميائي المسؤول عن اللون البني.

ب. أكتب معادلة الأكسدة والاختزال المندرجة للتحول.

ت. لماذا يجب أن يكون محلول محمضا

3. نتوفر على حمام مريم ب 0 درجة مئوية وآخر ب 60 مئوية. ما هو الذي يجب استعماله لتسريع التفاعل.

التجربة الثانية:

عند  $20^\circ C$  في وسط محمض نمزج 1 ml 20 من محلول  $H_2O_2$  تركيز  $10^{-1} \text{ mol.L}^{-1}$ . مع 1 ml 20 من محلول ايودور البوتاسيوم  $K^+ + I^-$  المحمض ذات تركيز  $8,0 \cdot 10^{-1} \text{ mol.L}^{-1}$ .

أ. أنجز الحصيلة بالنسبة للتجربتين

ب. هل اللون البني هو نفسه في التجربتين في الحالة النهائية؟

ت. في أي تجربة تصل إلى الحالة النهائية في مدة أقصر؟.