التحولات السريعة و التحولات البطيئة

I . كتابة معادلة تفاعل أكسدة و اختزال

تعريف

المؤكسد نوع كيميائي قادر على اكتساب إلكترون أو أكثر.

المختزل نوع كيميائي قادر على فقدان إلكترون أو أكثر.

خاصية

تتكون مزدوجة مؤكسد ـ مختزل من مؤكسد(Ox) و مختزل(Red) مترافقين، فهما مرتبطان بنصف المعادلة الإلكترونية التالية:

الرمز ⇄ يلخص التحولين الممكنين: $Ox + ne^- \rightarrow Red$

$Red \rightarrow Ox + ne^-$

- أمثلة:

المزدوجة مختزل /مؤكسد		Red		Ox + ne⁻
Fe^{2+} / Fe	⇄	Fe	⇄	$Fe^{2+} + 2e^-$
Fe^{3+} / Fe^{2+}	⇄	Fe^{2+}	⇄	$Fe^{3+} + e^-$
MnO_4^- / Mn^{2+}	⇄	$Mn^{2+} + 4H_2O$	⇄	$MnO_4^- + 8H^+ + 5e^-$

تعريف

تفاعل الأكسدة و الاختزال هو عبارة عن انتقال إلكترونات من مختزل ينتمي لمزدوجة إلى مؤكسد ينتمي لمزدوجة أخرى:

$$\begin{array}{l} Ox_1 + n_1e^- \rightleftarrows Réd_1 \quad (\times n_2) \\ Réd_2 \rightleftarrows Ox_2 + n_2e^- \quad (\times n_1) \\ \hline n_2Ox_1 + n_1Réd_2 \rightarrow n_2Réd_1 + n_1Ox_2 \end{array}$$

- مثال:

خلال تفاعل أيونات البرمنغنات مع أيونات الحديد (II) في وسط حمضي يحدث انتقال إلكترونات من Fe^{2+} (مختزل) إلى MnO_4^- (مؤكسد):

$$\begin{array}{rl} MnO_4^- + 8H^+ + 5e^- \rightleftarrows Mn^{2+} + 4H_2O & (\times 1) \\ Fe^{2+} \rightleftarrows Fe^{3+} + e^- & (\times 5) \\ \hline \end{array}$$

المعادلة الحصيلة هي:

$$5Fe^{2+}_{(aq)} + MnO_4^-{}_{(aq)} + 8H^+_{(aq)} \rightarrow 5Fe^{3+}_{(aq)} + Mn^{2+}_{(aq)} + 4H_2O$$

II . تصنيف التفاعلات الكيميائية

تعريف

التحول السريع هو تحول كيميائي يحصل في مدة وجيزة(أقل من الثانية) بحيث لا يمكن تتبع تطوره ، ما يعني استحالة التمييز بين مراحل التطور من الحالة البدئية إلى الحالة النهائية.

•أمثلة:

- التحولات المقرونة بتفاعلات الترسيب،
- التحولات المقرونة بتفاعلات الاحتراق،
- التحولات المقرونة بتفاعلات حمض- قاعدة.

تعريف

التحول البطيء هو تحول كيميائي يمكن تتبع تطوره بالعين المجردة أو باستعمال أدوات القياس الاعتيادية.مدته تتجاوز الثانية.

•مثال:

العديد من التحولات المقرونة بتفاعلات الأكسدة و الاختزال هي تحولات بطيئة.
مثل تفاعل أيونات اليودور مع الماء الأكسجيني (بروكسيد الهيدروجين)حيث يأخذ المحلول تدريجيا لونا بنيا يدل على تكون اليود:

لحظة مزج المتفاعلات (t=0) | بعد مدة t_1 | بعد مدة t_2 $(t_2 > t_1)$

III . العوامل الحركية

تعريف

العامل الحركي عامل أو مقدار له تأثير على سرعة تحول كيميائي وبالتالي على المدة التي يحصل فيها هذا التحول.

درجة حرارة الوسط التفاعلي و التركيز المولي للمتفاعلات هما عاملان حركيان.

☜ يوجد عامل حركي آخر و هو الحفاز(درس لاحق).

خاصية

ترتفع سرعة تحول كيميائي عند الرفع من:

- التركيز المولي للمتفاعلات،
- درجة حرارة الوسط التفاعلي.

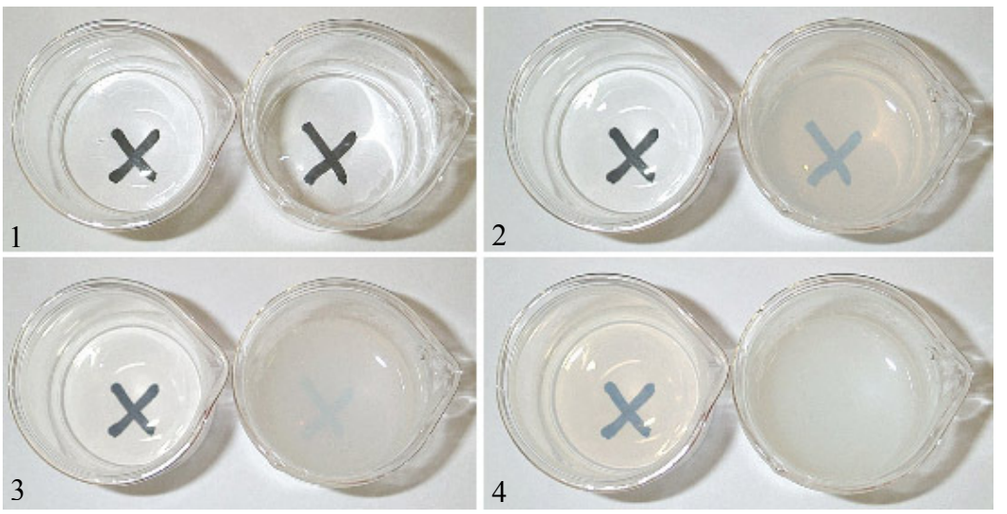
لتوظيف العوامل الحركية تطبيقات عدة مثل:

- في الميدان الصناعي يتم التخليق الصناعي عند درجة حرارة عالية،
- في المختبر،لإيقاف تفاعل كيميائي يبرد الخليط المتفاعل،
- في الحياة اليومية تمكن الثلاجة أو المجمد من إبطاء التفاعلات البيوكيميائية التي تتلف الأغذية.

• مثال 1: تأثير درجة الحرارة على سرعة تفاعل أيونات البرمنغنات في وسط حمضي مع حمض الأكساليك(سرعة اختفاء اللون البنفسجي للمحلول).

في الكأس الذي على اليمين الخليط مغمور في حوض مائي درجة حرارته 40°C و في الكأس الذي على اليسار الخليط مغمور في حوض مائي درجة حرارته 20°C.

• مثال 2: تأثير التركيز المولي للمتفاعلات على سرعة التفاعل بين أيونات الأكسنيوم و أيونات تيوكبريتات الذي ينتج عالق الكبريت ما يجعل المحلول معتما.



على اليمين التركيز البدئي لأيونات التيوكبريتات يساوي ضعفي تركيزها على اليسار.

تمرين 1

لأيون التيوكبريتات $S_2O_3^{2-}$ خاصيات مؤكسد و مختزل في آن واحد، فهو يتفاعل في وسط حمضي حسب تفاعل أكسدة و اختزال ذاتي. المزدوجتان المتفاعلتان هما $S_2O_{3\,(aq)}^{2-}/S_{(s)}$ و $SO_{2(aq)}/S_2O_{3\,(aq)}^{2-}$

1- أكتب معادلة التفاعل.

2- ننجز هذا التفاعل في ثلاثة كؤوس مختلفة مع تغيير شروط التجربة من كأس لآخر. هذه الشروط مدونة في الجدول التالي:

الشروط التجريبية	الكأس 1	الكأس 2	الكأس 3
درجة حرارة الخلائط (°C)	20	20	20
حجم محلول تيوكبريتات الصوديوم(ml)	20	20	20
حجم محلول حمض الكلوريدريك(ml)	10	20	40
حجم الماء (ml)	30	20	0
مدة التحول (s)	85	72	61

ما العامل الحركي الذي تبرزه هذه التجربة؟ علل جوابك.

تمرين 2

يتفاعل الماء الأكسجيني(بروكسيد الهيدروجين) في وسط حمضي مع أيونات اليودور حسب تفاعل بطيء و تام معادلته: $H_2O_{2(aq)} + 2I^-_{(aq)} + 2H^+_{(aq)} \rightarrow I_{2(aq)} + 2H_2O_{(l)}$

1- تعرف على المزدوجتين مؤكسد-مختزل المتفاعلتين و اكتب نصف معادلة كل منهما.

2- في اللحظة $t = 0$ يمزج 20,0 ml من محلول يودور البوتاسيوم تركيزه $0,10\ mol.l^{-1}$ محمض بواسطة فائض من حمض الكبريتيك و 2,0 ml من الماء الأكسجيني تركيزه $0,10\ mol.l^{-1}$ و 8,0 ml من الماء.

أ- أحسب كميات المادة البدئية.

ب- أنجز الجدول الوصفي لتطور المجموعة (جدول التقدم للتحول).

ت- أثبت العلاقة بين التركيز المولي لليود الناتج و التقدم x للتفاعل.

ث- حدد التقدم الأقصى للتفاعل و استنتج التركيز النهائي لليود.