هذا الملف تم تحميله من موقع : Talamid.ma

التحولات السريعة و التحولات البطيئة لمجموعة كيميائية

1 ـ تفاعلات أكسدة ـ اختزال :

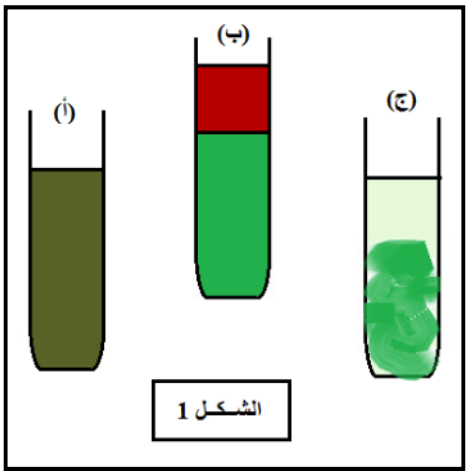
1 ـ 1 مثال لتفاعل أكسدة ـ اختزال

***نشاط تجريبي :**

. ندخل $1m\ell$ من محلول كلورور الحديد (III) ($Fe^{+3}_{(aq)} + 3C\ell^{-}_{(aq)}$) ، في أنبوب الاختبار T_1 ، ثم نضيف $3m\ell$ من محلول عديم اللون ليدور البوتاسيوم ($K^{+}_{(aq)} + I^{-}_{(aq)}$) ، نغلق الأنبوب ثم نحرك . لاحظ الشكل 1 (أ) .

. نضيف مرة ثانية $2m\ell$ من السيكلوهكسان ، نغلق ، نحرك ثم نتركه حتى تتم عملية التصفيق الشكل 1 (ب) .

. نأخذ جزء من الطور الموجود في الأسفل ، نضعه في أنبوب اختبار T_2 و نضيف قطرة بقطرة محلول هيدروكسيد الصوديوم ($Na^{+}_{(aq)} + HO^{-}_{(aq)}$) ، الشكل 1 (ج) .



***استثمار :**

اللون البني للطور العضوي (الطور العلوي للأنبوب T_1) يميز وجود ثنائي اليود I_2 .

جزيئات ثنائي اليود إذن قد تكونت حسب نصف المعادلة التالية :

$$2I^{-}_{(aq)} \rightleftarrows I_{2(aq)} + 2e^{-}$$

لون الراسب المتكون في الأنبوب T_2 يدل على وجود أيونات Fe^{2+} ،إذن الطور السفلي للأنبوب T_1 يحتوي على هذه الأيونات . وبذلك فإن أيونات Fe^{3+} اكتسبت إلكترونات لكي تعطي أيونات Fe^{2+} حسب نصف المعادلة التالية :

$$Fe^{3+}_{(aq)} + e^{-} \rightleftarrows Fe^{2+}_{(aq)}$$

أيون الحديد Fe^{3+} ، **الذي يكتسب إلكترونا** ، يسمى **مؤكسد** :حيث اختزل إلى مختزله المرافق Fe^{2+} . هذين النوعين يكونان مزدوجة مختزل/مؤكسد :

$$Fe^{3+}_{(aq)} / Fe^{2+}_{(aq)}$$

أيون اليودور I^{-} ،الذي يفقد إلكترونا ، يسمى مختزل : حيث تأكسد من طرف مؤكسده المرافق I_2 . هذين النوعين يكونان مزدوجة مختزل/مؤكسد :

$$I_{2(aq)} / I^{-}_{(aq)}$$

نحصل على معادلة التفاعل بإضافة أنصاف معادلات أكسدة ـ اختزال ، بحيث الايونات $Fe^{3+}_{(aq)}$ و $I^{-}_{(aq)}$ هي المتفاعلات و أن الإلكترونات المتبادلة لاتظهر في الحصيلة ، لأن لا وجود لها في المحلول المائي :

$$2I^{-}_{(aq)} \rightleftarrows I_{2(aq)} + 2e^{-}$$

$$2 \times \left[Fe^{3+}_{(aq)} + e^{-} \rightleftarrows Fe^{2+}_{(aq)} \right]$$

$$2Fe^{3+}_{(aq)} + 2I^{-}_{(aq)} \rightarrow 2Fe^{2+}_{(aq)} + I_{2(aq)}$$

1 ـ 2 تعاريف :

*المؤكسد نوع كيميائي قادر على اكتساب إلكترون أو أكثر ؛ المختزل نوع كيميائي قادر على فقدان إلكترون أو أكثر .

*تتكون المزدوجة مختزل/مؤكسد (Ox / Red) من مؤكسد و مختزله المرافق ، أي مرتبطين بكتابة شكلية تسمى نصف معادلة أكسدة ـ اختزال :

$$Ox + ne^{-} \rightleftarrows Red$$

*تفاعل أكسدة ـ اختزال انتقال للإلكترونات من المختزل Red_1 لمزدوجة Ox_1 / Red_1 إلى مؤكسد Ox_2 لمزدوجة أخرى Ox_2 / Red_2 :

$$a\ Red_1 + b\ Ox_2 \rightarrow c\ Ox_1 + d\ Red_2$$

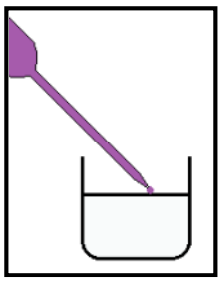
1 ـ 3 إثبات نصف معادلة أكسدة ـ اختزال :

***تجربة**

نفرغ في كأس $10m\ell$ من محلول ثنائي أوكسيد الكبريت $SO_{2(aq)}$ ثم نضيف إليه $1m\ell$ من محلول برمنغنات البوتاسيوم المحمض $K^{+}_{(aq)} + MnO^{-}_{4(aq)}$. فنلاحظ اختفاء اللون البنفسجي المميز لايونات MnO^{-}_{4} بسرعة .

للمزيد من الملفات قم بزيارة الموقع : Talamid.ma

هذا الملف تم تحميله من موقع : Talamid.ma



***استثمار**

المزدوجتان المتذخلتان في هذا التفاعل هما : $SO_{4(aq)}^{2-} / SO_{2(aq)}$ و $MnO_{4(aq)}^{-} / Mn_{(aq)}^{2+}$

لإثبات نصف معادلة أكسدة ـ اختزال ، يجب احترام انحفاظ العناصر الكيميائية و الشحنات ، حيث نتبع الطريقة التالية بالنسبة للمزدوجة $MnO_{4(aq)}^{-} / Mn_{(aq)}^{2+}$:

(أ) أكتب نصف معادلة أكسدة ـ اختزال على الشكل : $MnO_{4(aq)}^{-} + ne^{-} \rightleftarrows Mn_{(aq)}^{2+}$

(ب) حقق أو تأكد من انحفاظ عنصر المنغنيز (Mn) : $MnO_{4(aq)}^{-} + ne^{-} \rightleftarrows Mn_{(aq)}^{2+}$

(ج) حقق انحفاظ عنصر الأوكسجين بإضافة جزيئات الماء التي تمثل المذيب : $MnO_{4(aq)}^{-} + ne^{-} \rightleftarrows Mn_{(aq)}^{2+} + 4H_2O_{(\ell)}$

(د) حقق انحفاظ عنصر الهيدروجين بإضافة أيونات الهيدروجين المميهة $H_{(aq)}^{+}$ (الوسط محمض) :

$$MnO_{4(aq)}^{-} + 8H_{(aq)}^{+} + ne^{-} \rightleftarrows Mn_{(aq)}^{2+} + 4H_2O_{(\ell)}$$

(ه) حقق انحفاظ الشحنات بإضافة الإلكترونات : $MnO_{4(aq)}^{-} + 8H_{(aq)}^{+} + 5e^{-} \rightleftarrows Mn_{(aq)}^{2+} + 4H_2O_{(\ell)}$

***تمرين تطبيقي :**

أثبت نصف معادلات الأكسدة و الاختزال للمزدوجات التالية :

(1) $SO_{4(aq)}^{2-} / SO_{2(aq)}$ (2) $CO_{2(aq)} / H_2C_2O_{4(aq)}$

(1) نصف معادلة المزدوجة $SO_{4(aq)}^{2-} / SO_{2(aq)}$:

أ ـ $SO_{4(aq)}^{2-} + ne^{-} \rightleftarrows SO_{2(aq)}$

ب ـ عنصر الكبريت منحفظ

ج ـ انحفاظ عنصر الأوكسجين : $SO_{4(aq)}^{2-} + ne^{-} \rightleftarrows SO_{2(aq)} + 2H_2O_{(\ell)}$

د ـ انحفاظ عنصر الهيدروجين : $SO_{4(aq)}^{2-} + 4H_{(aq)}^{+} + ne^{-} \rightleftarrows SO_{2(aq)} + 2H_2O_{(\ell)}$

ه ـ انحفاظ الشحنات : $SO_{4(aq)}^{2-} + 4H_{(aq)}^{+} + 2e^{-} \rightleftarrows SO_{2(aq)} + 2H_2O_{(\ell)}$

(2)نصف معادلة المزدوجة $CO_{2(aq)} / H_2C_2O_{4(aq)}$:

أ ـ $CO_{2(aq)} + ne^{-} \rightleftarrows H_2C_2O_{4(aq)}$

ب ـ انحفاظ عنصر الكربون : $2CO_{2(aq)} + ne^{-} \rightleftarrows H_2C_2O_{4(aq)}$

ج ـ عنصر الأوكسجين منحفظ

د ـ انحفاظ عنصر الهيدروجين : $CO_{2(aq)} + 2H_{(aq)}^{+} + ne^{-} \rightleftarrows H_2C_2O_{4(aq)}$

ه ـ انحفاظ الشحنة : $CO_{2(aq)} + 2H_{(aq)}^{+} + 2e^{-} \rightleftarrows H_2C_2O_{4(aq)}$

للمزيد من الملفات قم بزيارة الموقع : Talamid.ma

هذا الملف تم تحميله من موقع : Talamid.ma

2 ـ التحولات السريعة و التحولات البطيئة :

2 ـ 1 التحولات السريعة :

في تجربة الفقرة 3 ـ 1 اختفاء اللون البنفسجي المميز لأيونات $MnO_{4(aq)}^{-}$ يدل على أن هناك تفاعل بين هذه الأيونات و جزيئات $SO_{2(aq)}$. أنصاف المعادلات المقرونة بالمزدوجات المتذخلة هي :

$$MnO_{4(aq)}^{-} + 8H_{(aq)}^{+} + 5e^{-} \rightleftharpoons Mn_{(aq)}^{2+} + 4H_2O_{(\ell)}$$

$$SO_{2(aq)} + 2H_2O_{(\ell)} \rightleftharpoons SO_{4(aq)}^{2-} + 4H_{(aq)}^{+} + 2e^{-}$$

ومنه ،فإن معادلة التفاعل هي : $2MnO_{4(aq)}^{-} + 5SO_{2(aq)} + 2H_2O_{(\ell)} \rightarrow 2Mn_{(aq)}^{2+} + 5SO_{4(aq)}^{2-} + 4H_{(aq)}^{+}$

كل الأنواع الكيميائية لهذا التفاعل أنواع عديمة اللون . الوسط التفاعلي مباشرة بعد إضافة $MnO_{4(aq)}^{-}$ عديم اللون ، مما يدل الاختفاء الآني لهذه الأيونات . نقول بأن التحول سريع .

نقول بأن تحولا ما تحولا سريعا عندما يكون تطور المجموعة سريعا ، حيث يظهر أن التحول قد انتهى مباشرة بعد التقاء المتفاعلات .

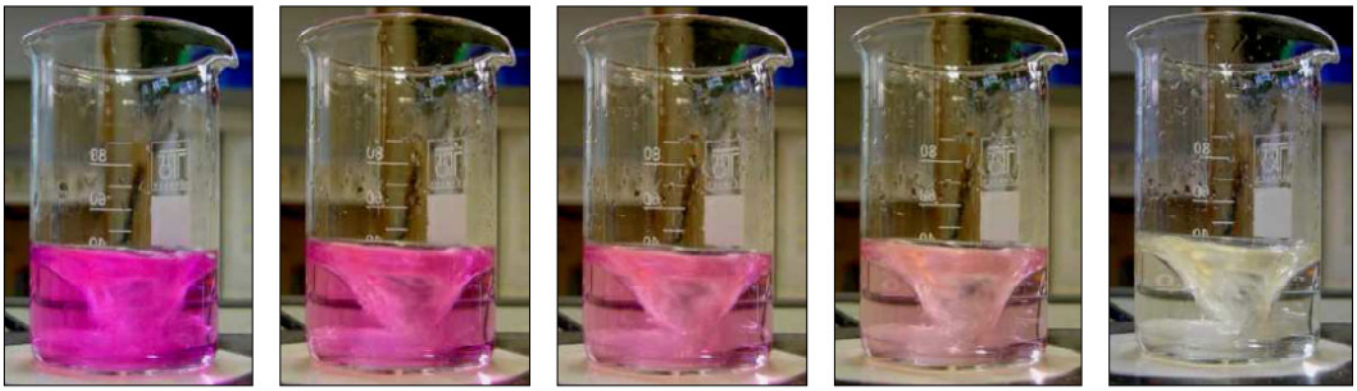
***ملحوظة :** هناك عدة تفاعلات سريعة ، مثل ، تفاعلات الترسب و تفاعلات حمض ـ قاعدة .

2 ـ 2 التحولات البطيئة :

***تجربة :**

في كأس نضع $10m\ell$ من محلول حمض الأوكساليك $H_2C_2O_{4(aq)}$ ، ثم نضيف إليه $1m\ell$ من محلول محمض لبرمنغنات البوتاسيوم $K_{(aq)}^{+} + MnO_{4(aq)}^{-}$ تركيزه $2.10^{-2}\,mo\ell.\ell^{-1}$.

نلاحظ أن اللون البنفسجي لأيونات $MnO_{4(aq)}^{-}$ يختفي تدريجيا مع مرور الزمن .



الاختفاء التدريجي للون البنفسجي يدل على حدوث تفاعل بين أيونات $MnO_{4(aq)}^{-}$ و حمض الأوكساليك $H_2C_2O_{4(aq)}$.

أنصاف المعادلات المقرونة بالمزدوجات المتذخلة في التفاعل $MnO_{4(aq)}^{-} / Mn_{(aq)}^{2+}$ و $CO_{2(aq)} / H_2C_2O_{4(aq)}$ هي :

$$MnO_{4(aq)}^{-} + 8H_{(aq)}^{+} + 5e^{-} \rightleftharpoons Mn_{(aq)}^{2+} + 4H_2O_{(\ell)}$$

$$H_2C_2O_{4(aq)} \rightleftharpoons 2CO_{2(aq)} + 2H_{(aq)}^{+} + 2e^{-}$$

و منه فالمعادلة الحصيلة هي : $2MnO_{4(aq)}^{-} + 6H_{(aq)}^{+} + 5H_2C_2O_{4(aq)} \rightarrow 2Mn_{(aq)}^{2+} + 8H_2O_{(\ell)} + 10CO_{2(aq)}$

كل الأنواع الكيميائية لهذا التفاعل أنواع عديمة اللون باستثناء أيونات $MnO_{4(aq)}^{-}$.

الاختفاء التدريجي للون البنفسجي يدل على أن التحول الكيميائي بطيء .

التحول البطيء تحول تطوره مع الزمن يستغرق بعض الثواني ، عدة دقائق أو ساعات . حيث يمكن تتبع هذا التطور بالعين المجردة أو بأحد اجهزة القياس .

3 ـ تحديد تركيز نوع كيميائي في محلول :

لتحديد تركيز نوع كيميائي في محلول ، نقوم بمعايرته . حيث نضيف للمحلول المعاير نوع كيميائي آخر يسمى محلول معاير ، مذخل بكمية مادة معروفة . التفاعل الحاصل ، ذي معادلة معروفة ، يسمى تفاعل المعايرة .

نقطة تكافؤ المعايرة توافق خليط تناسبي للمتفاعلات (المعاير و المعايَر) .

للمزيد من الملفات قم بزيارة الموقع : Talamid.ma

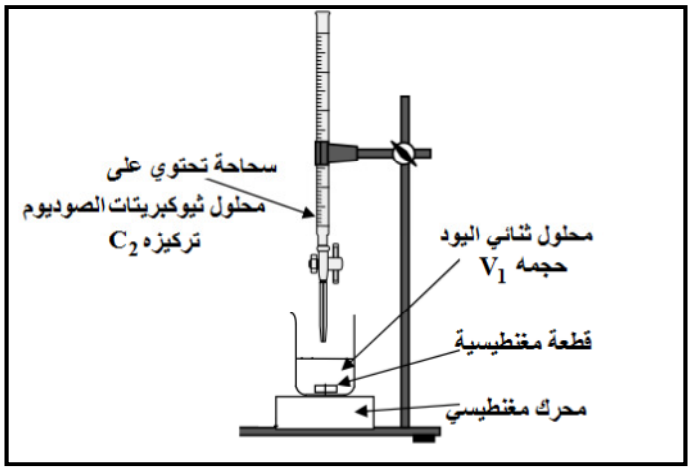
هذا الملف تم تحميله من موقع : Talamid.ma

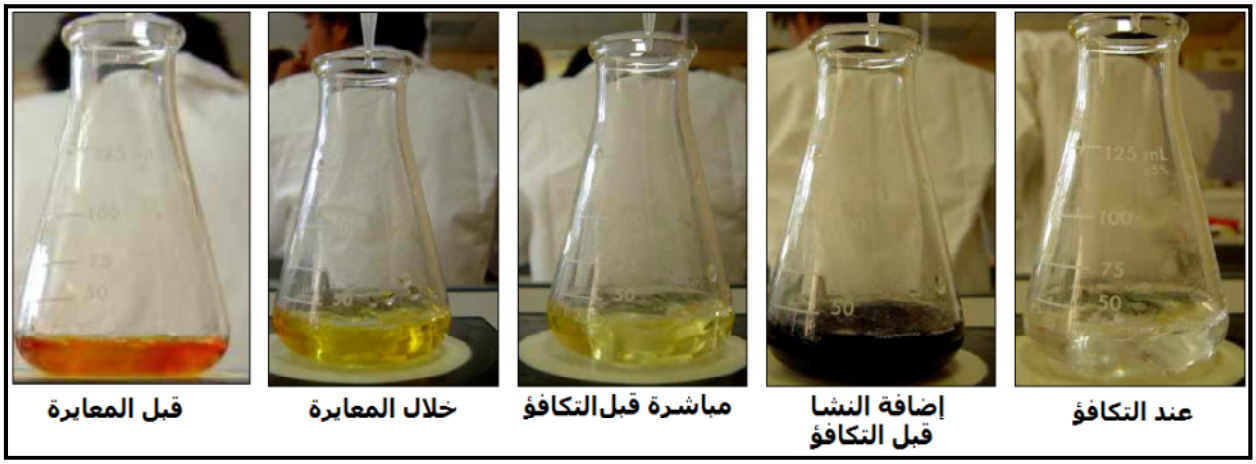
***مثال : معايرة محلول ثنائي اليود $I_{2(aq)}$ بمحلول ثيوكبريتات الصوديوم $(Na^+_{(aq)} + S_2O^{2-}_{3(aq)})$:**

المزدوجتين المتذخلتين في التفاعل هما : $S_4O^{2-}_{6(aq)} / S_2O^{2-}_{3(aq)}$ و $I_{2(aq)} / I^-_{(aq)}$

أيونات الثيوكبريتات $S_2O^{2-}_{3(aq)}$ تتفاعل مع جزيئات ثنائي اليود $I_{2(aq)}$ حسب تفاعل سريع ، حيث نحصل على أيونات اليودور $I^-_{(aq)}$ و أيونات رباعي الثيونات $S_4O^{2-}_{6(aq)}$:

$$I_{2(aq)} + 2e^- \rightleftharpoons 2I^-_{(aq)}$$
$$2S_2O^{2-}_{3(aq)} \rightleftharpoons S_4O^{2-}_{6(aq)} + 2e^-$$
$$I_{2(aq)} + 2S_2O^{2-}_{3(aq)} \rightarrow 2I^-_{(aq)} + S_4O^{2-}_{6(aq)}$$





لنعتبر $n_i(I_2)$ كمية مادة ثنائي اليود المتواجدة بدئيا في الحجم V_1 .

يمكن استعمال جدول التقدم لتحديد العلاقة التي تربط بين كميات المادة عند التكافؤ ، حيث أضيف الحجم V_{2E} من ثيوكبريتات الصوديوم .

المعادلة الكيميائية	$I_{2(aq)}$	+	$2S_2O^{2-}_{3(aq)}$	→	$2I^-_{(aq)}$	+	$S_4O^{2-}_{6(aq)}$
كميات المادة المذخلة عند التكافؤ	$n_i(I_2) = C_1.V_1$		$n_E(S_2O_3^{2-}) = C_2.V_{2E}$		0		0
الحالة النهائية	$C_1.V_1 - x_E = 0$		$C_2.V_{2E} - 2x_E = 0$		$2x_E$		x_E

عند التكافؤ : $$n_i(I_2) = C_1.V_1 = \frac{C_2.V_{2E}}{2}$$

بمعرفة الحجم V_{2E} و C_2 نحسب كمية مادة ثنائي اليود البدئية ثم تركيزه .

4 ـ العوامل الحركية :

التطور الزمني للمجموعات الكيميائية يتعلق أولا بطبيعة المتفاعلات المتدخلة . ثانيا بعوامل أخرى يمكن أن تؤثر على سرعة تحول مجموعة كيميائية معينة .

للمزيد من الملفات قم بزيارة الموقع : Talamid.ma

هذا الملف تم تحميله من موقع : Talamid.ma

العوامل المؤثرة على سرعة تطور مجموعة كيميائية تسمى **العوامل الحركية .**

1 ـ 4 تأثير تركيز المتفاعلات :

رأينا فيما سبق أن أيونات برمنغنات البوتاسيوم $MnO_{4(aq)}^-$ في وسط حمضي تتفاعل مع حمض الأوكساليك $H_2C_2O_{4(aq)}$ حسب المعادلة الكيميائية التالية :

$$2MnO_{4(aq)}^- + 6H_{(aq)}^+ + 5H_2C_2O_{4(aq)} \rightarrow 2Mn_{(aq)}^{2+} + 8H_2O_{(\ell)} + 10CO_{2(aq)}$$

أ ـ مناولة :

نتوفر على محلول محمض لبرمنغنات البوتاسيوم تركيزه $C_1 = 2.10^{-3}\,mol/L$ و محلول لحمض الأوكساليك تركيزه $C_3 = 0,5mol/L$ لتحضير ثلاثة خلائط لها نفس الحجم V .

لنعتبر V_1, V_2 و V_3 بالتتابع حجم محلول برمنغنات البوتاسيوم ، حجم الماء و حجم محلول حمض الأوكساليك بحيث :

$$V = V_1 + V_2 + V_3 = 20mL$$

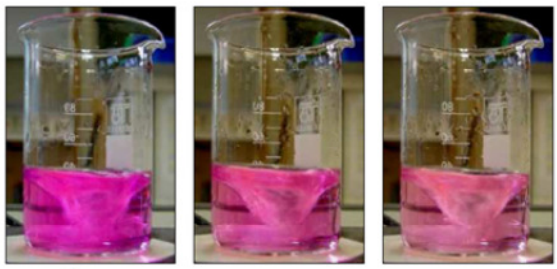
*في مرحلة أولى نمزج في ثلاثة كؤوس الحجمين V_1 و V_2 .

*نضيف في كل كأس الحجم V_3 .

* نحدد المدة الزمنية Δt اللازمة لإختفاء اللون البنفسجي المميز لأيونات $MnO_{4(aq)}^-$.

فنحصل على جدول القياسات التالي :

الخليط	A	B	C
$V_1(mL)$	5	5	5
$V_2(mL)$	9	6	3
$V_3(mL)$	6	9	12
$[MnO_4^-]_i\,(mol/L)$	5.10^{-4}	5.10^{-4}	5.10^{-4}
$[H_2C_2O_4]_i\,(mol/L)$	0,150	0,225	0,300
$\Delta t(s)$	300	260	220



A B C

عند لحظة معينة اللون مختلف في كل كأس

ب ـ استثمار :

الخلائط المستعملة لها نفس التركيز البدئي من أيونات البرمنغنات ، بينما تركيز بدئي مختلف من حمض الأوكساليك :هذه السلسة من التجارب تمكن إذن من دراسة تأثير التركيز البدئي من حمض الأوكساليك $[H_2C_2O_4]_i$.

نلاحظ أن المدة Δt لإختفاء اللون البنفسجي تنقص كلما ازداد التركيز البدئي لحمض الأوكساليك .

سرعة تطور مجموعة كيميائية تزداد كلما ازداد التركيز البدئي للمتفاعلات .

2 ـ 4 درجة الحرارة

لنلاحظ تأثير محلول حمض الأوكساليك $H_2C_2O_4(aq)$ على محلول برمنغنات البوتاسيوم $(K^+(aq) + MnO_4^-(aq))$ في مثلج ، عند درجة الحرارة العادية ثم في حمام مريم .

إزالة اللون تكون أسرع كلما كانت درجة الحرارة مرتفعة .

درجة الحرارة تؤثر بطريقتين مختلفتين على التحولات الكيميائية :

ـ تسريع ، أو إحداث تحول نتيجة ارتفاع درجة الحرارة .

ـ خفض سرعة تحول ، أو توقيفه نتيجة تبريده .

أ ـ مناولة :

في ثلاثة كؤوس نضع (من اليسار إلى اليمين) قطع من الجليد ، ماء الصنبور ثم ماء ساخن .

للمزيد من الملفات قم بزيارة الموقع : Talamid.ma

هذا الملف تم تحميله من موقع : Talamid.ma

في كل كأس نضع أنبوبين الأول يحتوي على $10mL$ من الماء الأوكسيجيني المحمض تركيزه المولي $6.10^{-2}mo\ell.\ell^{-1}$ ، و الثاني به $5mL$ من محلول يحتوي على أيونات اليودور $I^-_{(aq)}$ تركيزه المولي $0,4mo\ell.\ell^{-1}$.

عند لحظة معينة نعتبرها أصلا للتواريخ ، نمزج محتوى أنبوبي كل كأس ثم نشغل ميقت .

نلاحظ أن الخليط يتلون بشدة كلما كانت درجة الحرارة مرتفعة ، حيث أن ارتفاع درجة الحرارة يزيد من سرعة التفاعل .

في المقابل يمكن توقيف التفاعل أو جعله يتم ببطئ عند تبريده :

خلال تطور التفاعل	خلال تطور التفاعل	نهاية التفاعل
t ~ 10 s	t ~ 1 min	t ~ 20 min

سرعة تحول مجموعة كيميائية تزداد مع تزايد درجة الحرارة

للمزيد من الملفات قم بزيارة الموقع : Talamid.ma