بسم الله الرحمن الرحيم
الإسلام حليفي ورحمة الله ورضاته

الثانية باكالوريا
الكيمياء

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 إلكترونا ، 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 معادلتي الأكسدة – اختزال طرفا بطرف ، بحيث لا تظهر الإلكترونات في المعادلة الحصيلة .

$$(\times 2) \quad Ag^+_{(aq)} + e^- \rightleftharpoons Ag_{(s)}$$

$$(\times 1) \quad Cu_{(s)} \rightleftharpoons Cu^{2+}_{(aq)} + 2e^-$$

$$Cu_{(s)} + 2\,Ag^+_{(aq)} \rightarrow Cu^{2+}_{(aq)} + 2Ag_{(s)}$$

1-2- تعاريف :

- ***المؤكسد*** هو كل نوع كيميائي قادر على **اكتساب إلكترون** أو **أكثر** ، وينتج عنه المختزل المرافق حسب المعادلة التالية : $ox + n\,e^- \rightleftharpoons réd$.
- ***المختزل*** هو كل نوع كيميائي قادر على **فقدان إلكترون** أو **أكثر** ، وينتج عنه المؤكسد المرافق حسب المعادلة التالية : $réd \rightleftharpoons ox + n\,e^-$.
- ***المزدوجة مختزل / مؤكسد*** هي عبارة عن زوج مكون من **مؤكسد** و**مختزل مرافقين** ، حيث يمكنهما **تبادل إلكترون** أو **أكثر** وفق المعادلة التالية : $ox + n\,e^- \rightleftharpoons réd$.
- ***تفاعل الأكسدة – اختزال*** هو تفاعل يتم خلاله **انتقال إلكترونات** من مختزل $ré_1$ لمزدوجة $ox_1 / réd_1$ إلى مؤكسد ox_2 لمزدوجة أخرى $ox_2 / réd_2$.

اضغط هنا لتحميل المزيد | TelmidTice.com Soutien Scolaire الدعم المدرسي | دروس - تمارين - امتحانات

$(\times\ n_2)$ $\quad réd_1 \rightleftharpoons ox_1 + n_1\, e^-$

$(\times\ n_1)$ $\quad ox_2 + n_2\, e^- \rightleftharpoons réd_2$

المعادلة الحصيلة : $\quad n_2 réd_1 + n_1 ox_2 \rightarrow n_2 ox_1 + n_1 réd_2$

1-3- تطبيق :

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

يحدث التفاعل بين المزدوجات $MnO_{4\,(aq)}^- / Mn_{(aq)}^{2+}$ و $Fe_{(aq)}^{3+} / Fe_{(aq)}^{2+}$.

$$1 \times (MnO_{4\,(aq)}^- + 8\,H_{(aq)}^+ + 5\,e^- \rightleftharpoons Mn_{(aq)}^{2+} + 4\,H_2O_{(l)})$$

$$5 \times (Fe_{(aq)}^{2+} \rightleftharpoons Fe_{(aq)}^{3+} + e^-)$$

$$MnO_{4\,(aq)}^- + 5\,Fe_{(aq)}^{2+} + 8\,H_{(aq)}^+ \rightarrow Mn_{(aq)}^{2+} + 5\,Fe_{(aq)}^{3+} + 4\,H_2O_{(l)}$$

2- التحولات السريعة والتحولات البطيئة :

2-1- التحولات السريعة :

2-1-1- 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 .

$$Cu_{(aq)}^{2+} + 2\,HO_{(aq)}^- \rightarrow Cu(HO)_{2\,(s)} \quad .$$

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 :

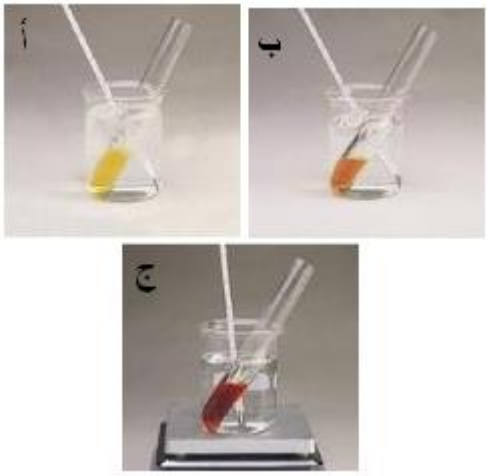
- تفاعل **ترسيب كلورور الفضة** $\quad Ag_{(aq)}^+ + Cl_{(aq)}^- \rightarrow AgCl_{(s)}$
- تفاعلات **حمض – قاعدة** $\quad H_3O_{(aq)}^+ + HO_{(aq)}^- \rightarrow H_2O_{(l)}$
- تفاعلات **أكسدة – اختزال**

$$MnO_{4\,(aq)}^- + Fe_{(aq)}^{2+} + 8H_{(aq)}^+ \rightarrow Mn_{(aq)}^{2+} + 5Fe_{(aq)}^{3+} + 4H_2O_{(l)}$$

اضغط هنا لتحميل المزيد | TelmidTice.com Soutien Scolaire الدعم المدرسي | دروس - تمارين - امتحانات

2-2- التحولات البطيئة :

2-2-1- نشاط :



نمزج في كأس $50\ mL$ من **محلول يودور البوتاسيوم** تركيزه $0,20\ mol/L$ و $50\ mL$ من **الماء الأوكسيجيني** تركيزه $0,01\ mol/L$ ، محمض ب**حمض 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 الخليطا 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 $I_{2(aq)} / I^-_{(aq)}$.

$$H_2O_{2(aq)} + 2\,H^+_{(aq)} + 2\,e^- \rightleftharpoons 2\,H_2O_{(l)}$$

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

$$H_2O_{2(aq)} + 2\,I^-_{(aq)} + 2\,H^+_{(aq)} \rightarrow I_{2(aq)} + 2\,H_2O_{(l)}$$

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 .

2-3- 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 :

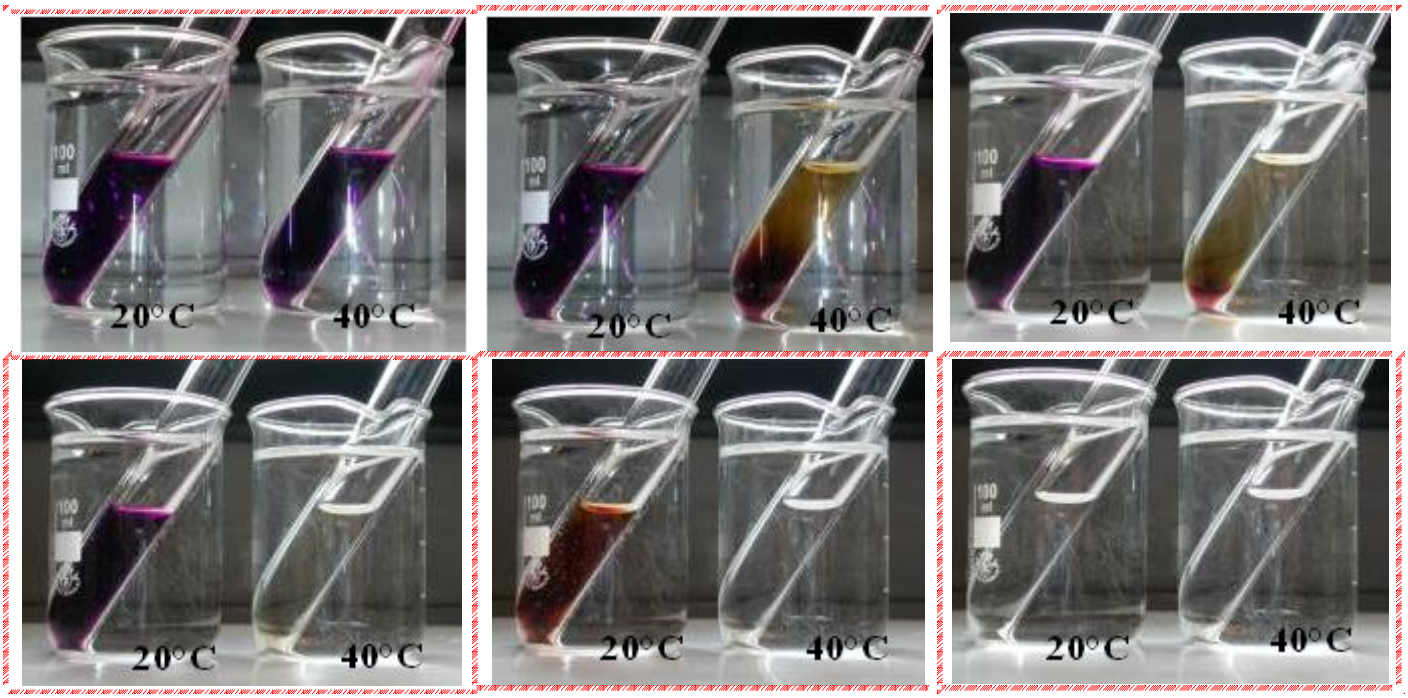
نسمي **عاملا حركيا** ، كل مقدار يمكن من تغيير سرعة تطور مجموعة كيميائية .

اضغط هنا لتحميل المزيد | TelmidTice.com Soutien Scolaire الدعم المدرسي | دروس - تمارين - امتحانات

3-1- تأثير درجة الحرارة :

3-1-1- نشاط :

نصب في أنبوبي اختبار (1) و (2) ، $10,0\ mL$ من **محلول حمض الأوكساليك** $H_2C_2O_{4(aq)}$ تركيزه $0,50\ mol/L$. نترك الأنبوب (1) في درجة حرارة $20°$ ، والأنبوب (2) في درجة حرارة $40°C$.
نضيف في نفس اللحظة ، إلى الأنبوبين $5,0\ mL$ من **محلول برمنغنات البوتاسيوم** $K^+_{(aq)} + MnO^-_{4(aq)}$ ، فنلاحظ النتائج التالية :



أ- اكتب معادلة التفاعل الحاصل . نعطي $Mn^{2+}_{(aq)} / MnO^-_{4(aq)}$ و $CO_{2(g)} / H_2C_2O_{4(aq)}$

$$2 \times (MnO^-_{4(aq)} + 8\,H^+_{(aq)} + 5\,e^- \rightleftharpoons Mn^{2+}_{(aq)} + 4\,H_2O_{(l)})$$
$$5 \times (H_2C_2O_{4(aq)} \rightleftharpoons 2\,CO_{2(g)} + 2\,H^+ + 2\,e^-)$$
$$2\,MnO^-_{4(aq)} + 5\,H_2C_2O_{4(aq)} + 6\,H^+_{(aq)} \rightarrow 2\,Mn^{2+}_{(aq)} + 10\,CO_{2(g)} + 8\,H_2O_{(l)}$$

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** .

3-1-2- خلاصة :

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

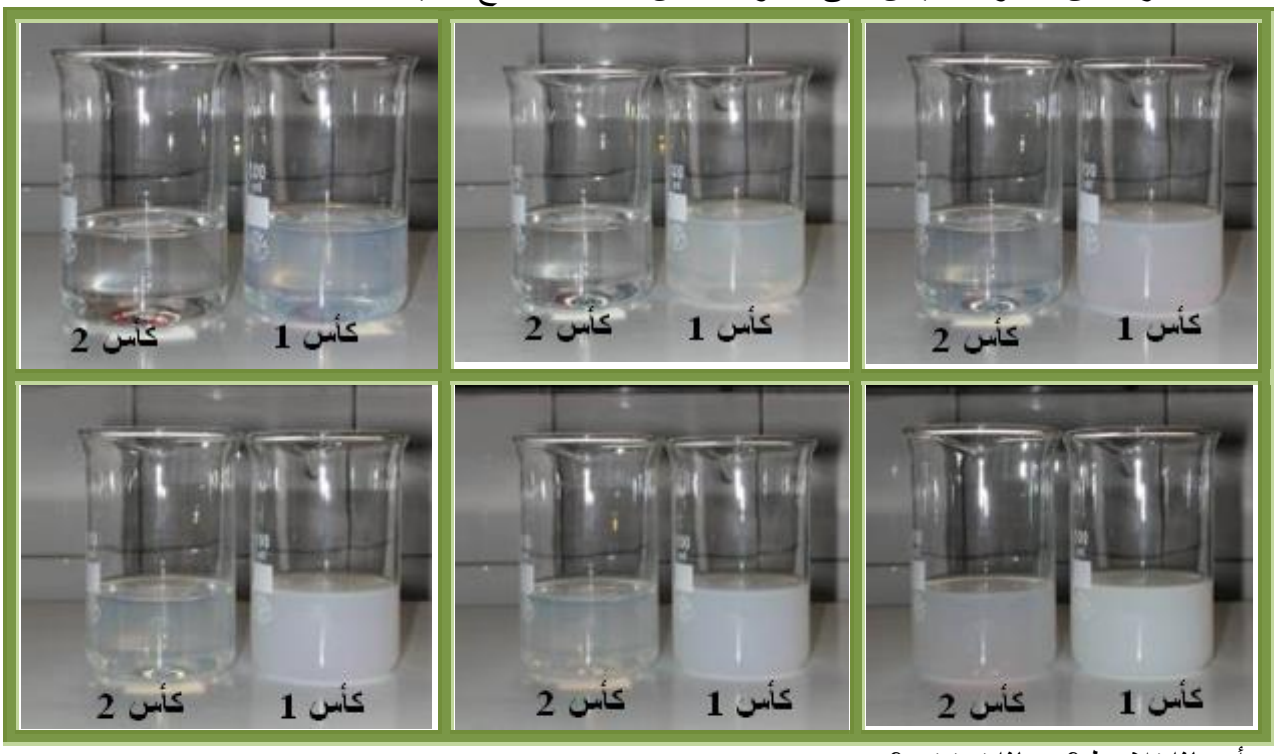
3-2- تأثير تراكيز المتفاعلات :

3-2-1- نشاط :

نصب في الكأس (1) $20\ mL$ من **محلول ثيوكبريتات الصوديوم** $2Na^+_{(aq)} + S_2O^{2-}_{3(aq)}$ تركيزه $0,1\ mol.L^{-1}$ ، ونصب في الكأس (2) $20\ mL$ من **محلول ثيوكبريتات الصوديوم** $2Na^+_{(aq)} + S_2O^{2-}_{3(aq)}$ تركيزه $0,05\ mol.L^{-1}$.
نضيف في الكأسين ، في نفس اللحظة ، $20\ mL$ من **محلول كلورور الهيدروجين** تركيزه $0,1\ mol.L^{-1}$.

اضغط هنا لتحميل المزيد | TelmidTice.com Soutien Scolaire الدعم المدرسي | دروس - تمارين - امتحانات

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 للمتفاعلات **أكبر** .

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

$$S_2O_3^{2-}_{(aq)} + 6\,H^+_{(aq)} + 4\,e^- \rightleftharpoons 2\,S_{(s)} + 3\,H_2O_{(l)}$$
$$S_2O_3^{2-}_{(aq)} + H_2O_{(l)} \rightleftharpoons 2\,SO_{2(aq)} + 2\,H^+_{(aq)} + 4\,e^-$$
$$S_2O_3^{2-}_{(aq)} + 2\,H^+_{(aq)} \rightarrow S_{(s)} + SO_{2(aq)} + H_2O_{(l)}$$

3-2-1-خلاصة :

بصفة عامة ، يكون تطور مجموعة كيميائية أسرع ، كلما كان التركيز البدئي للمتفاعلات 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...)

اضغط هنا لتحميل المزيد | TelmidTice.com Soutien Scolaire الدعم المدرسي | دروس - تمارين - امتحانات