

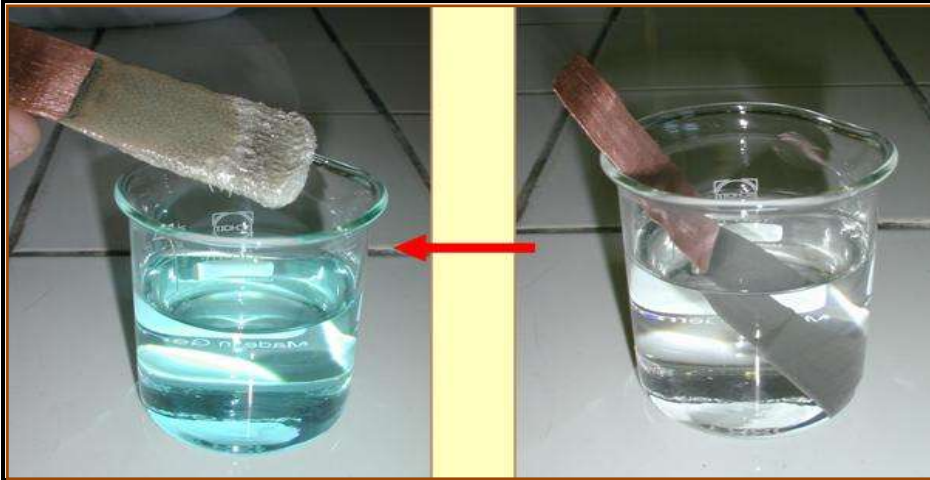
التحولات السريعة و التحولات البطيئة

الدرس الأول

Les réactions rapides et les réactions lentes

I. التفاعلات أكسدة – اختزال.

1. نشاط تجريبي 1:



نغمر صفيحة من فلز النحاس في محلول نترات الفضة $(Ag^+(aq) + NO_3^-(aq))$ ، و بعد مدة من الزمن نلاحظ توضع فلزي رمادي اللون على الجزء المغمور من صفيحة النحاس، كما يصير للمحلول لونا أزرقا.

(1) أعط تفسيراً لما تمت ملاحظته.

ظهور توضع فلزي رمادي على الجزء المغمور من فلز النحاس، يدل على تكون فلز الفضة، و ذلك حسب نصف معادلة التفاعل التالية: $Ag^+(aq) + 1e^- \rightleftharpoons Ag(s)$.

يأخذ المحلول لونا أزرقا دليل على تكون أيونات النحاس II الناتجة عن تأكسد فلز النحاس و ذلك حسب نصف معادلة التفاعل التالية: $Cu(s) \rightleftharpoons Cu^{2+}(aq) + 2e^-$.

(2) حدد النوع الكيميائي الذي يلعب دور المؤكسد و الذي يلعب دور مختزل.

النوع الكيميائي الذي يلعب دور المؤكسد هو: أيون الفضة $Ag^+(aq)$ لكونه اكتسب إلكترونات واحدا خلال التحول. النوع الكيميائي الذي يلعب دور المختزل هو: فلز النحاس $Cu(s)$ لكونه فقد إلكترونين خلال التحول.

(3) استنتج المزدوجتين Ox/Red المتدخلتين في هذا التفاعل.

المزدوجتين Ox/Red المتدخلتين في هذا التفاعل هما: $Ag^+(aq)/Ag(s)$ و $Cu^{2+}(aq)/Cu(s)$.

(4) استنتج المعادلة الحصيلة للتفاعل الحاصل بين أيونات الفضة و فلز النحاس.

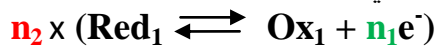
المعادلة الحصيلة للتفاعل الحاصل بين أيونات الفضة و فلز النحاس هي:



2. خلاصة:

- ◆ **المؤكسد:** هو كل نوع كيميائي قادر على اكتساب إلكترونات أو أكثر، و ذلك عن طريق تفاعل الاختزال الذي ينتج عنه المختزل المرافق له، حسب نصف المعادلة التالية: $Ox + ne^- \rightarrow Red$.
- ◆ **المختزل:** هو كل نوع كيميائي قادر على فقدان إلكترونات أو أكثر، و ذلك عن طريق تفاعل الأكسدة الذي ينتج عنه المؤكسد المرافق له، حسب نصف المعادلة التالية: $Red \rightarrow Ox + ne^-$.
- ◆ **المزدوجة مختزل/مؤكسد:** هي عبارة عن زوج مكون من المؤكسد و المختزل المرافق له، و يرتبطان ببعضهما البعض بنصف المعادلة أكسدة – اختزال التالية: $Red \rightleftharpoons Ox + ne^-$.
- ◆ **الأكسدة:** هي فقدان الإلكترونات من طرف نوع كيميائي يسمى المختزل.
- ◆ **الاختزال:** هي اكتساب الإلكترونات من طرف نوع كيميائي يسمى المؤكسد.

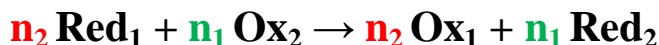
♦ **تفاعل أكسدة - اختزال:** هو عبارة عن انتقال الإلكترونات من مختزل ينتمي لمزدوجة إلى مؤكسد مزدوجة أخرى، و تستنتج معادلة هذا التفاعل انطلاقا من نصفي معادلتين المزدوجتين المتدخلتين:



بالنسبة للمزدوجة Ox_1/Red_1 :



بالنسبة للمزدوجة Ox_2/Red_2 :



و منه المعادلة الحصيلة:

3. تطبيق 1:

الأسئلة

- أكتب نصف معادلة التفاعل بالنسبة للمزدوجات التالية: $\text{SO}_4^{2-}(\text{aq})/\text{SO}_2(\text{aq})$ و $\text{CO}_2(\text{aq})/\text{H}_2\text{C}_2\text{O}_4(\text{aq})$.
- أكتب المعادلة الحصيلة للتفاعل الحاصل بين أيونات البرمنغنات و أيونات الحديد الثاني في وسط حمضي، علما أن المزدوجتين المتدخلتين هما: $\text{Fe}^{3+}/\text{Fe}^{2+}$ و $\text{MnO}_4^-/\text{Mn}^{2+}$.

الأجوبة

1) بالنسبة للمزدوجة $\text{SO}_4^{2-}(\text{aq})/\text{SO}_2(\text{aq})$:



بالنسبة للمزدوجة $\text{CO}_2(\text{aq})/\text{H}_2\text{C}_2\text{O}_4(\text{aq})$:



2) نكتب أولا أنصاف المعادلة بالنسبة لكل مزدوجة مع احترام الأنواع المتفاعلة و الناتجة:



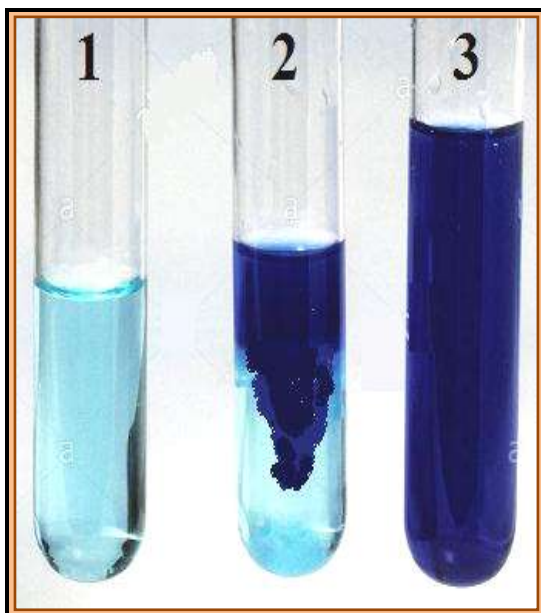
و منه المعادلة الحصيلة: (توحيد معاملات الإلكترونات أولا)



II. التحولات السريعة و التحولات البطيئة.

1. التحولات السريعة:

أ. نشاط تجريبي 2:



نضيف إلى محلول مائي لكبريتات النحاس الثاني $\text{Cu}^{2+}(\text{aq}) + \text{SO}_4^{2-}(\text{aq})$ بعضا من محلول هيدروكسيد الصوديوم $\text{Na}^+(\text{aq}) + \text{OH}^-(\text{aq})$.

1) ماذا تلاحظ؟

نلاحظ تكون جسم صلب أزرق اللون.

2) ما اسم المركب الناتج؟

المركب هو هيدروكسيد النحاس الثاني.

3) أكتب معادلة التفاعل الحاصل؟ و ما اسمها؟

معادلة تفاعل الترسيب هي كالتالي:



4) هل يمكن وصف التفاعل الحاصل بالسرعة أو البطيء؟ علل

جوابك.

يمكن وصف هذا التفاعل الحاصل بالبطيء لأنه حدث في مدة زمنية صغيرة جدا تقدر بجزء من الثانية.

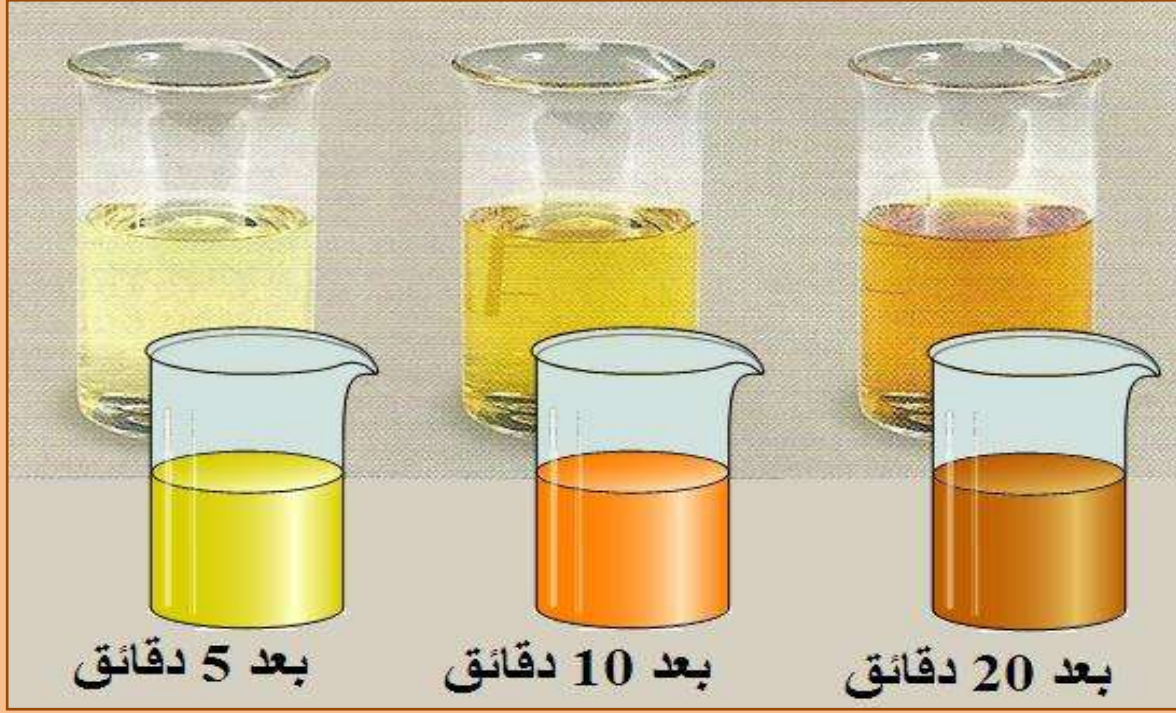
ب. خلاصة:

تحدث **التحولات السريعة** في وقت جد وجيز، بحيث لا يمكن تتبع تطورها بواسطة الملاحظة العينية أو بواسطة آلات القياس، و كأن التحول ينتهي بمجرد حدوث التماس بين المتفاعلات. وكمثال على هذه التحولات السريعة نجد التحولات المقرونة بتفاعلات الترسيب، الاحتراق، و حمض - قاعدة ...

2. التحولات البطيئة:

أ. نشاط تجريبي 3:

نمزج في كأس حجما من محلول مائي ليودور البوتاسيوم $(K^+_{(aq)} + I^-_{(aq)})$ محمض بقطرات من حمض الكبريتيك، و حجما من الماء الأكسجيني H_2O_2 ، فنلاحظ أن المحلول يأخذ لونا أصفرا يتحول تدريجيا إلى اللون البني.



- 1) على ماذا يدل التطور التدريجي للون الخليط التفاعلي؟
التطور التدريجي للون الخليط التفاعلي دليل على حدوث تفاعل بين المتفاعلات، أما تطور اللون الأصفر تدريجيا إلى اللون البني دليل على تكون ثنائي اليود I_2 المميز بهذا اللون.
- 2) هل يمكن وصف التفاعل الحاصل بالسريرع أو البطيء؟ علل جوابك.
بما أنه يمكننا تتبع تطور هذا التفاعل بالعين المجردة، فإن التفاعل الحاصل أمانا هو تفاعل بطيء.
- 3) أكتب معادلة التفاعل الحاصل علما أن المزدوجتين المتدخلتين هما: H_2O_2/H_2O و I_2/I^- .
نكتب أولا أنصاف المعادلة بالنسبة لكل مزدوجة مع احترام الأنواع المتفاعلة و الناتجة:
بالنسبة للمزدوجة الأولى:
$$H_2O_2 + 2H^+ + 2e^- \rightleftharpoons 2H_2O$$

بالنسبة للمزدوجة الثانية:
$$2I^- \rightleftharpoons I_2 + 2e^-$$

و منه المعادلة الحاصيلة: (توحيد معاملات الإلكترونات أولا)
$$H_2O_2 + 2H^+ + 2I^- \rightarrow I_2 + 2H_2O$$

ب. خلاصة:

التحول البطيء هو تحول مدته تتجاوز الثانية، حيث يمكن تتبع تطوره بواسطة الملاحظة العينية أو بواسطة آلات القياس. و مثلا على هذا النوع من التحول نجد العديد من التحولات أكسدة - اختزال.

3. تقنيات التتبع الزمني للتحولات البطيئة:

تمكن الملاحظة العينية من تتبع التحولات الكيميائية التي تنتج عنها ظواهر مرئية، وللقيام بدراسة كمية لهذه التحولات يتم اللجوء إلى تقنيات التتبع الزمني التالية: قياس المواصلة - قياس الضغط - المعايرة - قياس pH - ...

III. العوامل الحركية.

العوامل الحركية هي العوامل التي تؤثر على تطور مجموعة كيميائية خلال الزمن، وذلك برفع سرعة تفاعل جد ببطيء، أو بخفض سرعة تفاعل سريع، أو غير مرغوب فيه.

1. تأثير التركيز البدئي المتفاعلات على سرعة التفاعل الكيميائي: أ. نشاط تجريبي 4:

نحضر في ثلاثة كؤوس أحجاما مختلفة من محلول حمض الكبريتيك المركز ليودور البوتاسيوم ثم نصب في كل من هذه الكؤوس وفي نفس اللحظة حجما من محلول الماء الأكسجيني. تأخذ جميع هذه المحاليل نفس اللون البني في لحظات مختلفة. يلخص الجدول التالي النتائج المحصل عليها:

الكأس 3	الكأس 2	الكأس 1	
0,08 mol/L	0,04 mol/L	0,02 mol/L	التركيز البدئي $[I^-]_0$
0,01 mol/L	0,01 mol/L	0,01 mol/L	التركيز البدئي $[H_2O_2]_0$
0,1 mol/L	0,1 mol/L	0,1 mol/L	التركيز البدئي $[H^+]_0$
180s	240s	300s	المدة الزمنية

(1) أكتب معادلة التفاعل الحاصل.

نكتب أولا أنصاف المعادلة بالنسبة لكل مزدوجة مع احترام الأنواع المتفاعلة و الناتجة:



بالنسبة للمزدوجة الأولى:



بالنسبة للمزدوجة الثانية:

و منه المعادلة الحصيلة : (توحيد معاملات الإلكترونات أولا)



(2) بمقارنة المدد الزمنية و ربطها بالتركيز البدئي للمتفاعلات، استنتج تأثير هذه التراكيز البدئية على سرعة التحول. نلاحظ أن المدة الزمنية ليأخذ الخليط لونه البني تنقص كلما ارتفع التركيز البدئي لأيونات اليودور. وهذا معناه أنه كلما كانت التراكيز البدئية كبيرة كلما زاد ذلك في سرعة التحول.

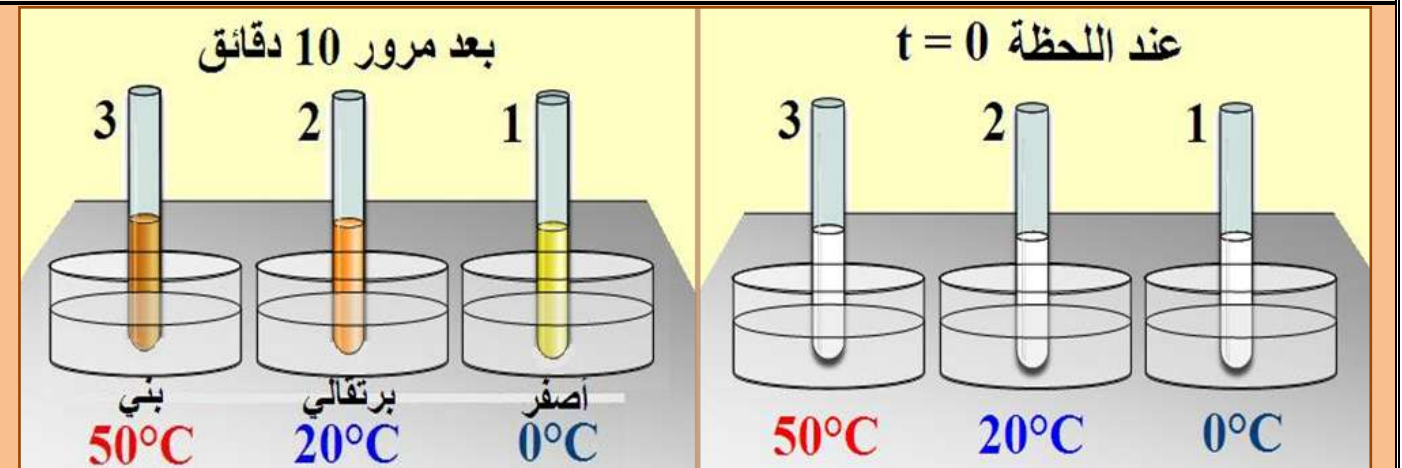
ب. خلاصة:

بصفة عامة، تزداد سرعة تحول كيميائي كلما كان التركيز البدئي لمتفاعل واحد أو عدة متفاعلات أكبر.

2. تأثير درجة الحرارة على سرعة التفاعل الكيميائي: أ. نشاط تجريبي 5:

نحضر ثلاث أنابيب اختبار تحتوي كلها على نفس الحجم $C=0,2\text{mol/L}$ من محلول حمض ليودور البوتاسيوم تركيزه $C=0,2\text{mol/L}$.

نضع كل أنبوب في حمامات مريم لها درجات حرارة مختلفة 0°C و 20°C و 50°C ، ثم نضيف في نفس اللحظة حجما (5mL) من الماء الأكسجيني تركيزه $C'=5.10^{-2}\text{mol/L}$ إلى كل أنبوب.



(1) ماذا تلاحظ؟ ماذا تستنتج؟

نلاحظ أن التحول في أنبوب الاختبار 3 يصل إلى حالته النهائية بسرعة أكبر من التحول في أنبوبي الاختبار 1 و2. وهذا راجع إلى ارتفاع درجة الحرارة في هذا الأنبوب. ومنه نستنتج أنه كلما كانت درجة حرارة الخليط التفاعلي كبيرة كلما زاد ذلك في سرعة التفاعل.

ب. خلاصة:

بصفة عامة، تزداد سرعة تحول كيميائي مع ارتفاع درجة حرارة المجموعة الكيميائية.

ج. تطبيقات للعوامل الحركية:

- يحتفظ بالمواد الغذائية داخل الثلاجة قصد إبطال تفاعلات التحلل.
- يكون طهي المواد الغذائية أسرع في طنجرة الضغط، حيث يرفع الضغط الزائد درجة حرارة غليان الماء إلى 120°C تقريبا، وهكذا تقلص مدة الطهي.
- في المختبر، تتطلب عدة تحولات تسخين المجموعة المتفاعلة، مثل تمييز الأدهيدات بواسطة كاشف فيهلين أو كاشف تولينس.