



- مؤشرات الكفاءة:** - يختار و يوظف عاملا حركيا لتسريع أو إبطاء تحول كيميائي.
- يعرف و يفسر دور الوسيط اعتمادا على بعض المفاهيم الحركية.
- التجربة 1:** تأثير التركيز الابتدائي للمتفاعلات.
الوسائل المستعملة:

- محلول حمض الكبريت المركز، $(2H^+ + SO_4^{2-})_{(aq)}$.
- علبة بلاستيكية ليود البوتاسيوم $KI_{(s)}$ الصلب كتلته المولية $M = 166g / mol$.
- قارورة بلاستيكية للماء الأوكسجيني، $H_2O_{2(aq)}$ ، $10V$.
- ماء مقطر.
- 3 كؤوس بيشر سعتها $100mL$.
- ماصة عيارية سعتها $5mL$.
- مخلوط مغناطيسي.
- مخبار مدرج $10 mL$.
- حجلة عيارية سعتها $250mL$.

خطوات العمل:

1- أ/ البروتوكول التجريبي لتحضير $250mL$ من يود البوتاسيوم، $(K^+ + I^-)_{(aq)}$ تركيزه $0,1mol / L$:

- حساب كتلة يود البوتاسيوم الصلب الواجب أخذها: $m = MCV = 166 \times 0,1 \times 0,25 = 4,15g$
- بواسطة الميزان الإلكتروني نزن كتلة قدرها $4,15g$ من يود البوتاسيوم الصلب.
- نذيب يود البوتاسيوم الصلب في $10mL$ من الماء المقطر في بيشر الموجود فوق مخلوط مغناطيسي.
- نسكب المحلول في حجلة عيارية سعتها $250mL$ ثم نكمل بالماء المقطر إلى خط العيار مع الرج.

ب/ البرتوكول التجريبي للحصول على $10mL$ من يود البوتاسيوم تركيزه $0,05mol / L$:

$$- \text{حساب حجم المحلول الأصلي الواجب أخذه: } V_1 = \frac{C_2 V_2}{C_1} = \frac{0,05 \times 10}{0,1} = 5mL$$

- نأخذ بواسطة ماصة عيارية سعتها $5mL$ من محلول يود البوتاسيوم تركيزه $0,1mol / L$
- ثم نضعه في مخبار مدرج بـ mL سعته $10mL$ ونكمل الحجم بالماء المقطر إلى التدرج 10 مع الرج.

2- أ/ البروتوكول التجريبي لتحضير $250mL$ محلول الماء الأوكسجيني $(H_2O_2)_{aq}$ تركيزه $0,1mol / L$:

- حساب تركيز محلول الماء الأوكسجيني الموجود في القارورة:

$$C = \frac{n}{V} = \frac{2x_{\max}}{V} = \frac{2V_g}{V_M \cdot V} = \frac{2 \times 10}{22,4 \times 1} = 0,892 \text{ mol/L} \approx 0,9 \text{ mol/L}$$

- حساب حجم الماء الأكسجيني اللازم أخذه:

$$V_1 = \frac{C_2 V_2}{C_1} = \frac{0,1 \times 250}{0,9} = 27,8 \text{ mL} \quad \text{ومنه:} \quad C_1 V_1 = C_2 V_2 \quad \text{لدينا:}$$

- نسكب حجما قدره $V = 27,8 \text{ mL}$ من الماء الأكسجيني 10 V في حوطة عيارية سعتها 250 mL ثم نكمل بالماء المقطر إلى غاية خط العيار مع الرج.

ملاحظات:

- لعدم وجود ماصة تسمح لنا بأخذ الحجم $27,8 \text{ mL}$ من الماء الأكسجيني استعملنا سحاحة مدرجة سعتها 50 mL للدقة (يمكن استعمال مخبار مدرج سعته 50 mL).

- 10 V تعني يتحرر 10 L من غاز ثنائي الأكسجين $O_2(g)$ (في الشرطين النظاميين) من محلول $H_2O_{2(aq)}$ حجمه 1 L .

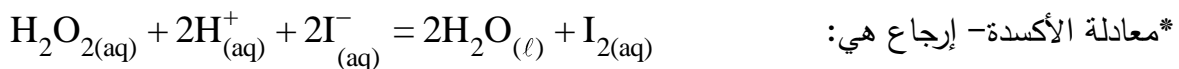
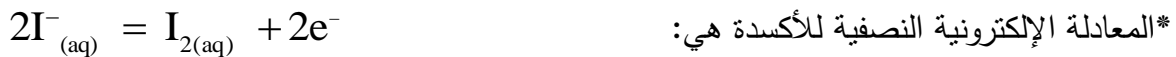
ب / البرتوكول التجريبي للحصول على 10 mL من محلول مخفف للماء الأكسجيني تركيزه $0,05 \text{ mol/L}$:
- نتبع نفس الخطوات السابقة (السؤال 1-ب) أي نأخذ بواسطة ماصة عيارية سعتها 5 mL من محلول الماء الأكسجيني تركيزه $C_1 = 0,1 \text{ mol/L}$ في مخبار مدرج سعته 10 mL نضيف له الماء المقطر حتى خط العيار مع الرج.

3- نحضر ثلاث خلائط و نضيف لكل خليط قطرتين من محلول حمض الكبريت المركز كما في الجدول التالي :

| الخليط | محلول $(H_2O_2)_{(aq)}$ | | محلول $(K^+ + I^-)_{(aq)}$ | | $[I^-]_0$ (mol/L) | $[H_2O_2]_0$ (mol/L) |
|--------|-------------------------|------------|----------------------------|------------|-------------------|----------------------|
| | C_1 (mol/L) | V_1 (mL) | C_2 (mol/L) | V_2 (mL) | | |
| 1 | 0,1 | 5 | 0,1 | 5 | | |
| 2 | 0,1 | 5 | 0,05 | 5 | | |
| 3 | 0,05 | 5 | 0,05 | 5 | | |

المطلوب:

1- معادلة التفاعل المنمذج للتحويل السابق:



2- إكمال الجدول السابق:

$$[I^-]_0 = \frac{C_2 V_2}{V_1 + V_2} \quad \text{- حساب } [I^-]_0 :$$

$$[\text{H}_2\text{O}_2]_0 = \frac{C_1 V_1}{V_1 + V_2} \quad \text{- حساب } [\text{H}_2\text{O}_2]_0 :$$

| $[\text{I}^-]_0$ (mol / L) | $[\text{H}_2\text{O}_2]_0$ (mol / L) |
|----------------------------|--------------------------------------|
| 0,05 | 0,05 |
| 0,025 | 0,05 |
| 0,025 | 0,025 |

3- تتناقص الشدة اللونية في الكؤوس الثلاث من الكأس (1) إلى الكأس (3).

كلما يزداد التركيز المولي الابتدائي للمتفاعل كلما كان التفاعل أسرع و نفس ذلك بأنه كلما كان عدد الأفراد في وحدة الحجم أكبر كان تواتر الاصطدامات الفعالة أكبر و كان التحول أسرع.



التجربة 2: تأثير درجة الحرارة.

الوسائل المستعملة:

| | |
|---|---|
| <ul style="list-style-type: none"> - حوالة عيارية سعتها 250mL . - حوض زجاجي به ماء ساخن درجة حرارته 70°C. - حوض زجاجي به قطع جليدية. - ماصة عيارية سعتها 5mL . - كؤوس بيشر سعتها 100mL . - محرار، ميقائية. | <ul style="list-style-type: none"> - قارورة زجاجية لحمض كلور الماء، $(\text{H}^+ + \text{Cl}^-)_{(\text{aq})}$ المركز على واجهتها ملصقة بها المعلومات: • الكتلة المولية: $M = 36,5 \text{ g/mol}$. • الكثافة: $d = 1,185$. • درجة النقاوة: $P = 37\%$. - محلول ثيوكبريتات الصوديوم، $(2\text{Na}^+ + \text{S}_2\text{O}_3^{2-})_{(\text{aq})}$ تركيزه $0,1 \text{ mol/L}$. |
|---|---|

خطوات العمل:

1- البروتوكول التجريبي لتحضير 250mL من محلول حمض كلور الماء، $(\text{H}^+ + \text{Cl}^-)_{(\text{aq})}$ تركيزه $0,1 \text{ mol/L}$:

$$C = \frac{10.P.d}{M} = \frac{10 \times 37 \times 1,185}{36,5} = 12 \text{ mol/L} \quad \text{- حساب التركيز المولي لحمض كلور الماء المركز:}$$

- حساب حجم المحلول الحمضي الواجب أخذه.

$$V_1 = \frac{C_2 V_2}{C_1} = \frac{0,1 \times 250}{12} = 2,1 \text{ mL} \quad \text{ومنه:} \quad C_1 V_1 = C_2 V_2$$

- في حوالة عيارية سعتها 250mL نضع 2,1mL من محلول حمض كلور الماء المركز ثم نكمل بالماء المقطر إلى خط العيار مع الرج.

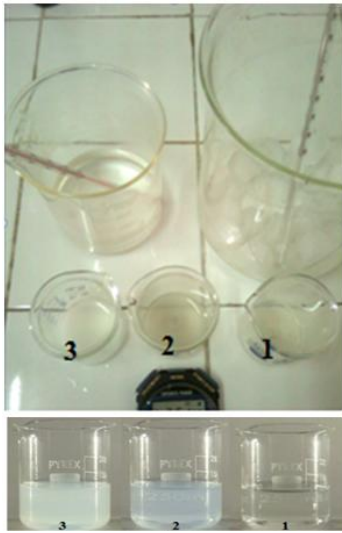
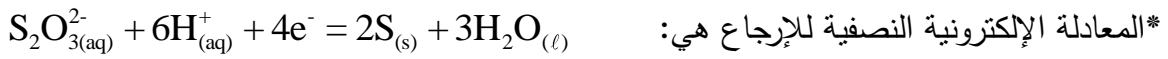
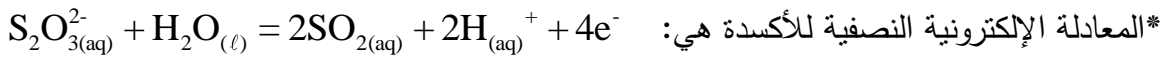
2- نأخذ 3 كؤوس بيشر و نضع في كل واحد منهم 5mL من محلول حمض كلور الماء تركيزه 0,1mol / L و 5mL من محلول ثيوكبريتات الصوديوم تركيزه 0,1mol / L.



- نضع الكأس الثالث في حوض زجاجي به ماء ساخن درجة حرارته 70°C
- نترك الكأس الثاني في درجة الحرارة العادية.
- نضع الكأس الأول في حوض زجاجي به قطع جليدية.

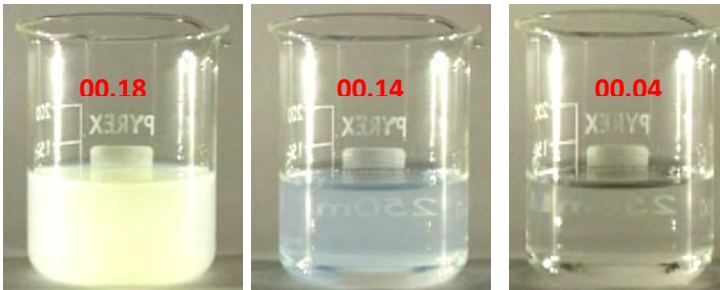
المطلوب:

1- معادلة التفاعل المنمذج للتحويل السابق:



2- بعد حوالي ثانيتين من لحظة إضافة حمض كلور الهيدروجين إلى محلول ثيوكبريتات الصوديوم لا نلاحظ أي شيء ، وبعد حوالي عشر ثوان يشاهد في البداية اللون الأزرق الفاتح ، بمرور الزمن يبدأ اللون الأصفر بالظهور وهو لون الكبريت $S(s)$ ونشم رائحة قوية وهي رائحة ثاني أكسيد الكبريت $SO_2(g)$ ، بعد ربع ساعة نلاحظ تزايد الشدة اللونية في الكؤوس الثلاثة من الكأس (1) إلى الكأس (3).

3- كلما ارتفعت درجة الحرارة يكون تطور جملة كيميائية سريعة، نفسر ذلك بأنه كلما كانت درجة الحرارة عالية كان تواتر الاصطدامات الفعالة أكبر و كان التحويل أسرع، لذا لكي لا تتلف المواد الغذائية نضعها في الثلجة.



التفكك الذاتي لثيوكبريتات الصوديوم
Dismutation du thiosulfate de sodium

في بداية التفاعل تبدأ بلورات الكبريت في التشكل ، وهي بلورات متناهية في الصغر أبعادها من رتبة الميكرو متر . تقوم هذه البلورات بنشر الضوء ، ويكون اللون الأزرق أكثر انتشارا ، فبالنسبة لملاحظ جانبي لا ينظر شاقوليا للإناء يشاهد في البداية اللون الأزرق الفاتح. بمرور الزمن يزداد حجم بلورات الكبريت فيتعكر المحلول.

ملاحظة: - يمكن وضع كأس بيشر A و B فوق قطع ورقية عليها علامة بالحبر الأسود مثلا حرف (X)، ثم

استعمال نفس الحجم من المزيج المتفاعل حتى لا يتدخل سمك طبقة السائل كعامل في حجب العلامة السوداء في مقارنة كيفية تطور التفاعل في كل بيشر و بالتالي يكون السبب الوحيد في حجب العلامة هو كمية الكبريت الناتجة في كل كأس.

التجربة 3: تأثير الوسيط.

يتفكك الماء الأوكسجيني ذاتيا إلى ماء و ثنائي الأوكسجين: $2\text{H}_2\text{O}_{2(aq)} = 2\text{H}_2\text{O}_{(l)} + \text{O}_{2(g)}$
يعتبر هذا التفاعل تفاعلا بطيئا جدا في درجة الحرارة العادية و لتسريعه يجب استعمال وسيط .

الوسائل المستعملة:

- محلول كلور الحديد الثلاثي، $(\text{Fe}^{3+} + 3\text{Cl}^-)_{(aq)}$ لونه أصفر برتقالي (أي لون الصدا).
- قطعة صغيرة من الكبد.

- 3 كؤوس بيشر تحتوي على كمية من محلول الماء الأوكسجيني (10 V).

خطوات العمل: نأخذ 4 كؤوس بيشر تحتوي على كمية من محلول الماء الأوكسجيني (10 V).

- البيشر (1) يستعمل كشاهد.

- نغمس في البيشر (2) سلكا من البلاتين أو من الحديد معروف الكتلة.

- نضيف للبيشر (3) قليلا من محلول كلور الحديد الثلاثي .

- نضيف للبيشر (4) قطعة صغيرة من الكبد.

المطلوب:

1- نستنتج أن:

في البيشر (1): لا نلاحظ شيئا لأن تفكك الماء الأوكسجيني في الظروف العادية بطيء جدا.

في البيشر (2): انطلاق فقاعات من غاز ثنائي الأوكسجين O_2 نكتشف عنه مثلا بإشعال عود ثقاب (الأفضل

استعمال قصب التمر) ثم إطفائه وإدخاله مباشرة في أنبوب التجربة فنلاحظ أن جمرته تزداد توهجا.

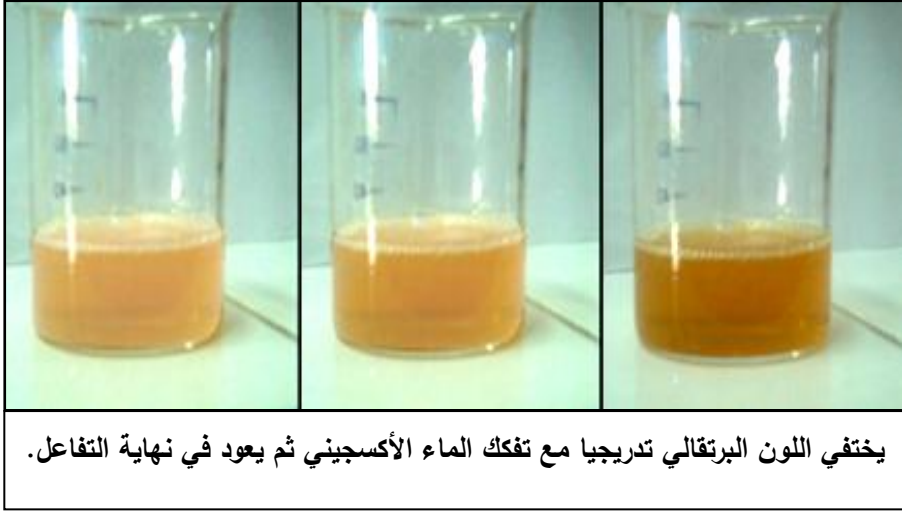
بعد مدة من التحول نزن المسمار فنلاحظ أن كتلته لا تتغير بعد حدوث التفاعل الكيميائي.

في البيشر (3): ظهور فقاعات غازية بعد حوالي 5 ثواني من إضافة محلول كلور

الحديد الثلاثي، يختفي اللون البرتقالي (الذي يعود لشوارد الحديد الثلاثي Fe^{3+}) تدريجيا

بتطور التفاعل ثم يعود في نهاية التفاعل، إذا شوارد الحديد الثلاثي Fe^{3+} وسيط.





يختفي اللون البرتقالي تدريجيا مع تفكك الماء الأكسجيني ثم يعود في نهاية التفاعل.

أحيانا يشارك الوسيط في التفاعل الكيميائي لكن يظهر في الحالة النهائية كما كان في الحالة الابتدائية، لذلك لا يكتب في معادلة التفاعل.

ملاحظة: يمكن تعويض محلول كلور الحديد الثلاثي، $(Fe^{3+} + 3Cl^{-})_{(aq)}$ ، بمحلول نترات الحديد الثلاثي $(Fe^{3+} + 3NO_3^{-})_{(aq)}$.



في البيشر(3): بمجرد إضافة قطعة الكبد تظهر فقاعات غازية بسبب أنزيم الكاتالاز. أنزيم الكاتالاز نوع يساعد على تسريع تفكك الماء الأكسجيني فهو وسيط أنزيمي

2- في رأيك كيف يؤدي الوسيط دوره في التفاعل الكيميائي؟ هل يمكنك إعطاء مقارنة لهذا المفهوم؟
التفاعلات الكيميائية غالبا ما تكون بطيئة أو بطيئة جدا لأنها تمر بمراحل انتقالية تحتاج إلى طاقة كبيرة، بالتالي صعبة.

دور الوسيط هو إيجاد "ممرات تفاعلية" لتجنب حدوث هذه التفاعلات الانتقالية ، الأمر الذي يؤدي إلى زيادة سرعة التفاعل.

- تعتمد الصناعة الغذائية وبعض الصناعات الأخرى في تسريع إنتاجها على العوامل الحركية في التحضير الكيميائي، فعامل الحرارة مكلف صناعيا (ارتفاع سعر البترول) ، لهذا تنصب الأبحاث حاليا نحو استعمال أنجع الوسائط الكيميائية لأنها غير مكلفة.

تنبيه:

- يجب اقتناء الماء الأكسجيني المحضر حديثا و يكون في قارورات عاتمة ومحفوظة في مكان بعيد عن الضوء والحرارة.