كلية العلوم

القسم : **الكيمياء**

السنة : **الرابعة**

المادة : حركية التفاعلات الكيميائية

المحاضرة : الثالثة/عملي/

{{ مكتبة A to Z }}

Facebook Group : مكتبة A to Z

2026

يمكنكم طلب المحاضرات برسالة نصية (SMS) أو عبر (What's app-Telegram) على الرقم 0931497960

الجلسة الثالثة 3	عملي حركية التفاعلات الكيميائية	الأحد: 2023/11/5 الأحد: 2023/11/12
قســـم الكيمياء السنة الرابعة – الفصل الأول 2023 – 2024	دراسة تفاعل الحفز الذاتي بين برمنغنات البوتاسيوم وحمض الحماض STUDY OF THE AUTOCATALYTIC REACTION BETWEEN POTASIUM PERIMANGANATE AND OXALIC ACID	د: مروة رياح
على جميع الطلاب التقيد بمواعيد الجلسات العملية، إضافة لضرورة الالتزام والتقيد بقواعد السلامة المخبرية في كل جلسة		

الهدف من التجربة:

– تحديد مجال الحفز الذاتي في منحني تغيّر التركيز مع الزمن.

– تحديد مرتبة التفاعل الكلي بطريقة أزمنة نصف التفاعل.

– حساب الثوابت الحركية للتفاعل.

الأدوات والمواد المستخدمة:

المحاليل: حمض الحمّاض 0.2 N, محلول برمنغنات البوتاسـيوم 0.1 N، محلول حمض الكبريت 2 N, محلول ثيوكبريتات الصوديوم 0.1N، محلول النشاء, محلول يوديد البوتاسيوم 0.1 N، مطبوخ النشاء.

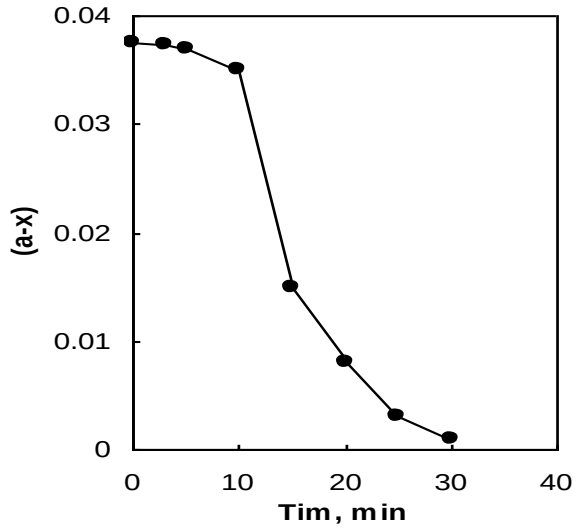
ارلنيماير سعة 500 ml عدد 4, ارلنيماير سعة 250 ml عدد 2، ماصة سعة 10 ml, سحاحة سعة 25 ml، ميقاتية، منظم حراري (حمام مائي)، ميزان حرارة، حوجلة قياســية ســعة 500 ml عدد 2، حوجلة قياسية سعة 100 ml عدد 4.

مقدمة نظرية:

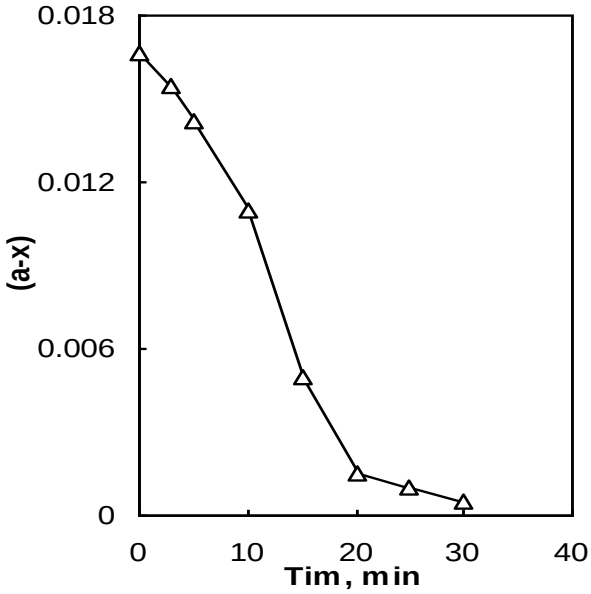
يدعى التفاعل ذاتي الحفز عندما ينتج الحفّاز الذي يســـرع التفاعل مع النواتج، فعندما يتفاعل محلول برمنغنات البوتاسيوم مع محلول حمض الحماض في وسط حمضي يحدث التفاعل التالي:

$$2KMnO_4 + 5H_2C_2O_4 + 3H_2SO_4 \rightarrow 2MnSO_4 + K_2SO_4 + 10CO_2 + 8H_2O$$

ينتج عن التفاعل شـــوارد Mn^{2+} التي تلعب دور الحفاز للتفاعل. يكون التفاعل في البداية بطيئاً (عند عدم وجود شـــوارد Mn^{2+}) وتقريباً يكون منحني تغيرات $(a - x)$ مع الزمن موازٍ لمحور الزمن وبعدها يتناقص التركيز مع الزمن، ويمثل الجزء الأولي من المنحني تأثير الحفز الذاتي، وبعد تشـكّل Mn^{2+} مع النواتج يحدث تسريع للتفاعل، ويكون منحني تغيّر التركيز بدلالة الزمن كما في الشكل (1), عند إضـافة Mn^{2+} إلى المحلول الأصلي فإنّ الجزء الخطي يختفي تماماً، كما في الشكل (2).



الشكل (1) يبيّن تغيّر تركيز البرمنغنات دون إضافة Mn^{+2}.



الشكل (2) يبيّن تغيّر تركيز البرمنغنات مع إضافة Mn^{+2}.

– يستخدم حمض الكبريت لتأمين الوسط المناسب للتفاعل، ولا يستخدم HCl لأنّه يتأكسد بالبرمنغنات، وكذلك لا يستخدم HNO_3 لأنّه يتمتع بخواص مؤكسدة.

– كما يجب أن تكون الحموضة كافية وإلا ترسب ثنائي أكسيد المنغنيز MnO_2 البني اللون مما يستدعي إعادة التجربة مع مراعاة زيادة كمية الحمض المستخدم.

– لا يتطلب هذا التفاعل مشعراً لأنّ لون الشاردة MnO_4^- بنفسجية بينما Mn^{2+} عديمة اللون تقريباً (وردي خفيف جداً).

– كما يمكن تسريع التفاعل الأولي البدائي بالتسخين للدرجة 60 ^oC.

من أجل التفاعلات ذاتية الحفز مثل التفاعل التالي:

$$A \xrightarrow{C} C + P$$

تتعلق سـرعة هذا التفاعل بتركيز المادة A وتركيز الحفاز C حيث تعطى سـرعة التفاعل الكلية بالعلاقة التالية:

$$-\frac{d[A]}{dt}=\frac{dx}{dt}=k_2[A][C] \qquad (1)$$

إذا فرضـنا في اللحظة t = 0 أنّ التراكيز البدائية هي على التوالي $[A_o]$ و $[C_o]$ فإنّه في اللحظة t سـوف يستهلك x mol/l من المادة A ويتشكل x من الحفاز وتصبح التراكيز في اللـحظة t هـي: $[A] = [A_o] - x$ و $[C] = [C_o] + x$ وتـؤول العـلاقة (1) بشكلـها التفاضلي إلى الشكل:

$$\frac{dx}{dt}=k_2([A_o]-x)([C_o]+x) \qquad (2)$$

تكامل هذه العلاقة بالتجزئة، وبعد الترتيب نحصل على ما يلي:

$$k_2t=\frac{2.303}{[A_o]+[C_o]}\log\frac{[A_o]([C_o]+x)}{[C_o]([A_o]-x)} \qquad (3)$$

طريقة العمل التجريبي: Experimental Procedure

خذ بواســـطة مقياس مدرج 25 ml من حمض الكبـــريت 5 N, وأضف إليه 10 ml من حمض الأوكزاليك, ثمّ أضــف 20 ml ماء مقطر وضــعها في ارلينماير, بعدها أضــف إلى المحلول 5 ml من محلول برمنغنات البوتاســـيوم وحدّد زمن اختفاء لون البرمنغنات. ثمّ أعد إضـــافة 5 ml برمنغنات البوتاســـيوم, وحدّد زمن اختفاء لون البرمنغنات مرة ثانية. كرر ما قمت به 7 مرات أي حتى يكون مقدار ما أضفته من البرمنغنات 35 ml, ثمّ رتب النتائج في الجدول التالي:

$KMnO_4$ (ml)	5	10	15	20	25	30	35
t (sec)							

الحسابات:

1- احسب حجم حمض الحمّاض المتفاعل في المزيج عند كل إضافة من البرمنغنات من العلاقة:

$$N.V = N_1.V_1 \quad (C_2O_4^{2-}) \quad (MnO_4^-)$$

2- احسب حجم حمض الحمّاض غير المتفاعل والذي يساوي: $V_1' = 10 - V_1$

3- احسب تركيز حمض الحمّاض غير المتفاعل (C) من العلاقة:

$$N_1'.V_1' = N_2'.V_2'$$

4- رتب النتائج في الجدول التالي:

$KMnO_4$ (ml)	5	10	15	20	25	30	35
t (sec)							
C							
log C							
$\log\frac{1}{t}$							

5- ارسم الخط البياني بين $\log\frac{1}{t}$ بدلالة $\log C$ فينتج خط مستقيم ميله يساوي مرتبة التفاعل.

مكتبة A to Z