

المقدمة

في جميع تجاربنا في الكيمياء الفيزيائية الحركية او الكهربائية، نحتاج الى النموذج الرياضي لمعادلة الخط المستقيم لغرض معالجة بيانات التجربة التي تمت بصورة عملية، بسبب ان الثوابت الرياضية في هذه المعادلة تناظر ثابت كيميائي او فيزيائي من ثوابت النظام المدروس مثل ثابت معدل سرعة التفاعل كما سنرى في التجارب اللاحقة.

تأخذ معادلة الخط المستقيم الشكل العام:

$$Y = \mp b \mp aX \dots \dots \dots (1)$$

حيث ان y يمثل المتغير الصادي و الذي يمثل بيانيا بالمحور العامودي، اما x فيمثل المتغير السيني و الذي يمثل بيانيا على المحور الافقي.

قيم (a, b) تمثل الثوابت في معادلة الخط المستقيم، الثابت الاول اي معامل المتغير x (a) هو ميل المعادلة وهو علاقة التناسب بين متغيري المعادلة، فإذا كانت العلاقة بين المتغيريين (X, Y) طردية فأن الزيادة في قيمة احدهما تعني الزيادة في قيمة الاخر وتكون عندها قيمة الثابت (a) او الميل موجبة. اما عندما تكون العلاقة عكسية فيأخذ الثابت (a) قيمة سالبة وتكون زيادة قيمة المتغير (X) مترافقة مع تناقص قيمة المتغير (Y) .

الثابت (b) في المعادلة (1) تمثل نقطة تقاطع الدالة مع المحور العامودي (المحور الصادي Y).

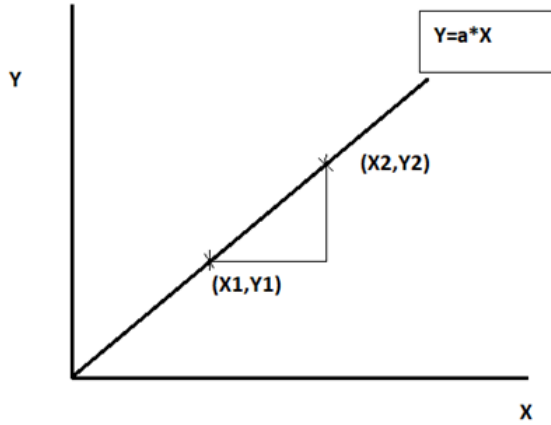
في ضوء ما ذكر فأن معادلة الخط المستقيم يمكن ان تأخذ عدة حالات اعتمادا على اشارة وقيمة الثوابت فيها. من هذه الحالات:

1- الميل موجب وقيمة التقاطع صفر

تأخذ معادلة الخط المستقيم التمثيل الجبري:

$$Y = a * X \dots \dots \dots (2)$$

التمثيل البياني لهذه المعادلة يعطي خط مستقيم ذو ميل موجب (اتجاه الدالة الى الاعلى) قيمته $(+a)$ ويمر الخط المستقيم بنقطة الاصل $(b = 0)$ كما في الشكل:



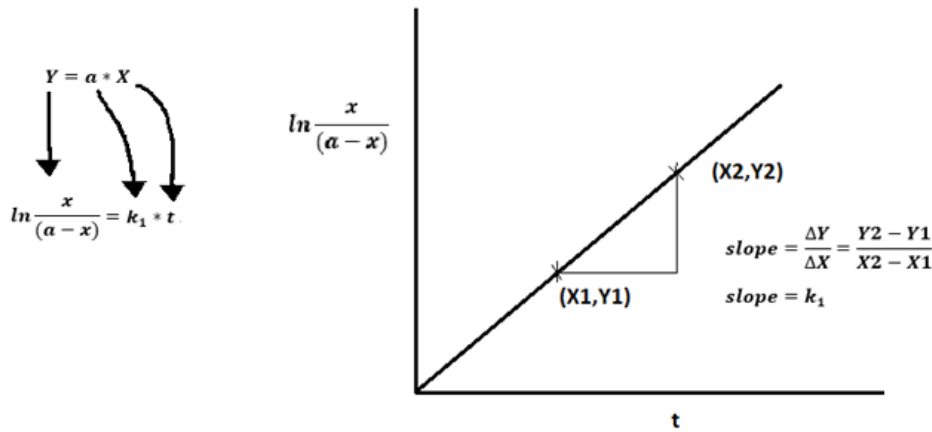
يحسب الميل بيانيا بأخذ نقطتين لا على التعيين ضمن معادلة الخط المستقيم على الرسم البياني، ثم تعزل مساقط تلك النقطتين على المحورين السيني و الصادي اي ان مسقط النقطة الاولى على المحور X يكون $X1$ اما مسقطها على المحور Y فيكون $Y1$ و كذلك بالنسبة للنقطة الثانية; نعزل قيم $(X2, Y2)$ ليتم حساب الميل من القانون:

$$\text{slope} = k_1 \frac{\Delta Y}{\Delta X} = \frac{Y2 - Y1}{X2 - X1} = a \dots \dots \dots (3)$$

مثال عملي على هذا النوع من معادلة الخط المستقيم هو المعادلة التكاملية لتفاعلات المرتبة الاولى المكتوبة بالشكل:

$$\ln \frac{x}{(a-x)} = k_1 * t \dots \dots \dots (4)$$

a تمثل التركيز الاصلي للمادة المتفاعلة، x مقدار التركيز المستهلك وبذلك يكون $(a-x)$ ككل تركيز المتبقي من المادة المتفاعلة. هذا التغير في تركيز يحدث خلال فترة زمنية مقدارها t ، واخيرا يكون ثابت معدل سرعة التفاعل هو k_1 . تكون المعادلة (4) متوافقة مع النوع الذي تم التطرق اليه من معادلة الخط المستقيم اذا اعتبرنا ان الحد $\ln \frac{x}{(a-x)}$ موافق لمحور Y اما الزمن t فيكون موافقا للمحور X ، على هذا الاساس فان ثابت سرعة التفاعل k_1 سيكون موافقا لميل المعادلة ويمكن معرفة قيمة هذا الثابت من خلال معرفة ميل معادلة الخط المستقيم.

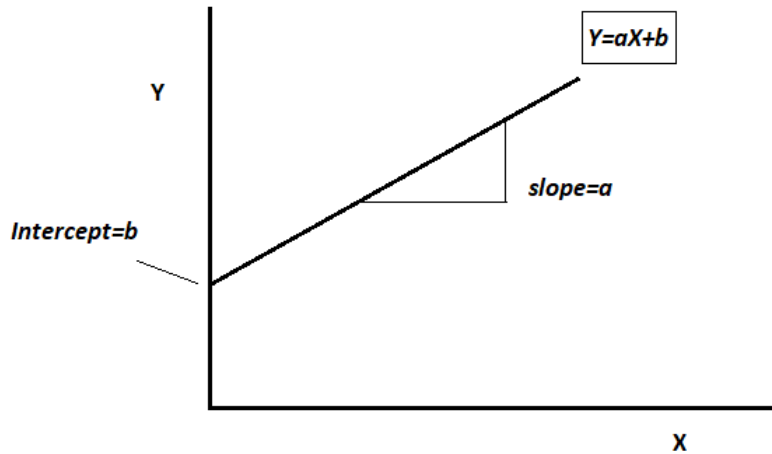


2- الميل موجب وقيمة التقاطع موجبة

الشكل الجبري للمعادلة يكون

$$Y = a * X + b \dots \dots \dots (5)$$

هذه المعادلة مشابهة للمعادلة السابقة خاصة فيما يتعلق بحد المحور السيني و ميل المعادلة و الاختلاف الوحيد هو ان المعادلة تتقاطع مع المحور Y في الجزء الموجب منه (فوق نقطة الاصل)، وكما ذكرنا سابقا فان القيمة العددية لهذا التقاطع تمثل قيمة الثابت (b) في معادلة الخط المستقيم.

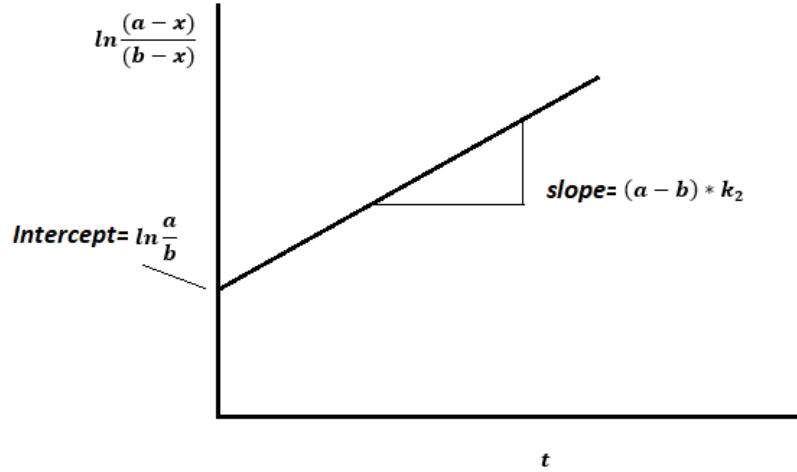


مثال على هذه المعادلة; المعادلة التكاملية لتفاعلات المرتبة الثانية بتركيز مختلفة و التي يمكن كتابتها بالشكل:

$$\ln \frac{(a-x)}{(b-x)} = (a-b) * k_2 * t + \ln \frac{a}{b} \dots \dots (6)$$

a و b في المعادلة (6) تمثل التراكيز الابتدائية للمواد المتفاعلة و k₂ ثابت معدل سرعة التفاعل اما باقي الكميات فتحمل نفس معناها في المعادلة (4)

عند التمثيل البياني للمعادلة (6) فإن المقدار $\ln \frac{(a-x)}{(b-x)}$ سيمثل المحور العامودي بينما يكون الزمن t المحور الافقي لذلك فإن تقاطع المعادلة سيكون الحد $\ln \frac{a}{b}$ و الميل سيكون $(a - b) * k_2$ كما في الشكل:



3- الميل موجب و التقاطع سالب

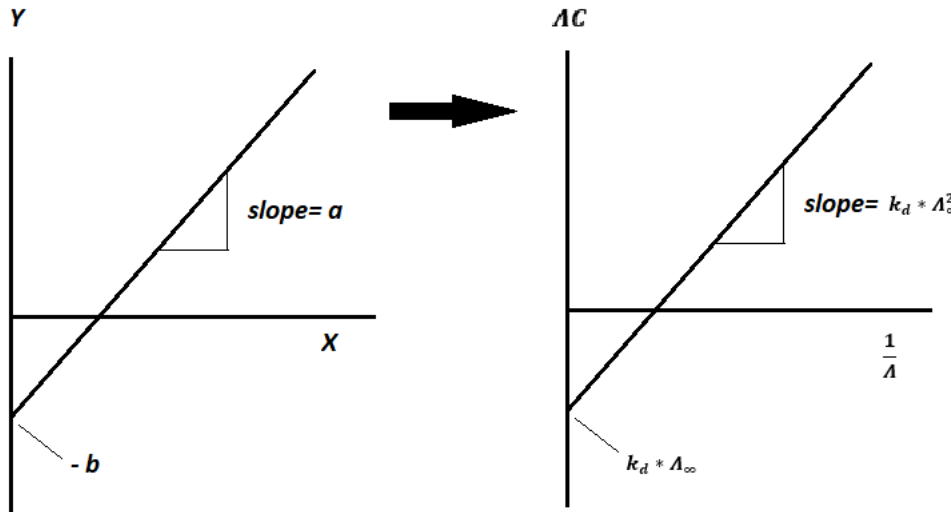
الشكل العام للمعادلة من هذا النوع هو:

$$Y = -b + a * x \dots \dots (7)$$

المعادلة المستخدمة في تجربة تعيين ثابت تفكك الالكتروليت الضعيف تنتمي الى هذا النوع من معادلة الخط المستقيم حيث تأخذ الشكل:

$$\Delta C = k_d * \Lambda_{\infty}^2 * \frac{1}{\Lambda} - k_d * \Lambda_{\infty} \dots \dots (8)$$

فيما يكون التمثيل البياني بالشكل:



4- الميل سالب و التقاطع موجب

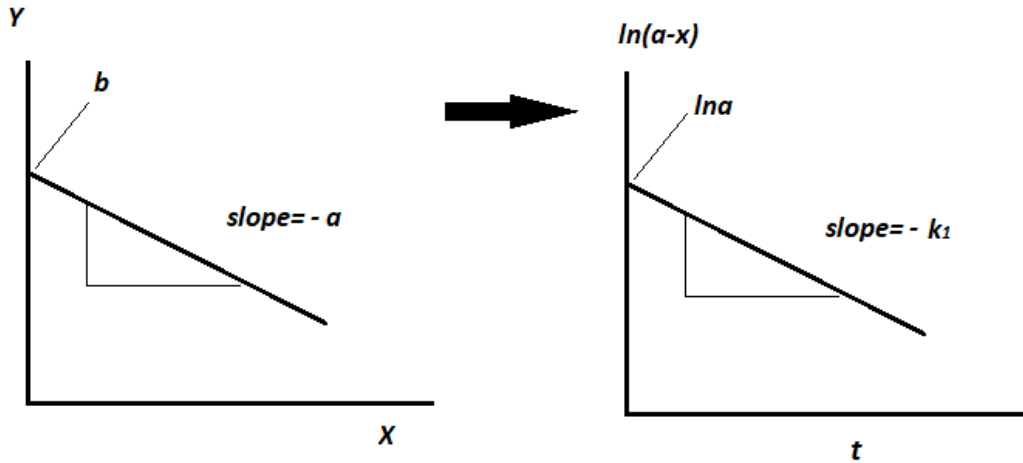
الشكل الجبري لمعادلة الخط المستقيم يكون

$$Y = b - aX \dots\dots\dots (9)$$

مثال على هذه المعادلة المعادلة التكاملية لتفاعلات المرتبة الاولى اي المعادلة (4) و التي يمكن اعادة كتابتها بالشكل:

$$\ln(a - x) = \ln a - k_1 * t \dots\dots\dots (10)$$

حيث يكون التمثيل البياني:

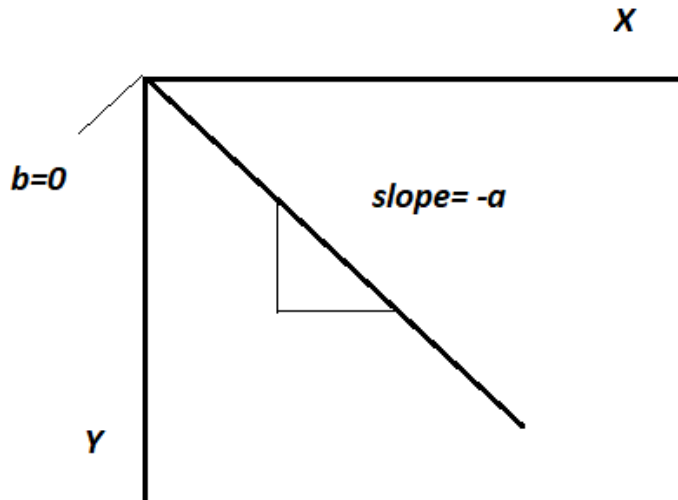


5- الميل سالب و التقاطع صفر

هذه الحالة من الحالات النادرة قليلة الاستخدام، الشكل الجبري للمعادلة يكون:

$$Y = -a * X \dots\dots\dots (11)$$

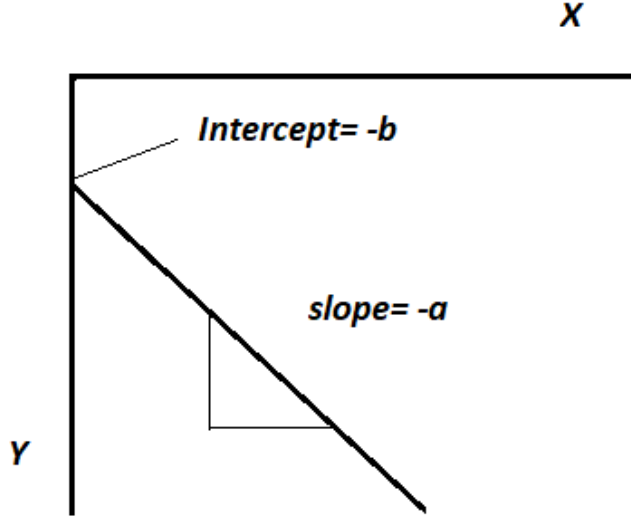
اما التمثيل البياني لها فيتمثل بخط مستقيم يمر بنقطة الاصل يقع في الربع الرابع من نظام الاحداثيات ويكون اتجاهه الى الاسفل:



6- الميل سالب و التقاطع سالب

كما في الحالة السابقة، فإن هذه الحالة قليلة الاستخدام في التطبيقات العملية وايضا تقع في الربع الرابع وبخط مستقيم يتجه الى الاسفل و لكن بنقطة تقاطع تقع دون مستوى نقطة الاصل. التمثيل البياني و الشكل الجبري للمعادلة يكون:

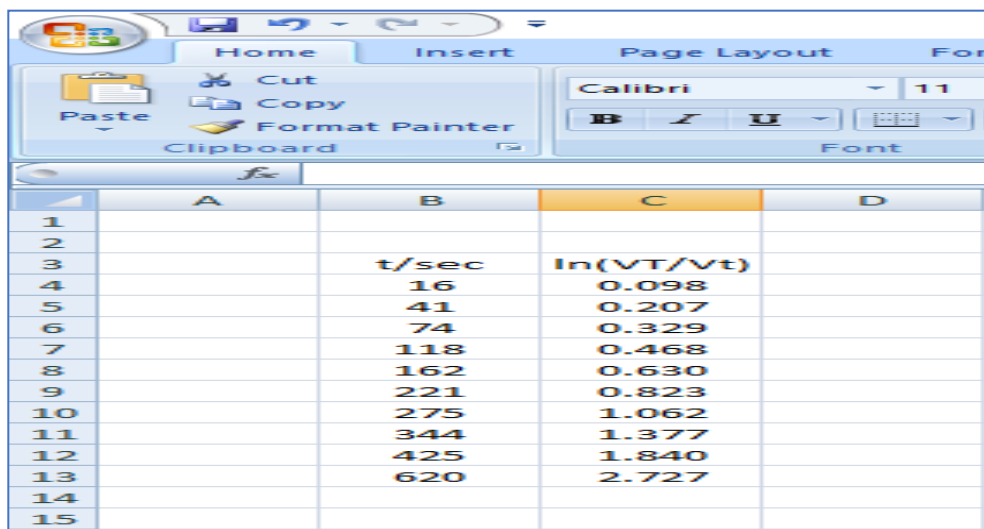
$$Y = -b - a * X \dots \dots \dots (12)$$



معالجة البيانات التجريبية ببرنامج الاكسل

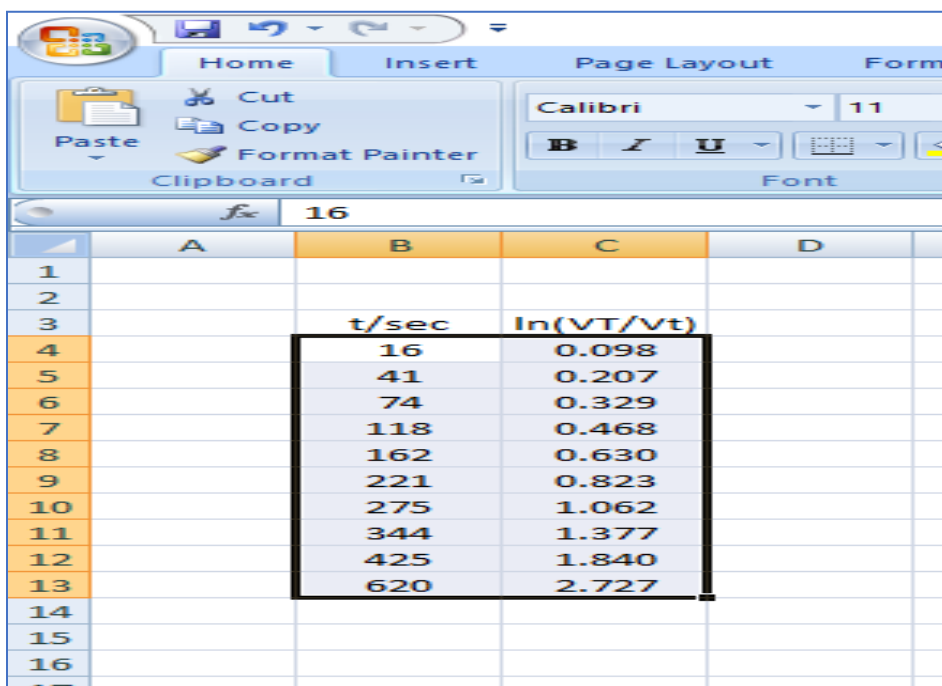
لغرض الحصول على معادلة الخط المستقيم لتجربة معينة بواسطة برنامج Excel نتبع الخطوات التالية

- 1- نقوم بادخال البيانات التجريبية المراد رسمها على شكل حقلين الحقل الاول و يكون على جهة اليسار و يمثل القيم التي ستأخذ المحور x اما التي سوف تكون على جهة اليمين فيكون للتي ستأخذ محور y كما في الشكل



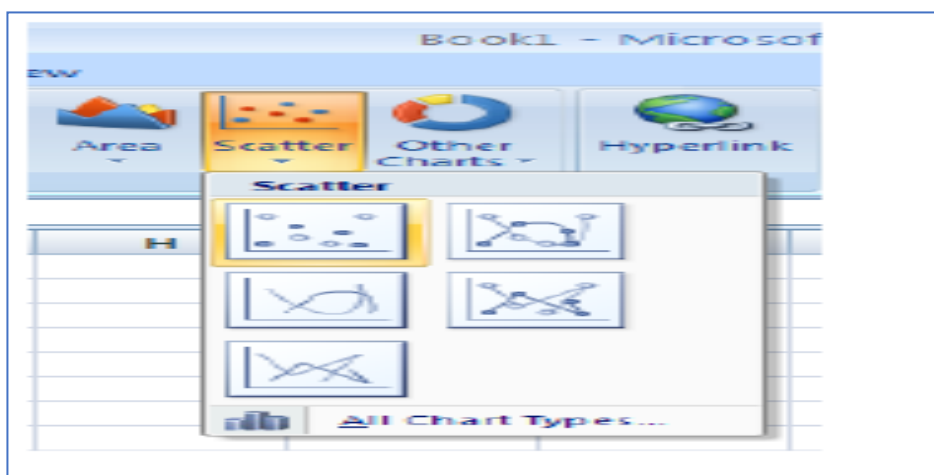
	A	B	C	D
1				
2				
3		t/sec	ln(VT/Vt)	
4		16	0.098	
5		41	0.207	
6		74	0.329	
7		118	0.468	
8		162	0.630	
9		221	0.823	
10		275	1.062	
11		344	1.377	
12		425	1.840	
13		620	2.727	
14				
15				

- 2- نضلل البيانات المراد رسمها

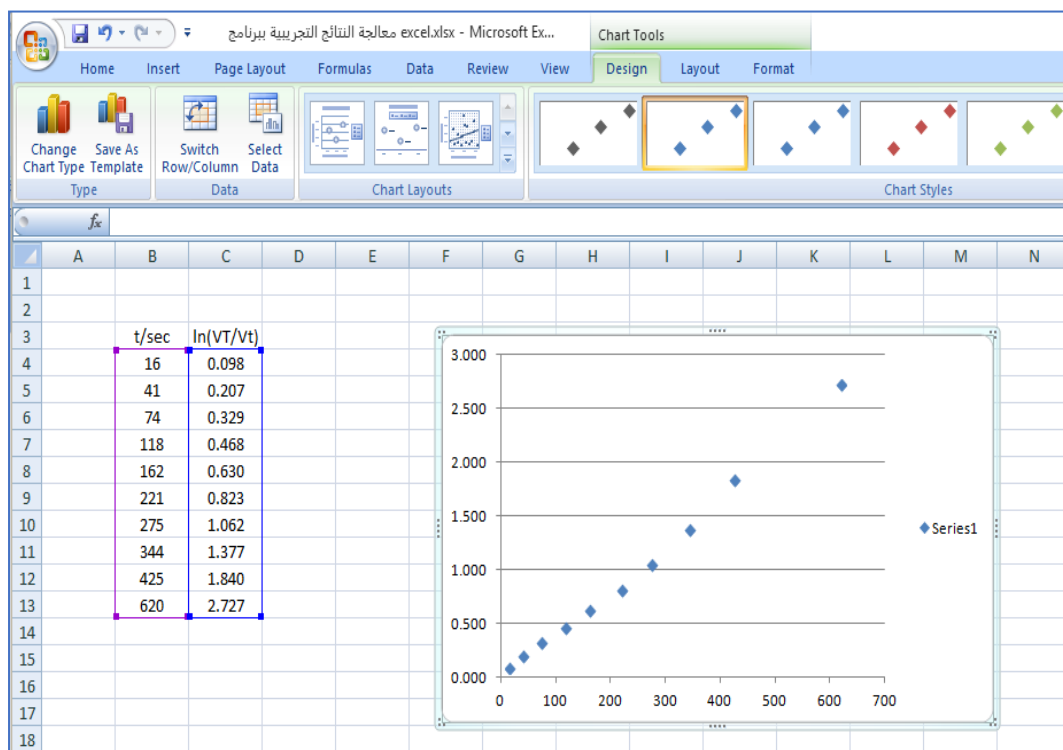


	A	B	C	D
1				
2				
3		t/sec	ln(VT/Vt)	
4		16	0.098	
5		41	0.207	
6		74	0.329	
7		118	0.468	
8		162	0.630	
9		221	0.823	
10		275	1.062	
11		344	1.377	
12		425	1.840	
13		620	2.727	
14				
15				
16				
17				

3- من شريط القوائم نختار ادراج (insert) ومنه نختار مبعثر (scatter) فتظهر لنا عدة اختيارات نختار اي منها كما في الشكل

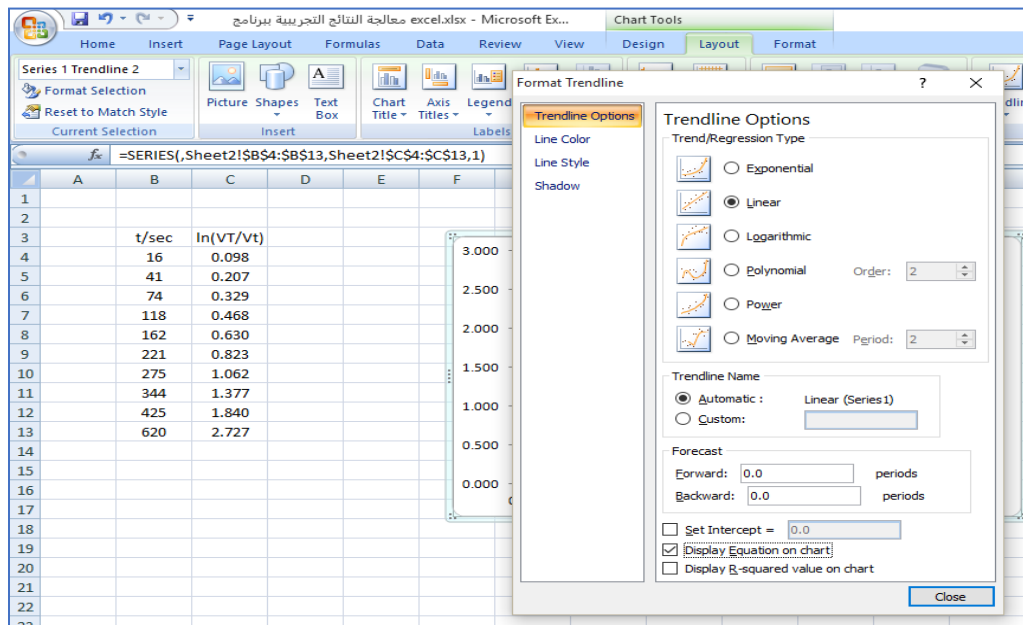


4- بمجرد النقر على واحدة من الاشكال المقترحة يظهر شكل المخطط كالآتي

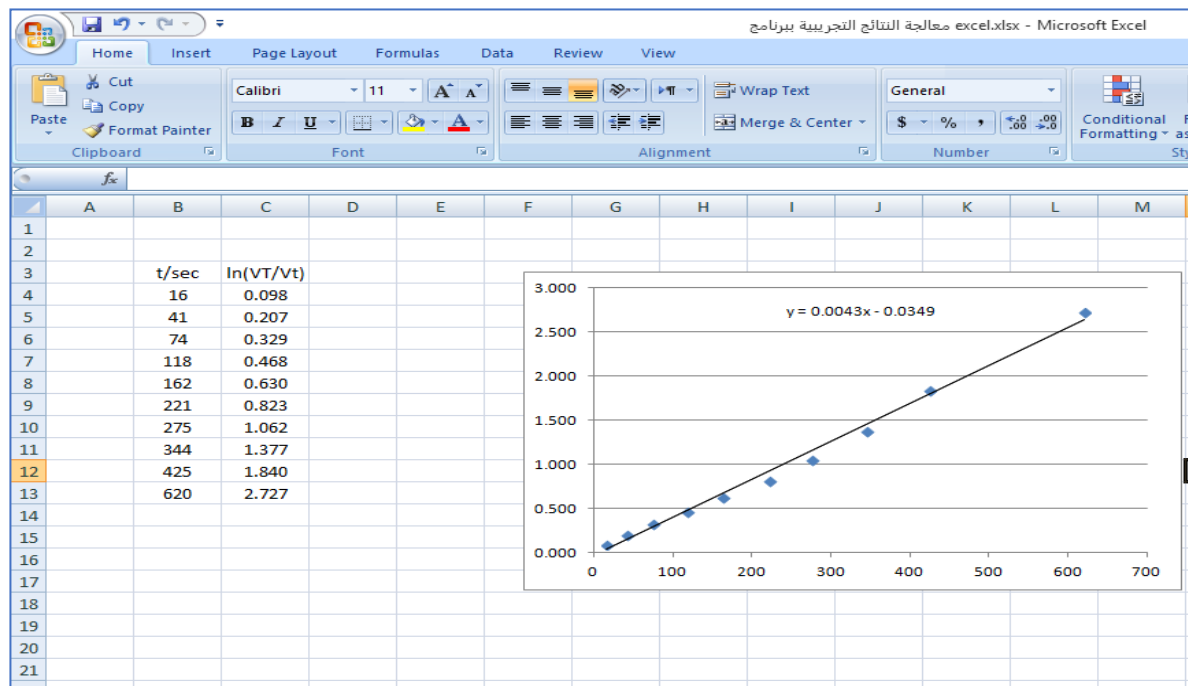


5- و لغرض الحصول على معادلة الخط المستقيم للرسم السابق نقوم بنقرة يسرى على احد النقاط الموجودة في الرسم فيتم تفعيل هذه النقاط ثم ننقر نقرة يمنى فنحصل على شريط مهام نختار منها Add Trendline

6- يظهر لنا واجهة تخاطب كما في الشكل



7- نؤشر على اختيار Linear من بين الاختيارات و في اسفل مربع الحوار نؤشر على Display Equation on Chart ثم نغلق مربع الحوار فنحصل على الشكل

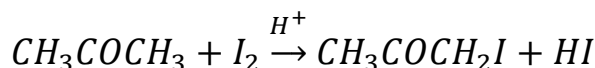


حيث نلاحظ وجود معادلة الخط المستقيم المراد الحصول عليها ضمن الشكل

تعيين ثابت سرعة و عمر نصف تفاعل اليود مع الاسيتون المحفز بالحامض

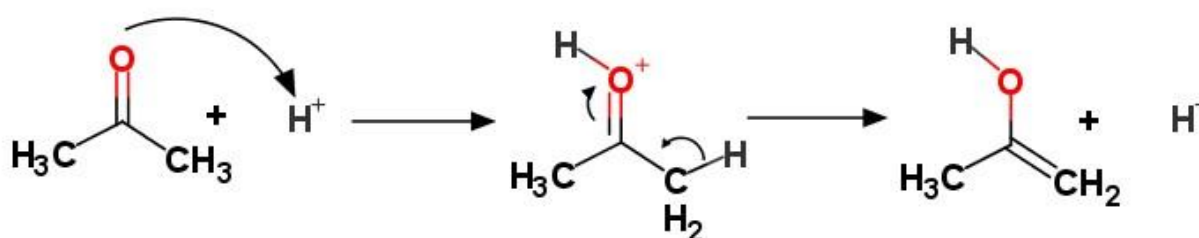
الغرض من التجربة: تعيين ثابت معدل سرعة وعمر نصف تفاعل الاسيتون مع اليود

الجزء النظري:

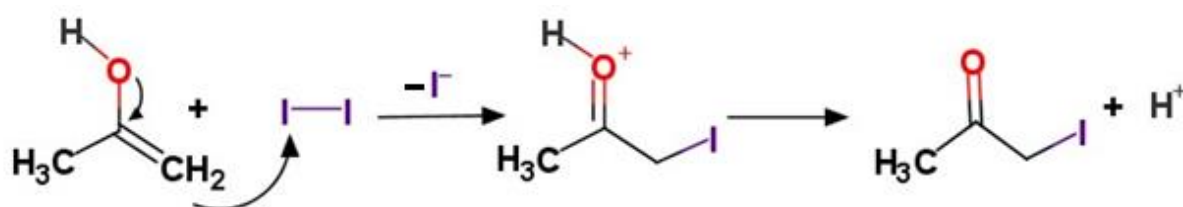


يتفاعل اليود مع الاسيتون في الوسط الحامضي كتفاعل مرتبة صفرية بدلالة مادة اليود اي يكون معدل سرعة التفاعل فيها لا يعتمد على تركيز مادة اليود وبالإمكان استعمال أي حامض (تفاعل حامضي عام). تتم متابعة سير التفاعل عن طريق قياس تركيز اليود المتبقي بتسحيحه مع مادة الثايوسلفات القياسية وباستعمال النشاء كدليل (تسحيح يودو مئري).

الخطوة الأولى المحددة لسرعة التفاعل (الخطوة البطيئة) هو تحول الاسيتون من الشكل الكيتوني Keto form الى الشكل الاينولي Enol form والتي تتحفز بوجود الحامض



يتبعها تفاعل جزيئة اليود بسرعة مع الشكل الاينولي للاسيتون مكونا مادة اليودواسيتون بالإضافة الى حامض الهيدروبيوديك HI كناتج ثانوي.



تصاغ معادلة السرعة ذات المرتبة الصفرية كالآتي:

$$\frac{dx}{dt} = k_0(a - x)^0 \rightarrow \frac{dx}{dt} = k_0$$

$$dx = k_0 dt \rightarrow \int_0^x dx = k_0 \int_0^t dt \rightarrow \boxed{x = k_0 t} \quad \dots\dots(1)$$

المعادلة الأخيرة تمثل معادلة تتبع تركيز المادة الناتجة ذات المرتبة الصفرية بمرور الزمن، وحيث اننا نتتبع حركية التفاعل بقياس تركيز اليود كمادة متفاعلة بمرور الزمن فيكون من الأفضل استعمال معادلة تكاملية تتلاءم مع طبيعة المادة المتفاعلة ويتحقق ذلك من خلال طرح هذه المعادلة من تركيز اليود الابتدائي ككل:

$$a - x = a - k_0 t \quad \text{.....(2)}$$

a تمثل التركيز الابتدائي للمواد المتفاعلة (تركيز المتفاعلات في الزمن (0)). $(-x)$ مقدار المستهلك من المادة المتفاعلة، (x) مقدار المتكون من الناتج، $(a - x)$ التركيز المتبقي من المادة المتفاعلة، k_0 ثابت سرعة تفاعل المرتبة الصفرية، t الفترة الزمنية.

المواد المستخدمة:

- ماء مقطر.
- محلول 0.01 M من ثايوسلفات الصوديوم $Na_2S_2O_3$ او $K_2S_2O_3$ القياسي.
- محلول 0.05 M من اليود المذاب في محلول 10% من يوديد البوتاسيوم. تتم اذابة اليود في محلول يوديد البوتاسيوم بسبب قلة ذوبانيته في الماء وهنا يعمل يوديد البوتاسيوم على زيادة ذوبانية اليود من خلال تكوينه ثلاثي يوديد البوتاسيوم KI_3 الذائب في الماء والذي لا يؤثر على تفاعل اليود مع الاسيتون كما في المعادلة: $I_2 + KI \rightleftharpoons KI_3$
- محلول 0.05 M من حامض الكبريتيك H_2SO_4 يستعمل كعامل مساعد للتفاعل.
- محلول 0.05 M من خلات الصوديوم CH_3COONa كعامل إيقاف. يتم استعمال هذه المادة كعامل إيقاف لهذا التفاعل بسبب سلوكها القاعدي الضعيف والذي يعمل على معادلة حامض الكبريتيك (ابطال العامل المساعد) وجعل الوسط متعادل دون حصول حالة التحول الى الوسط القاعدي في حالة وجود زيادة طفيفة من القاعدة. حيث ان تحول التفاعل الى الوسط القاعدي يعمل على تحريك تفاعل الاسيتون مع اليود باتجاه تفاعل تكوين اليودوفورم وبذلك لا يتوقف التفاعل اثناء عملية التسحيح ولا يمكن تقدير اليود المتبقي.
- محلول 0.1 M من الاسيتون المذاب في الماء المقطر.
- محلول 10% من النشأ المذاب في الماء المقطر كدليل.

الأجهزة المستخدمة:

- حمام مائي.
- دورق للتفاعل حجم 250 ml
- دورق للتسحيح حجم 100 ml
- سحاحة حجم 50 ml

- أسطوانة مدرجة حجم 10 ml عدد 4 لمحاليل كل من (CH_3COONa ، H_2SO_4 ، KI) (الاسيتون).
- أسطوانة مدرجة حجم 100 ml للماء.
- قطارة لدليل النشأ.
- ساعة إيقاف.
- ماصة حجم 10 ml.

طريقة العمل:

- 1- تملأ السحاحة بمحلول ثايوسلفات الصوديوم $Na_2S_2O_3$.
- 2- توضع محاليل مواد (CH_3COONa ، H_2SO_4 ، KI) (الاسيتون) إضافة الى 100 ml من الماء المقطر بدون مزجها في حمام مائي بدرجة حرارة $25^{\circ}C$ لمدة 15 دقيقة لغرض تثبيت درجة الحرارة.
- 3- يوضع ورق التفاعل في الحمام المائي عند نفس الدرجة ويوضع فيه على الترتيب 100 ml من الماء ثم 10 ml من حامض الكبريتيك ثم 5 ml من الاسيتون.
- 4- يوضع 20 ml من محلول اليود الى ورق التفاعل وتشغل ساعة الإيقاف بنفس الوقت.
- 5- بعد 3 دقائق يتم سحب 10 مل من مزيج التفاعل الى ورق التسحيح وتضاف لها بسرعة 10 ml من محلول خلاص الصوديوم وقطرتين من دليل النشأ ثم تسحح ضد ثايوسلفات الصوديوم لغاية اختفاء اللون الأزرق الغامق.
- 6- تكرر الخطوة 3 في الفترات الزمنية (6، 9، 12، 15) دقيقة.

النتائج والحسابات:

- 1- على اساس معادلة التسحيح بين اليود و الثايوسلفات:

$$I_2 + 2Na_2S_2O_3 \rightarrow 2NaI + Na_2S_4O_6$$
يحسب التركيز المولاري المتبقي من اليود المتفاعل من القانون:

$$2 * M_{I_2} * V_{I_2} = M_{thio} * V_{thio} \dots \dots \dots (3)$$
حيث يكون M_{I_2} هو تركيز اليود المتبقي المطلوب حسابه $(a - x)$ ، V_{I_2} حجم مزيج التفاعل المأخوذ للتسحيح، M_{thio} تركيز مادة الثايوسلفات القياسية الموجودة في السحاحة، V_{thio} حجم الثايو سلفات النازلة من السحاحة لمعادلة اليود المتبقي.

- 2- تثبت النتائج المستحصلة في الجدول التالي:

$t(min.)$	$V_{thio}(ml.)$	$(a - x)$	$\ln (a - x)$
3			
6			
9			

12			
15			

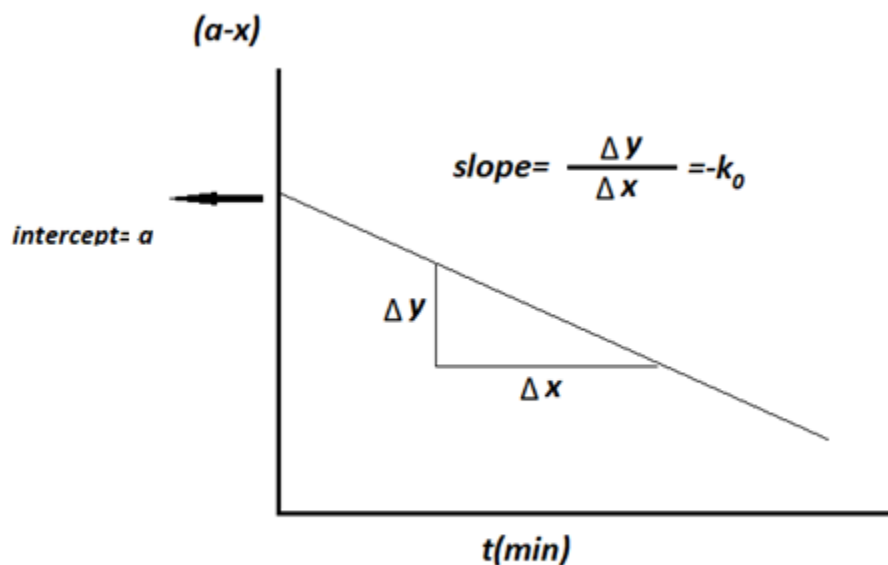
3- ارسم $(a - x)$ مقابل الزمن ثم احسب الميل والتقاطع للخط المستقيم الناتج.

4- يحسب ثابت سرعة التفاعل من الميل الناتج من الرسم. وحسب المعادلة

$$k_0 = -\text{slope} \dots (4)$$

بوحدته $(M \cdot \text{min}^{-1})$

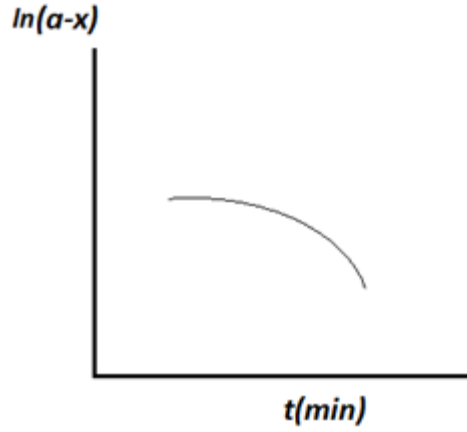
5- قيمة التقاطع تمثل تركيز اليود في الزمن صفر (V_0) (قبل بدء التفاعل).



6- يحسب عمر النصف للتفاعل من القانون:

$$t_{1/2} = \frac{a}{2k_0} \dots \dots \dots (5)$$

7- لتوضيح ان التفاعل لا يتوافق مع حركية المرتبة الأولى يتم رسم $\ln(a - x)$ او $\log(a - x)$ مقابل الزمن (t) والذي لا يؤدي الى الحصول على خط مستقيم.



المناقشة:

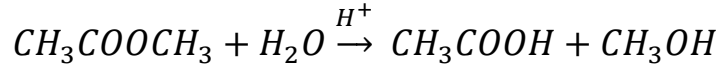
- 1- لماذا تم اعتبار التفاعل من المرتبة الصفرية بدلالة اليود؟
- 2- ما هو نوع التفاعل؟
- 3- هل يزداد ام يقل الحجم النازل من السحاحة ولماذا؟
- 4- ما هو الدليل المستخدم ولماذا؟
- 5- لماذا يذاب اليود في محلول KI 10%؟
- 7- كيف تم التأكد من ان التفاعل بدلالة اليود لا يخضع لحركية المرتبة الأولى؟
- 8- لماذا تم استعمال خلاات الصوديوم كعامل إيقاف للتفاعل؟
- 9- لماذا يعتبر هذا التفاعل تفاعل حامضي عام؟
- 10- كيف تم متابعة سير هذا التفاعل؟

التحلل المائي لخلات الميثيل في الوسط الحامضي

الهدف من التجربة: تعيين ثابت سرعة التفاعل وعمر النصف

الجزء النظري:

تتحلل خلات الميثيل مائيا فتعطي كحول الميثيل وحامض الخليك حسب المعادلة:



حيث يعمل الحامض هنا كعامل مساعد يسرع من سرعة التفاعل ولا يؤثر على مرتبته.

يعد هذا التفاعل في الأصل من المرتبة الأولى لكل من الاستر والماء الداخل في التفاعل أي ان التفاعل ككل يعتبر من المرتبة الثانية وبالتالي يكتب تعبير السرعة لهذا التفاعل بالشكل:

$$R = k_2[Ester][H_2O] \dots \dots \dots (1)$$

لكن من الناحية العملية تكون كمية الماء المشكلة لوسط التفاعل كمذيب أكبر بكثير من كمية الماء المشاركة فعليا في التفاعل وعلى هذا الأساس يكون النقصان في تركيز الماء اثناء التفاعل مقدار صغير، ويكون تركيز الماء شبه ثابت في قانون السرعة والذي يتحد مع ثابت سرعة المرتبة الثانية في القانون مكونا ثابت سرعة جديد والمقدار المتغير الوحيد في قانون السرعة المتبقي سيكون تركيز الاستر لذلك يكون سلوك هذا التفاعل مشابه لسلوك تفاعلات المرتبة الأولى، وفي هذه الحالة تسمى بالمرتبة الأولى الكاذبة .Pseudo-First Order Reaction

$$k_2 * [H_2O] = k_1' \dots \dots \dots (2)$$

بتعويض معادلة (2) في (1) يصبح قانون السرعة:

$$R = k_1'[Ester] \dots \dots \dots (3)$$

والقانون التكاملي المستخدم هو قانون المرتبة الأولى

$$\frac{\ln[a]}{\ln[a-x]} = k_1't \text{ or } \ln[a-x] = \ln[a] - k_1't \dots \dots (4)$$

a هو التركيز الابتدائي للاستر، $[a-x]$ تركيز الاستر المتبقي بعد فترة زمنية مقدارها t بينما k_1' ثابت سرعة المرتبة الأولى الكاذبة.

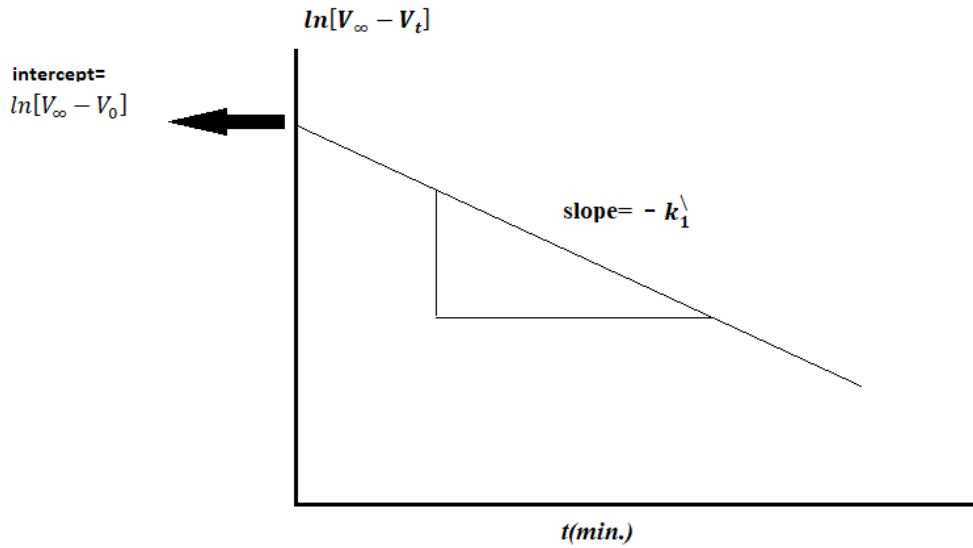
يتم تتبع حركية التفاعل من خلال تسحيح كمية حامض الخليك المتكونة مع قاعدة قياسية ونظرا لوجود حامض HCl المساعد في هذه التجربة فأن كمية القاعدة القياسية النازلة من السحاحة وخلال مختلف مراحل التفاعل ستكون على النحو التالي:

time	CH_3COOH	acid	eq.Base
$t = 0$	0	$[HCl]$	$\equiv V_0$
$t = t$	x	$[HCl]$	$\equiv V_t$
$t = \infty$	a	$[HCl]$	$\equiv V_\infty$

لذلك فإن الحد $[a - x]$ الموجود في قانون السرعة يكون مكافئ للحد $[V_\infty - V_t]$ والحد $[a]$ يكون مكافئ للحد $[V_\infty - V_0]$ ، لذلك عند تعويض هذه الكميات في المعادلة (4) نحصل على:

$$\ln[V_\infty - V_t] = \ln[V_\infty - V_0] - k_1 t \dots (5)$$

والتمثيل البياني للمعادلة يكون $\ln[V_\infty - V_t]$ على المحور y مقابل الزمن على المحور x وبهذا يساوي الميل الثابت k_1 بعكس الإشارة اما التقاطع فيساوي الحد $\ln[V_\infty - V_0]$ كما في الشكل:



المواد المستخدمة:

- 1- ماء مقطر (قسم من الماء يستعمل في العمل وقسم من الماء يوضع في الثلاجة).
- 2- مادة خلات المثيل.
- 3- حامض HCl بتركيز 0.1 N
- 4- قاعدة قياسية $NaOH$ بتركيز 0.05 N (يمكن استعمال KOH).
- 5- دليل الفينولفثالين ph.ph.

الأجهزة المستخدمة:

- 1- حمام مائي.
- 2- ساعة إيقاف.

3- تالاجة

4- سحاحة حجم 50 ml.

5- دورق للتفاعل حجم 250 ml.

6- دورق للتسحيح حجم 100 ml.

7- أسطوانة مدرجة حجم 50 ml.

8- ماصة حجم 10 ml.

طريقة العمل:

- 1- تملأ السحاحة بمحلول 0.05 M هيدروكسيد الصوديوم.
- 2- نأخذ 100 ml من حامض HCl ذو التركيز 0.1 M ويوضع في دورق حجم 250 ml ويوضع في الحمام المائي بدرجة حرارة $25^{\circ}C$ لمدة ربع ساعة.
- 3- بعد التجانس الحراري للدورق يضاف اليه مع المزج وتشغيل الساعة 3 ml من خلاات المثلث (هذه العملية يجب ان تتم بسرعة).
- 4- بعد مرور خمس دقائق نسحب من مزيج التفاعل 5ml نضع في دورق التسحيح ويضاف اليه 20 ml من الماء البارد كعامل إيقاف ثم قطرتين من دليل ph.ph. وتسحح ضد القاعدة الموجودة في السحاحة ويسجل الحجم النازل.
- 5- تكرر الخطوة (5) في الفترات الزمنية (10, 15, 20, 25) دقيقة.
- 6- يترك التفاعل في الحمام المائي لمدة 24 ساعة بعدها تؤخذ عينة للتسحيح كما في الخطوة (4) لغرض حساب V_{∞} .

النتائج والحسابات:

- 1- تنظم بيانات التجربة كما في الجدول:

$t (min.)$	$V_t(ml.)$	$V_{\infty}(ml.)$	$(V_{\infty} - V_t)$	$\ln (V_{\infty} - V_t)$
5				
10				
15				
20				
25				

- 2- نرسم بين المقدار $\ln[V_{\infty} - V_t]$ وبين الزمن ويحسب الميل له ثم ثابت سرعة التفاعل.

$$slope = -k_1$$

3- يحسب عمر نصف التفاعل من القانون

$$t_{1/2} = \frac{\ln 2}{k_1} \dots \dots \dots (6)$$

المناقشة:

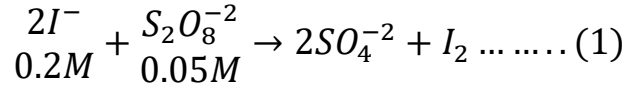
- 1- ما سبب اعتبار هذا التفاعل من المرتبة الأولى الكاذبة؟
- 2- ما فائدة إضافة الماء البارد الى العينة المسحوبة الى التسحيح؟
- 3- هل يزداد الحجم النازل من السحاحة بمرور الزمن ام لا ولماذا؟
- 4- ما نوع التسحيح في هذه التجربة؟
- 5- ماذا يمثل التقاطع في هذه التجربة؟
- 6- ما دور حامض HCl في هذه التجربة؟

اسم التجربة: تفاعل جذر البرسلفات مع زيادة من ايون اليوديد

الغرض من التجربة: تعيين ثابت معدل سرعة التفاعل وعمر النصف

الجزء النظري:

يتفاعل كل من جذر البرسلفات مع ايون اليوديد تفاعلا يتأكسد فيه ايون اليوديد الى اليود (I_2) مع اختزال جذر البرسلفات الى ايون الكبريتات كم في المعادلة:



ان معدل سرعة لهذا التفاعل يعتمد على تركيز كلا المادتين المتفاعلتين وبالمرتبة الأولى لكل منهما أي ان المرتبة العامة للتفاعل تكون ثانية.

$$R = k_2[S_2O_8^{2-}]^1 * [I^-]^1 \dots \dots (2)$$

وعند وجود ايون اليوديد بكمية كبيرة فإن التفاعل من الناحية العملية يسلك سلوك تفاعلات المرتبة الأولى الكاذبة، حيث يكون التغير في تركيز ايون اليوديد شبه ثابت اثناء سير التفاعل وبذلك تكون سرعة التفاعل معتمدة على التغير الحاصل في تركيز جذر البرسلفات (الأقل تركيزا) فقط بمرور الزمن.

$$R = k_2[S_2O_8^{2-}] \dots \dots (3)$$

وهنا سوف نعلم حركية المرتبة الأولى (الكاذبة) في تتبع سير التفاعل من خلال المعادلة:

$$\ln(a - x) = \ln a - k_1 t \dots \dots (4)$$

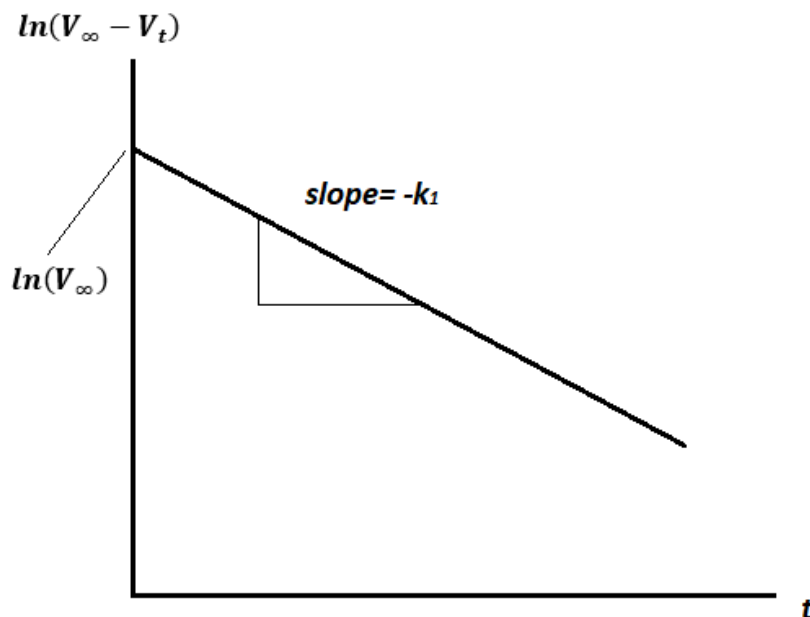
وحيث انه تتم متابعة سير التفاعل من خلال تسحيح اليود المتكون، والذي يكافئ كمية البرسلفات المستهلكة حسب معادلة التفاعل الموزونة (1) لذلك فإن حجم الثايوسلفات القياسية النازلة (V_t) من السحاحة سوف يكافئ الكمية x من تركيز مادة البرسلفات الداخلة في التفاعل. في حين انه في نهاية التفاعل أي عند

($t = \infty$) فإن الحجم النازل من السحاحة (V_∞) سيكافئ تركيز اليود المتكون النهائي والذي يكافئ تركيز البرسلفات الابتدائي قبل التفاعل (a).

على هذا الأساس يعاد ترتيب المعادلة (4) بدلالة الحجم النازل من السحاحة لتكون:

$$\ln(V_\infty - V_t) = \ln(V_\infty) - k_1 t \dots \dots (5)$$

حيث انه في هذه التجربة يمكن تتبع حركية التفاعل بدلالة الحجم بدلا من التراكيز. تمثل المعادلة (5) بيانيا بالشكل:



الجزء العملي

المواد المستخدمة:

- 1- محلول قياسي من ثايوسلفات البوتاسيوم او الصوديوم بتركيز $0.01 M$
- 2- $100 ml$ من محلول برسلفات البوتاسيوم $K_2S_2O_8$ بتركيز $0.1 M$
- 3- $100 ml$ من محلول يوديد البوتاسيوم KI بتركيز $0.4 M$

الأجهزة المستخدمة:

- 9- حمام مائي.
- 10- ساعة إيقاف.
- 11- سحاحة حجم $50 ml$.
- 12- ورق حجمي سعة $100 ml$ عدد 2 للمواد المتفاعلة
- 13- ورق للتفاعل حجم $250 ml$.
- 14- ورق للتسحيح حجم $100 ml$.
- 15- أسطوانة مدرجة حجم $50 ml$ عدد 2.
- 16- ماصة حجم $10 ml$.

طريقة العمل:

- 1- تملأ السحاحة بمحلول الثايو سلفات القياسي $0.01 M$

2- توضع الدوارق الحاوية على محلولي البرسلفات و اليوديد في الحمام المائي كل على حدة بدرجة حرارة $25^{\circ}C$ لمدة 15 دقيقة.

3- يؤخذ 50 ml من محلول البرسلفات و 50 ml من محلول اليوديد وتمزج بسرعة في دورق التفاعل ويسجل زمن بداية التفاعل ثم تعاد الى الحمام المائي.

(عند المزج يكون حجم المزيج النهائي 100 ml وبذلك يكون تركيز ايون اليوديد الابتدائي 0.2 M و تركيز جذر البرسلفات الابتدائي 0.05 M في لحظة دخولها التفاعل)

4- بعد مرور 5 min. يؤخذ 10 ml من مزيج التفاعل وتوضع في دورق تسحيح ويضاف لها 10 ml من الماء المقطر و قطرتين من دليل النشاء ثم تسحح ضد محلول الثايسلفات لحين ظهور اللون الازرق ثم يسجل الحجم النازل V_t .

5- تكرر الخطوة السابقة عند الفترات الزمنية (10, 15, 20, 25 min.).

6- يحسب V_{∞} بترك مزيج التفاعل في الحمام المائي لمدة 24 ساعة ومن ثم تؤخذ عينة منه للتسحيح كما في الخطوة (4).

النتائج و الحسابات

1- تنظم بيانات التجربة في الجدول

$t\text{ (min.)}$	$V_t\text{ (ml)}$	$V_{\infty}\text{ (ml)}$	$(V_{\infty} - V_t)$	$\ln(V_{\infty} - V_t)$
5				
10				
15				
20				
25				

2- نرسم بين الزمن t على المحور X وبين $\ln(V_{\infty} - V_t)$ على المحور Y لنحصل على خط مستقيم ميله يساوي $-k_1$ بوحدة min^{-1} وتقاطعه يساوي $\ln V_{\infty}$.

المناقشة

1- لماذا يمكننا في هذه التجربة استعمال الحجم النازل من السحاحة في اجراء الحسابات بدلا من التركيز المتبقي للبرسلفات؟

2- ما سبب زيادة الحجم النازل من السحاحة بمرور الزمن؟

3- ما سبب اضافة 10 ml من الماء المقطر الى النموذج المأخوذ للتسحيح؟

4- ما هو نوع التسحيح في هذه التجربة؟

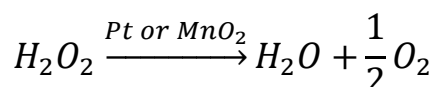
5- بين العامل المؤكسد و العامل المختزل في في تفاعل جذر البرسلفات مع ايون اليوديد.

التحلل المحفز لبيروكسيد الهيدروجين

الغرض من التجربة: حساب ثابت سرعة وعمر نصف التحلل المحفز لبيروكسيد الهيدروجين.

الجزء النظري:

يتفكك بيروكسيد الهيدروجين ببطء و بصورة طبيعية الى الماء و غاز الاوكسجين. تزداد سرعة عملية هذا التفكك بوجود عوامل مختلفة منها التحفيز غير المتجانس بواسطة البلاتين الغروي او مادة ثاني اوكسيد المنغنيز استناداً الى المعادلة:

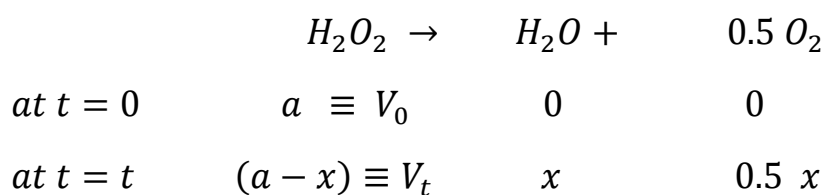


وهي عملية تحفيز غير متجانسة بسبب كون الحالة الفيزيائية لهذه العوامل المساعدة صلبة في حين ان مادة البيروكسيد موجودة في الحالة السائلة. من الجدير بالذكر ان استقرارية مادة البيروكسيد في الوسط الحامضي اعلى منها في الوسط القاعدي.

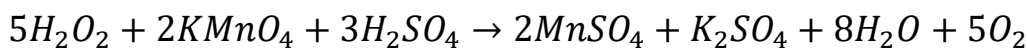
يمكن متابعة حركية هذا التفاعل عن طريق تسحيح المتبقي من H_2O_2 مع مادة برمنكنات البوتاسيوم القياسية المحمضة بحامض الكبريتيك خلال فترات زمنية متعاقبة، او من خلال متابعة حجم غاز الاوكسجين المتحرر بمرور الزمن.

ان تحلل مادة H_2O_2 تخضع لحركية المرتبة الاولى، كما ان معدل سرعة التفاعل تعتمد على تركيز المادة المتفاعلة و على المساحة السطحية للعامل المساعد وطبيعته الفيزيائية و الكيميائية عند درجة حرارة معينة.

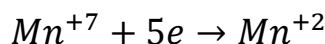
يمكن كتابة مراحل سير التفاعل بمرور الزمن بالشكل



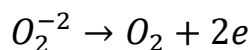
عند تتبع حركية التفاعل بطريقة التسحيح فأن مادة البرمنكنات القياسية تتفاعل مع البيروكسيد المتبقي بعد فترة زمنية معينة بوجود حامض الكبريتيك المخفف استناداً الى المعادلة:



وهو تفاعل من نوع اكسدة اختزال يختزل فيه المنغنيز من حالة الاكسدة السباعية الى حالة الاكسدة الثنائية بأكتساب خمس الكترونات



بينما يتأكسد جذر البيروكسيد من حالة الاكسدة (-2) الى الصفر بأكتساب الكترون لكل ذرة اوكسجين



ولا تحتاج عملية التسحيح بالبرمنكنات الى دليل بسبب ان اختفاء اللون المميز للبرمنكنات اثناء عملية التسحيح تعني عدم تعادل عينة البيروكسيد المسحقة والنقطة التي يثبت عندها لون البرمنكنات تعني الوصول الى نقطة التعادل.

يجب الانتباه الى اضافة حامض الكبريتيك الى عينة التفاعل المأخوذة الى التسحيح للأسباب التالية:

- 1- تكون ضرورية لعمل البرمنكنات كعامل مؤكسد اثناء عملية التسحيح.
- 2- تعمل على زيادة استقرارية وتقليل تفكك بيروكسيد الهيدروجين المأخوذ للتسحيح اي تعمل كعامل ايقاف.

3- تتفاعل مع العامل المساعد (MnO_2) وتستهلكه مما يعزز سلوكها كعامل ايقاف.

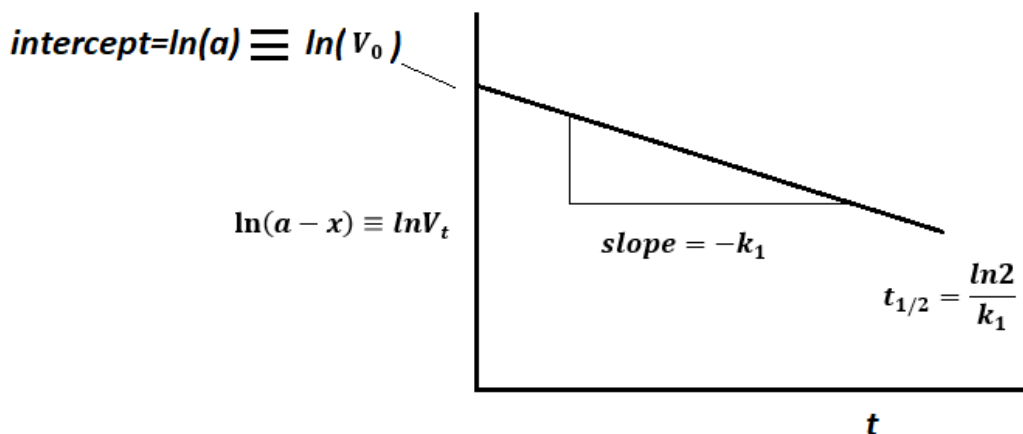


يكون التمثيل البياني حسب حركية المرتبة الاولى

$$\ln(a - x) = -k_1 * t + \ln a \dots \dots \dots (1)$$

حيث ان التفاعل من المرتبة الاولى يمكن اثناء دراسة حركية التفاعل استعمال الحجم النازل من السحاحة كمكافئ لتركيز بيروكسيد الهيدروجين المتبقي من التفاعل لغرض حساب ثابت السرعة وعمر النصف مع مراعاة ان قيمة التقاطع ستكافئ حجم البرمنكنات النازل من السحاحة المعادلة لتركيز البيروكسيد الابتدائي قبل اضافة العامل المساعد. بذلك تصبح العلاقة:

$$\ln V_t = -k_1 * t + \ln V_0 \dots \dots \dots (2)$$



الجزء العملي

المواد المستخدمة:

- 1- ماء مقطر
- 2- محلول H_2O_2 بتركيز $\approx 30\%$
- 3- محلول برمنغنات البوتاسيوم بتركيز $0.05 M$
- 4- مادة MnO_2
- 5- حامض الكبريتيك ($1M$)

الاجهزة المستخدمة:

- 1- حمام مائي
- 2- ميزان ($\pm 0.01 g$)
- 3- ساعة إيقاف
- 4- سحاحة حجم $50 ml$
- 5- قناني حجمية للبيروكسيد و حامض الكبريتيك سعة $100 ml$ عدد 2
- 6- ورق للتفاعل حجم $100 ml$
- 7- ورق للتسحيح حجم $100 ml$
- 8- ماصة حجم $10 ml$
- 9- اسطوانة مدرجة حجم $10 ml$

طريقة العمل

- 1- تملأ السحاحة بمادة برمنغنات البوتاسيوم.
- 2- نأخذ قنينة حجمية سعة ($100 ml$) ونضع فيها ($0.5 ml$) من بيروكسيد الهيدروجين ونكمل الحجم للعلامة.
- 3- نضع محلول البيروكسيد المحضر سابقا في ورق تفاعل ونضيف ($0.5 g$) من MnO_2 ونسجل زن بداية التفاعل.
- 4- بعد مرور ($5 min.$) نسحب بواسطة الماصة ($10 ml$) وتنقل الى ورق تسحيح ثم يضاف عليها ($10 ml$) من حامض الكبريتيك وتسحب ضد البرمنغنات.
- 5- تكرر العملية السابقة في الفترات ($10, 15, 20, 25$).

الحسابات و النتائج

- 1- ترتب النتائج كما في الجدول

$t(min)$	$V_t(ml)$	$\ln V_t \equiv \ln (a - x)$
5		
10		
15		
20		
25		

- 2- نرسم بين $\ln V_t$ و بين الزمن t لنحصل على خط مستقيم ميله يمثل $-k_1$ وتقاطعه $\ln V_0$.
- 3- يحسب عمر نصف التفاعل من العلاقة

$$t_{1/2} = \frac{\ln 2}{k_1} \dots \dots \dots (3)$$

المناقشة

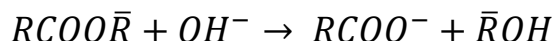
- 1- لماذا اعتبر MnO_2 عامل مساعد غير متجانس في هذه التجربة؟
- 2- على ماذا تعتمد سرعة التفاعل في هذه التجربة؟
- 3- هل يمكن استعمال HCl بدلا من H_2SO_4 في هذه التجربة؟
- 4- ماذا يكافئ الحجم النازل من السحاحة؟
- 5- هل يزداد ام يقل الحجم النازل من السحاحة ولماذا؟
- 6- هل تم استعمال دليل اثناء التسحيح؟
- 7- ما نوع التسحيح؟

تفاعل خلاات الاثيل مع هيدروكسيد الصوديوم (تفاعل الصوبنة)

أ- بتراكيز ابتدائية متساوية.

الغرض من التجربة: تعيين ثابت سرعة وعمر نصف تفاعل الصوبنة بتراكيز متساوية

الجزء النظري: تتفاعل الاسترات بصورة عامة مع القواعد القوية لتكوين ملح الحامض الكربوكسيلي مع تحرير الكحول المقابل.

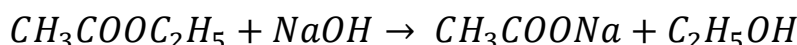


عندما يكون الاستر المستخدم زيت نباتي او شحم حيواني والتي هي عبارة عن استرات الحوامض الكربوكسيلية الشحمية مع كحول الكليسرول فإن ملح الحامض الشحمي الكربوكسيلي الناتج يكون الصابون اما الكحول المتحرر فيكون الكليسرول، من هنا جاءت تسمية هذا النوع من التفاعلات بتفاعل الصوبنة.

تتبع حركية تفاعل الصوبنة حركية المرتبة الثانية والتي تكون سرعة التفاعل فيها معتمدة على كل من تركيز الاستر وتركيز القاعدة:

$$Rate = k_2[Ester].[OH^-]$$

عند استعمال استر خلاات الاثيل بتراكيز ابتدائي a مع قاعدة هيدروكسيد الصوديوم بتراكيز ابتدائي b وعلى اساس معادلة تفاعلهما العامة يمكن صياغة مراحل جريان التفاعل كالآتي:



at $t = 0$	a	b	0	0
at $t = t$	$a - x$	$b - x$	x	x

يكون التعبير التفاضلي لمعادلة سرعة التفاعل:

$$\frac{dx}{dt} = k_2(a - x)(b - x) \dots \dots \dots (1)$$

وحيث ان موضوع هذه التجربة هو دراسة حركية التفاعل عند تراكيز متساوية لكل من القاعدة والاستر لذلك $a = b$ ويكون التعبير التفاضلي لقانون السرعة:

$$\frac{dx}{dt} = k_2(a - x)^2 \dots \dots \dots (2)$$

تكامل المعادلة السابقة يمكن كتابته بالشكل:

$$\frac{x}{(a-x)} = k_2 \cdot a \cdot t \dots \dots (3)$$

او بالشكل:

$$\frac{1}{a-x} = \frac{1}{a} + k_2 \cdot t \dots \dots (4)$$

يتم حساب عمر نصف التفاعل من القانون

$$t_{1/2} = \frac{1}{k_2 \cdot a} \dots \dots \dots (5)$$

لغرض المتابعة العملية لسير التفاعل يمكن تعيين تركيز المتبقي $(a-x)$ من القاعدة من خلال تسحيح حامض-قاعدة خلال مراحل التفاعل المختلفة ولكن نظرا للحاجة لايقاف التفاعل خلال مرحلة التسحيح، فسيتم اعتماد طريقة التسحيح الرجوعي لغرض ايقاف التفاعل خلال مرحلة التسحيح اضافة الى تتبع سير التفاعل ويتم ذلك كالآتي:

يتم اضافة كمية من حامض HCl مكافئة تماما لكمية القاعدة الابتدائية في بداية التفاعل اي يكون تركيز HCl مساوي لتركيز القاعدة الابتدائي a وبنفس الحجم المأخوذ للتسحيح.

بعد مرور فترة زمنية معينة على بداية التفاعل يكون المتبقي من تركيز القاعدة في العينة المسحوبة للتسحيح $(a-x)$ لذلك عند اضافة كمية حجمية مكافئة من حامض HCl و بتركيز a فأنها تعادل المتبقي من القاعدة و الزيادة من HCl ستكون

$$a - (a-x) = x \dots \dots \dots (6)$$

لذلك يعرف التسحيح الرجوعي في ضوء هذه التجربة بأنه اضافة كمية من حامض HCl مكافئة لكمية القاعدة المتفاعلة مع الاستر في بداية التفاعل، و التي تعمل على معادلة المتبقي من القاعدة بعد زمن معين. ثم تسحح الزيادة من الحامض و التي تكافئ المستهلك من القاعدة الداخلة في التفاعل (x) مع قاعدة قياسية اخرى موجودة في السحاحة بتركيز مساوي لتركيز القاعدة الابتدائي الداخلة في التفاعل.

عند تسحيح هذه الزيادة مع قاعدة قياسية موجودة في السحاحة (غير تلك القاعدة الداخلة في التفاعل) فإن الحجم النازل من السحاحة سوف يتناسب مع التركيز المستهلك من القاعدة او الاستر الداخلة في التفاعل x .

الجزء العملي

المواد المستخدمة:

1- ماء مقطر.

2- محلول $NaOH$ بتركيز $0.03 M$ للتسحيح.

3- محلول $NaOH$ بتركيز $0.05 M$ للتفاعل.

4- محلول HCl بتركيز $0.03 M$ للتسحيح الرجوعي.

5- دليل الفينولفثالين $ph.ph$.

6- محلول $0.05 M$ Ethylacetate يحضر بأضافة $0.5 ml$ منها الى $100 ml$ من الماء المقطر ثم تخرج جيداً.

الاجهزة المستخدمة

- 1- حمام مائي.
- 2- ساعة إيقاف.
- 3- ورق زجاجي حجم $250 ml$ للتفاعل.
- 4- ورق زجاجي حجم $100 ml$ للتسحيح.
- 5- سحاحة حجم $50 ml$.
- 6- ماصة حجم $10 ml$.
- 7- اسطوانة مدرجة حجم $10 ml$ لاضافة الحامض.
- 8- قناني حجمية تحضر فيها المحاليل المذكورة في الفقرة السابقة اضافة لقطارة لمادة $ph.ph$.

طريقة العمل

- 1- يوضع محلول هيدروكسيد الصوديوم المتفاعلة و محلول خلاات الاثيل بصورة منفصلة في الحمام المائي بدرجة حرارة $25^{\circ}C$ لمدة ربع ساعة للتجانس الحراري.
- 2- يمزج $50 ml$ من $NaOH (0.05M)$ مع Ethylactate ($0.05M$) في ورق سعة $250 ml$ بسرعة ويسجل زمن بداية التفاعل ثم يعاد الى الحمام المائي.
(بعد مزج المواد المتفاعلة يصبح حجم مزيج التفاعل $100 ml$ وبذلك يكون التركيز الابتدائي في لحظة بداية التفاعل $0.025 M$ لكل من القاعدة و الخلاات)
- 3- بعد مرور ($5 min.$) يسحب بواسطة الماصة $10 ml$ من مزيج التفاعل ويوضع في ورق التسحيح ثم يضاف اليه ($10 ml$) من حامض HCl و ($50 ml$) من الماء المقطر و قطرتين من $ph.ph$ و تسحب الزيادة من الحامض ضد القاعدة الموجودة في السحاحة لحين تغير اللون.
- 4- تكرر الخطوة السابقة في الفترات الزمنية ($10, 15, 20, 25 minute$).

النتائج و الحسابات

- 1- يحسب التركيز المستهلك من المواد المتفاعلة المكافئ لحجم القاعدة النازلة من السحاحة من خلال القانون:

$$M_1 * V_1 = M_2 * V_2 \dots \dots \dots (7)$$

حيث ان الكميات في احد طرفي المعادلة تمثل تركيز القاعدة الموجودة في السحاحة و الحجم النازل منها في الفترات الزمنية للتفاعل، اما الكميات الموجودة في الطرف الاخر فتتمثل حجم العينة المأخوذة للتسحيح (10 ml) مع تركيز HCl و الذي يساوي تركيز المستهلك من القاعدة و الخلايا الداخلة في لتفاعل (x)

2- نرتب البيانات في الجدول:

$t(min.)$	$x (M)$	$a (M)$	$(a - x)$	$\frac{x}{(a - x)}$	$\frac{1}{(a - x)}$
5					
10					
15					
20					
25					

3- نرسم بين الزمن و المقدار $\frac{x}{(a-x)}$ مرة وبين الزمن و المقدار $\frac{1}{(a-x)}$ مرة اخرى حيث يحسب k_2

في الحالة الاولى حسب العلاقة (3) اي:

$$slope = k_2 * a \dots \dots (7)$$

ولا ننسى ان $a = 0.025 M$.

في الحالة الثانية التي تستند الى المعادلة (4) يحسب k_2 من الميل مباشرة اي:

$$slope = k_2 \dots \dots (8)$$

4- يحسب عمر نصف التفاعل من المعادلة (5).

المناقشة

- 1- هل يزداد الحجم النازل من السحاحة ام يقل ولماذا؟
- 2- ما فائدة اضافة HCl ؟
- 3- ما سبب اضافة 50 ml من الماء المقطر قبل عملية التسحيح؟
- 4- هل يحسب زمن التسحيح؟
- 5- كيف يتم متابعة سير التفاعل؟
- 6- هل يمكن تتبع سير التفاعل بطريقة اخرى؟

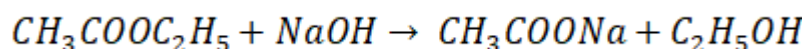
تفاعل خلاات الاثيل مع هيدروكسيد الصوديوم (تفاعل الصوبنة)

ب - بتراكيز ابتدائية مختلفة.

الغرض من التجربة: تعيين ثابت سرعة تفاعل الصوبنة بتراكيز مختلفة

الجزء النظري: تعرفنا في التجربة السابقة على النواحي الحركية لتفاعل استر خلاات الاثيل مع هيدروكسيد الصوديوم من الناحيتين النظرية و العملية، في هذه التجربة سوف نرى الاختلاف في حركية التفاعل عند اختلاف تركيز المواد المتفاعلة في نفس ظروف التجربة.

كما في التجربة السابقة في صياغة معادلة سرعة التفاعل. عندما يكون التركيز الابتدائي لاستر خلاات الاثيل a مع لقاعدة هيدروكسيد الصوديوم b تصاغ معادلة تفاعلها العامة وفق مراحل جريان التفاعل كالآتي:



$$at t = 0 \quad a \quad b \quad 0 \quad 0$$

$$at t = t \quad a - x \quad b - x \quad x \quad x$$

يكون التعبير التفاضلي لمعادلة سرعة التفاعل:

$$\frac{dx}{dt} = k_2(a - x)(b - x) \dots \dots \dots (1)$$

بتكامل العلاقة (1) نحصل على المعادلة التكاملية لمعادلات المرتبة الثانية بتراكيز مختلفة:

$$\ln \frac{(a - x)}{(b - x)} = (a - b) * k_2 * t + \ln \frac{a}{b} \dots \dots \dots (2)$$

حيث ان a هو التركيز الابتدائي للمادة الاعلى تركيزا، b التركيز الابتدائي للمادة الاقل تركيزا اما باقي الكميات فهي مشابهة لما مر في التجربة السابقة.

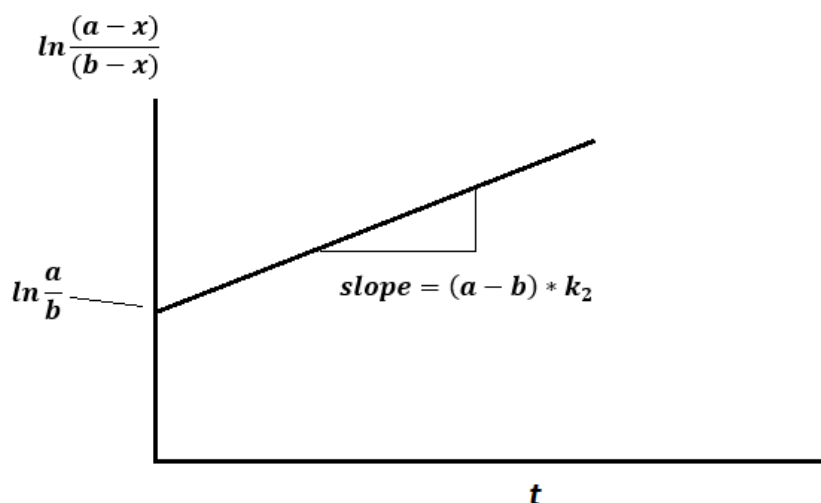
ترسم العلاقة (2) من خلال رسم الحد $\ln \frac{(a-x)}{(b-x)}$ على محور Y مقابل الزمن على المحور X لنحصل على خط مستقيم ميله يكون:

$$slope = (a - b) * k_2 \dots \dots \dots (3)$$

اما التقاطع فيمثل اللوغرتم الطبيعي للنسبة بين التراكيز الابتدائية للمواد المتفاعلة

$$intercept = \ln \frac{a}{b} \dots \dots \dots (4)$$

كما في الشكل



الجزء العملي

المواد المستخدمة:

- 1- محلول $0.05 M$ من Ethylacetate يحضر بأضافة $0.5 ml$ منها الى $100 ml$ من الماء المقطر ثم ترج جيدا.
- 2- ماء مقطر.
- 3- محلول $NaOH$ بتركيز $0.03 M$ للتسحيح.
- 4- محلول $NaOH$ بتركيز $0.06 M$ للتفاعل.
- 5- محلول HCl بتركيز $0.03 M$ للتسحيح الرجوعي.
- 6- دليل الفينولفتالين $ph. ph.$

الاجهزة المستخدمة

- 9- حمام مائي.
- 10- ساعة ايقاف.
- 11- ورق زجاجي حجم $250 ml$ للتفاعل.
- 12- ورق زجاجي حجم $100 ml$ للتسحيح.
- 13- سحاحة حجم $50 ml$.
- 14- ماصة حجم $10 ml$.
- 15- اسطوانة مدرجة حجم $10 ml$ لاضافة الحامض.

16- قناني حجمية تحضر فيها المحاليل المذكورة في الفقرة السابقة اضافة لقطارة لمادة $ph.ph.$

طريقة العمل

- 1- يوضع محلول هيدروكسيد الصوديوم المتفاعلة و محلول خلاات الاثيل بصورة منفصلة في الحمام المائي بدرجة حرارة $25^{\circ}C$ لمدة ربع ساعة للتجانس الحراري.
- 2- يمزج $50 ml$ من $NaOH (0.05M)$ مع $Ethylactate (0.05M)$ في دورق سعة $250 ml$ بسرعة ويسجل زمن بداية التفاعل ثم يعاد الى الحمام المائي. (بعد مزج المواد المتفاعلة يصبح حجم مزيج التفاعل $100 ml$ وبذلك يكون التركيز الابتدائي في لحظة بداية التفاعل $0.025 M$ لكل من القاعدة و الخلاات)
- 3- بعد مرور ($5 min.$) يسحب بواسطة الماصة $10 ml$ من مزيج التفاعل ويوضع في دورق التسحيح ثم يضاف اليه ($10 ml$) من حامض HCl و ($50 ml$) من الماء المقطر و قطرتين من $ph.ph.$ و تسحح الزيادة من الحامض ضد القاعدة الموجودة في السحاحة لحين تغير اللون.
- 4- تكرر الخطوة السابقة في الفترات الزمنية ($10, 15, 20, 25 minute$).

النتائج و الحسابات

- 5- يحسب التركيز المستهلك من المواد المتفاعلة المكافئ لحجم القاعدة النازلة من السحاحة من خلال القانون:

$$M_1 * V_1 = M_2 * V_2 \dots \dots \dots (7)$$

حيث ان الكميات في احد طرفي المعادلة تمثل تركيز القاعدة الموجودة في السحاحة و الحجم النازل منها في الفترات الزمنية للتفاعل، اما الكميات الموجودة في الطرف الاخر فتمثل حجم العينة المأخوذة للتسحيح ($10 ml$) مع تركيز HCl و الذي يساوي تركيز المستهلك من القاعدة و الخلاات الداخلة في لتفاعل (x)

- 6- نرتب البيانات في الجدول:

$t(min.)$	$x (M)$	$(a - x)$	$(b - x)$	$\frac{(a - x)}{(b - x)}$	$\ln \frac{(a - x)}{(b - x)}$
5					
10					
15					
20					
25					

7- نرسم بين الزمن و المقدار $\ln \frac{(a-x)}{(b-x)}$ وبين الزمن حيث يحسب k_2 حسب العلاقة (3) اي:
ولا ننسى ان $a = 0.03 M$ و $b = 0.025 M$.

المناقشة

- 1- هل يزداد الحجم النازل من السحاحة ام يقل ولماذا؟
- 2- ما فائدة اضافة HCl ؟
- 8- ما سبب اضافة $50 ml$ من الماء المقطر قبل عملية التسحيح؟
- 9- هل يحسب زمن التسحيح؟
- 10- هل يحسب زمن عمر النصف في هذه التجربة؟ ولماذا؟؟
- 11- ماذا يمثل التقاطع في هذه التجربة ؟
- 12- ما نوع التسحيح وما عامل الايقاف في هذه التجربة؟