كلية العلوم

القسم : **الكيمياء**

السنة : **الاولى**

المادة : كيمياء عامة 2

المحاضرة : الخامسة/عملي/د. باسل علي

{{ مكتبة A to Z }}

Facebook Group : مكتبة A to Z

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

دراسة سرعة تفاعل والعوامل المؤثرة فيها وتحديد مرتبة التفاعل

هدف التجربة:

أ - دراسة تأثير تركيز المواد المتفاعلة على سرعة التفاعل وتحديد مرتبة التفاعل.

ب - دراسة تأثير درجة الحرارة على سرعة التفاعل وتعيين الثابتين A و E_a.

التمهيد النظري:

القسم الأول :

سوف ندرس من خلال هذا القسم من التجربة، تغير سرعة التفاعل بتغيير تراكيز المواد المتفاعلة ولنأخذ على سبيل المثال التفاعل بين تيوكبريتات الصوديوم وحمض كلور الماء وفق المعادلة الكيميائية التالية.

$$Na_2S_2O_3 + 2.HCl \rightarrow S_{\downarrow} + SO_2 + 2.NaCl + H_2O$$

أو بالشكل الشاردي:

$$S_2O_3^{-2} + 2.H^+ \rightarrow S_{\downarrow} + SO_2 + H_2O$$

وذلك عن طريق تحديد الزمن اللازم لظهور العكر في المحلول الناتج عن ترسيب مقدار معين من الكبريت الحر (مقدار يمكن جعله ثابتاً)، وقد لوُحظ بأن سرعة التفاعل تتناسب عكساً مع الزمن اللازم للحصول على المقدار الثابت من الكبريت الحر (أو طرداً مع مقلوب الزمن المذكور). وهنا يمكن أن نعالج المسألة على مرحلتين:

1 - لنفرض أن تركيز تيوكبريتات الصوديوم (أو شاردة التيوكبريتات) هو C في اللحظة t في هذه الحالة يمكن التعبير عن سرعة التفاعل بالنسبة لتيوكبريتات الصوديوم (أو شاردة التيوكبريتات) بالعلاقة التالية: (1)

$$v = -\frac{dC}{dt} = K \times C^{a_1}$$

حيث a_1 تمثل مرتبة التفاعل بالنسبة لتيوكبريتات الصوديوم و K تمثل ثابت سرعة التفاعل.

لتحديد a_1 و K نتبع ما يلي:

نأخذ لوغاريتم طرفي العلاقة (1) فنحصل على العلاقة التالية:

$$Lnv = LnK + a_1 \times LnC \qquad (2)$$

نرسم المنحني البياني الممثل لتغيرات Lnv (أو $Ln\frac{1}{t}$) بدلالة LnC فنحصل على خط مستقيم ميله يساوي القيمة a_1 ، وتقابل نقطة تقاطعه مع محور التراتيب القيمة LnK .

2 - لنفرض أن تركيز حمض كلور الماء هو C' في اللحظة t في هذه الحالة يمكن التعبير عن سرعة التفاعل بالنسبة لحمض كلور الماء بالعلاقة التالية:

عملي كيمياء عامة 2 طلاب س 1 كيمياء

$$v' = -\frac{dC'}{dt} = K' \times (C')^{a_2} \qquad (3)$$

حيث a_2 تمثل مرتبة التفاعل بالنسبة لحمض كلور الماء و K' تمثل ثابت سرعة التفاعل.

لتحديد a_2 و K' نتبع ما يلي:

نأخذ لوغاريتم طرفي العلاقة (3) فنحصل على العلاقة التالية:

$$Lnv' = LnK' + a_2 \times LnC' \qquad (4)$$

نرسم المنحني البياني الممثل لتغيرات Lnv' (أو $Ln\frac{1}{t}$) بدلالة LnC' فنحصل على خط مستقيم ميله يساوي القيمة a_2 ، وتقابل نقطة تقاطعه مع محور التراتيب القيمة LnK'

بعد ذلك يتم تحديد مرتبة التفاعل الكلية بالعلاقة التالية: $n = a_1 + a_2$

القسم الثاني:

سوف ندرس من خلال هذا القسم من التجربة، تغير سرعة التفاعل بتغيير درجة الحرارة. فكما هو معلوم بأن سرعة التفاعلات الكيميائية حساسة جداً لتغيرات درجة الحرارة. إذ لوحظ بأن سرعة التفاعلات الكيميائية تزداد بشكلٍ عام بارتفاع درجة الحرارة. لقد قدم "هوف" ومن بعده أرينيوس Arrhenius علاقة تجريبية تربط بين سرعة التفاعلات الكيميائية ودرجة الحرارة وهي على الشكل التالي:

$$K = A \times e^{-\frac{E_a}{R \times T}} \qquad (5)$$

حيث K تمثل ثابت سرعة التفاعل، R ثابت الغازات العام، T درجة الحرارة المطلقة، A ثابت أرينيوس للتفاعل، E_a طاقة التنشيط.

لتعيين الثابتين التجريبيين A و E_a نتبع ما يلي:

نأخذ لوغاريتم طرفي العلاقة (5) فنحصل على العلاقة التالية:

$$LnK = LnA - \frac{E_a}{R \times T} \qquad (6)$$

نرسم المنحني البياني الممثل لتغيرات LnK بدلالة $\frac{1}{T}$ فنحصل على خط مستقيم ميله يساوي القيمة $-\frac{E_a}{R}$ ويتم الحصول على الثابتة A بتحديد نقطة تقاطع الخط المستقيم مع محور التراتيب والتي تقابل LnA.

لنأخذ على سبيل المثال تأثير درجة الحرارة على تفاعل حمض الكبريت مع تيوكبريتات الصوديوم والذي يتم وفق التفاعل الكيميائي التالي:

$$Na_2S_2O_3 + H_2SO_4 \rightarrow S_{\downarrow} + Na_2SO_4 + SO_2 + H_2O$$

يمكن معرفة تأثير درجة الحرارة على هذا التفاعل عن طريق تحديد الزمن اللازم لظهور العكر في المحلول الذي يسببه الكبريت الحر المترسب.

المواد والأدوات اللازمة:

عملي كيمياء عامة 2 – طلاب س1 كيمياء

أنابيب اختبار حجم كبير عدد 3 ، ميزان حرارة حساس مدرج بأعشار الدرجة المئوية، ميقاتية، حمام مائي، حامل ثلاثي القوائم، منبع حراري، بيشر زجاجي سعة $50\,m\ell it$، ماصة سعة $10\,m\ell it$،

محلول حمض كلور الماء (3 M)، محلول تيوكبريتات الصوديوم (0,15 M).

محلول حمض الكبريت (2 N) محلول تيوكبريتات الصوديوم **(0,1 N)**

طريقة العمل:

تحقيق الهدف الأول من التجربة:

1 - خذ ورقة بيضاء وارسم في منتصفها دائرة وظللها باللون الأسود، ثم ضع البيشر فوقها. صب في البيشر $25\,m\ell it$ من محلول تيوكبريتات الصوديوم وتحقق من رؤية الدائرة المظللة من خلال المحلول.

2 - ضع باستخدام الماصة $5\,m\ell it$ من محلول حمض كلور الماء في أنبوب اختبار نظيف.

3 - أضف محلول حمض كلور الماء إلى محلول تيوكبريتات الصوديوم وحرك بواسطة قضيب زجاجي المزيج جيداً.

4 - حدد بواسطة الميقاتية الزمن الذي يستغرقه التفاعل منذ بدء الإضافة وحتى الاحتجاب التام للدائرة المظللة باللون الأسود.

5 - أعد الخطوات السابقة من أجل تراكيز مختلفة للتيوكبريتات الصوديوم وذلك بإضافة الماء مع بقاء حجم حمض كلور الماء المستخدم ثابتاً.

6 - رتب نتائجك وفق جدول كالتالي:

$V_{(Na_2S_2O_3)}$ $(m\ell it)$	25	20	15	10	5
$V_{[H_2O]}$ $(m\ell it)$	0	5	10	15	20
$V_{(HCl)}$ $(m\ell it)$	5	5	5	5	5
t (sec)					
$v=\frac{1}{t}$ (sec^{-1})					
Lnv (sec^{-1})					
$C_{(Na_2S_2O_3)}$ $(m\ell it)$					
$LnC_{(Na_2S_2O_3)}$ $(m\ell it)$					

أعد الخطوات السابقة مثبتاً الآن تركيز التيوكبريتات ومغيراً تركيز الحمض. ثم رتب نتائجك

عملي كيمياء عامة 2 – طلاب س1 كيمياء

$V_{(Na_2S_2O_3)}$ (mℓit)	10	10	10	10	10
$V_{[H_2O]}$ (mℓit)	0	1	2	3	4
$V_{(HCl)}$ (mℓit)	5	4	3	2	1
t (sec)					
$v = \frac{1}{t}$ (sec^{-1})					
Lnv' (sec^{-1})					
$C_{(HCl)}$ (mℓit)					
$LnC_{(HCl)}$ (mℓit)					

المناقشة:

أرسم الخط البياني لتغير Lnv بدلالة $LnC_{(Na_2S_2O_3)}$

أرسم الخط البياني لتغير Lnv' بدلالة $LnC_{(HCl)}$

عين مرتبة التفاعل وكذلك ثابت السرعة لكلاً من: التيوكبريتات وحمض كلور الماء من خلال المنحنيات التي حصلت عليها وبالطريقة التي أشرنا إليها سابقاً.

أحسب المرتبة الكلية للتفاعل وبالطريقة التي أشرنا إليها سابقاً.

تحقيق الهدف الثاني من التجربة:

1 - ضع باستخدام الماصة $10\ m\ell it$ من محلول تيوكبريتات الصوديوم $(0.1\ N)$ في أنبوب اختبار نظيف.

2 - اغسل الماصة واستعملها لقياس $2\ m\ell it$ من حمض الكبريت $(2\ N)$ وضعها في أنبوب اختبار آخر نظيف.

3 - جهز حماماً مائياً، وضع الأنبوبين في الحمام المائي (درجة حرارة المختبر)، سجل درجة حرارة المختبر واعتبرها درجة الحرارة الابتدائية.

4 - أفرغ محتوى أنبوب الاختبار الحاوي على حمض الكبريت في الأنبوب الحاوي على تيوكبريتات الصوديوم وذلك ضمن الحمام المائي، واضغط على زر الميقاتية لحظة انتهائك من صب حمض الكبريت فوق التيوكبريتات الصوديوم. لاحظ ظهور العكر واضغط زر الميقاتية لتحديد الزمن اللازم لظهور العكر.

5 - أعد الخطوات السابقة وذلك بتغيير درجة حرارة الحمام المائي وذلك بفارق حرارة قدره عشر درجات مئوية.

6 - سجل نتائجك في جدول كالتالي:

عملي كيمياء عامة ٢ – طلاب س١ كيمياء

$T\,(^{o}K)$	$\frac{1}{T}\,(^{o}K^{-1})$	$t\,(sec)$	$v=\frac{1}{t}\,(sec^{-1})$	$Lnv\,(sec^{-1})$

المناقشة:

ارسم الخط البياني الممثل لتغيرات سرعة التفاعل بدلالة درجة الحرارة.

ارسم الخط البياني الممثل لتغيرات Lnv بدلالة $\frac{1}{T}$ واستنتج قيمة الثابتين E_a و A وبالطريقة التي أشرنا إليها سابقاً.