

# التتبع الزمني لتحول كيميائي

## سرعة التفاعل

Suivi temporel d'une transformation chimique: vitesse de réaction

لتتبع التطور الزمني لمجموعة كيميائية، يتسنى تحديد تركيبها عند كل لحظة وذلك بمعرفة كمية مادة (أو تركيز) متفاعل أو ناتج، وهذا يتم اعتمادا على قياسات كيميائية (المعايرة) أو فيزيائية ( $\sigma$ , pH, p, .....).

### I. تتبع التطور الزمني لتحول مجموعة كيميائية بواسطة المعايرة.

دراسة الأكسدة البطيئة لايونات  $I^-$  بواسطة ايونات بيروكسو ثنائي كبريتات  $S_2O_8^{2-}$  (1)  
بمعايرة  $I_2$  المتكون بأيونات  $S_2O_3^{2-}$  (2).

#### 1. تجربة.

عند لحظة  $t=0$  نمزج حجما  $V=100ml$  من محلول بيروكسوثنائي كبريتات البوتاسيوم ( $2K^+ + S_2O_8^{2-}$ ) تركيزه  $C_2=0.4 mol/l$  مع حجم  $V=100ml$  من محلول يودور البوتاسيوم ( $K^+ + I^-$ ) تركيزه  $C_1=0.036 mol/l$ .

1-1 أكتب معادلة التفاعل. نعطي:  $S_2O_8^{2-}/SO_4^{2-}$  و  $I_2/I^-$ .



2-1 احسب  $n_1(I^-)$  و  $n_1(S_2O_8^{2-})$

$$n_1(I^-) = C_2 V = 40mmol \quad n_1(S_2O_8^{2-}) = C_1 V = 3.6 mmol$$

3-1 أنشئ جدول التقدم للتفاعل (1) وحدد المتفاعل المحد.

الحالة	$S_2O_8^{2-}$	$2 I^-$	$SO_4^{2-}$	$I_2$
$t=0$ لبدئية	3.6 mmol	40mmol	0	0
$t$ اثناء التحول	$3.6-x$	$40-2x$	$x$	$x$
$t=\infty$ الحالة النهائية	$3.6-X_m$	$40-2X_m$	$X_m$	$X_m$

هو  $S_2 O_8^{2-}$   $X_m=3.6 \text{ mmol}$

←

$$3.6 - X_m = 0$$

المحد (الموقف).

$$X_m = 20 \text{ mmol}$$

←

$$40 - 2X_m = 0$$

التقدم الاقصى النظري :  $X_m = 3.6 \text{ mmol}$  نهاية التفاعل (1).

4-1 ما العلاقة بين  $x$  و  $n(I_2)$  عند لحظة معينة .

$$X = n(I_2)$$

لتحديد  $[I_2]$  في الخليط عند لحظة معينة  $t$  نعاير  $I_2$  المتكون عند  $t$  بواسطة محلول ثيوكبريتات الصوديوم تركيزه  $C_3 = 0.02 \text{ mol/l}$  ( $2Na^+ + S_2 O_8^{2-}$ ).

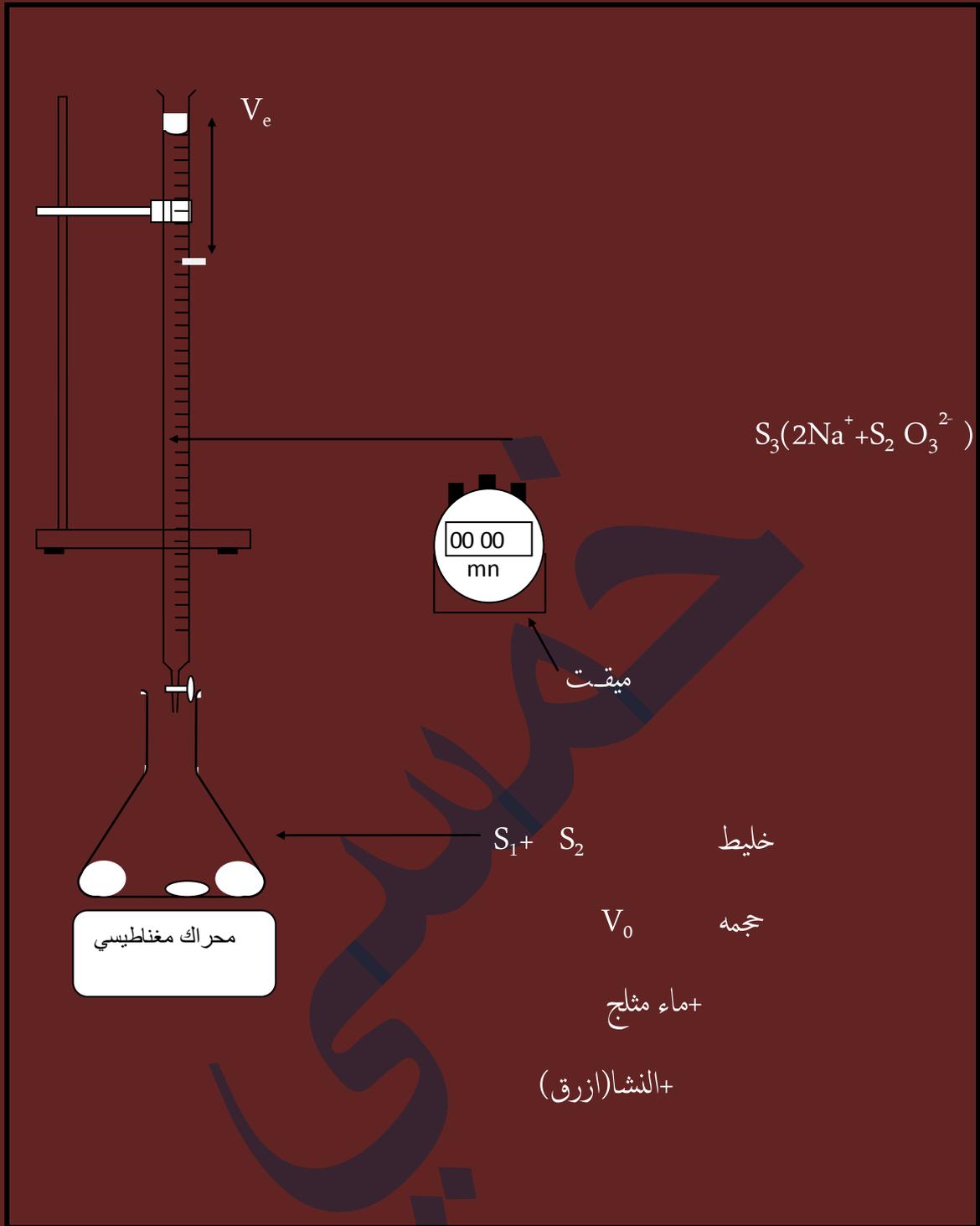
بعد كل 3mn مثلا نأخذ مثلا  $V_0 = 10 \text{ ml}$  من الخليط بماصة و نضبه بسرعة في 50ml من الماء المثلج ( $\theta \approx 0^\circ C$ ) و ننجز المعايرة . نسمي  $V_e$  حجم  $S_3$

المضاف عند التكافؤ .

4-1 كيف تسمى هذه العملية ؟ مادورها ؟

عملية الغطس , دورها توقيف التفاعل 1 في الحجم  $V_0$  بالتبريد (والتخفيف).

5-1 ارسم التركيب التجريبي .



2- كيف نحدد التكافؤ تجريبيا.

اضافة النشا الذي يعطي لونا ازرقا بوجود  $I_2$  و عند اختفائه لدينا تكافؤ .

2-6 اكتب معادلة التفاعل أثناء المعايرة (2). نعطي :  $I_2 / I^-$   $S_4 O_6^{2-} / S_2 O_3^{2-}$ .



2-7 اعط تعبير  $[I_2]$  بدلالة  $V_0, C_3, V_e$ .

عند التكافؤ الخليط ستوكيوميتري  $n(I_2)/1 = n(S_2O_3^{2-})/2$

$$[I_2] = \frac{C_3 V_e}{2 V_0} \rightarrow \text{m mol/l}$$

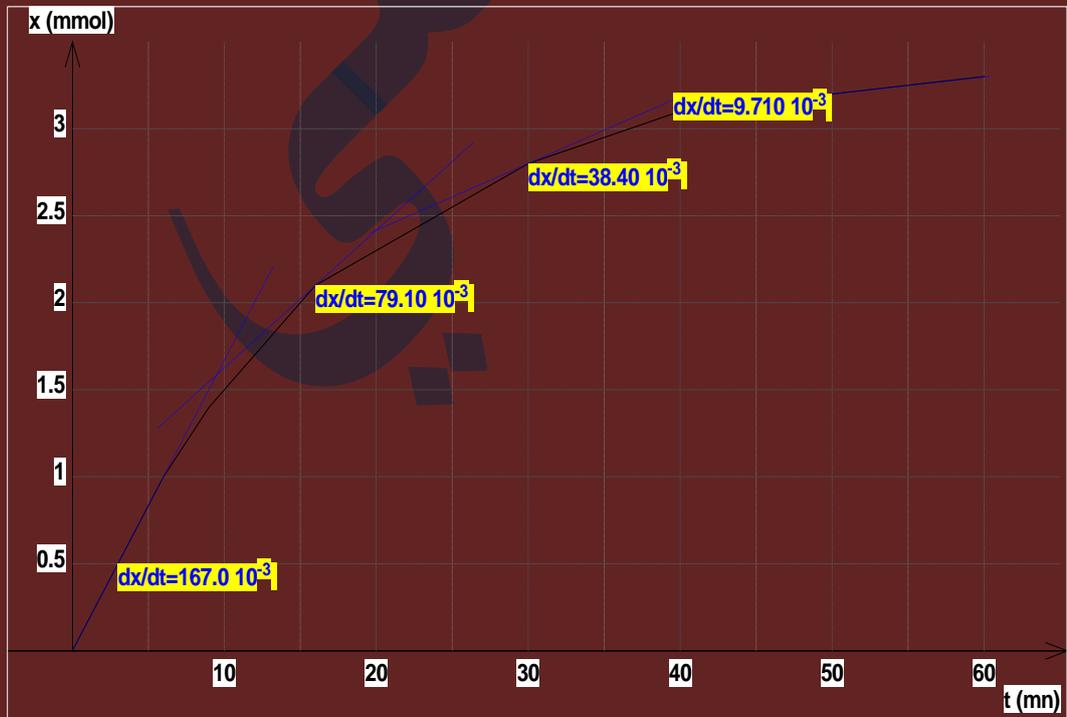
8-2 انجز التجربة واملأ الجدول التالي .

60	50	40	30	20	16	12	9	6	3	0	t(mn)
16.5	16	15.5	14	11.5	10.5	8.5	7	5	2.5	0	V <sub>e</sub> (ml)
16.5	16	15.5	14	11.5	10.5	8.5	7	5	2.5	0	[I <sub>2</sub> ] mmol/l
3.3	3.2	3.1	2.8	2.3	2.1	1.7	1.4	1	0.5	0	Xmmol

9-2 ما العلاقة بين x عند لحظة t (1) و [I<sub>2</sub>] استنتاج تركيب الخليط عند t = 16 mn .

$$X = [I_2](2 V)$$

10-2 مثل المنحنى x=f(t) .



2- السرعة الحجمية للتفاعل

تعرف السرعة لحجمية لتفاعل عند لحظة معينة  $t$  بالعلاقة  $v = \frac{1}{V} \left( \frac{dx}{dt} \right)$  وحدتها  $\text{mol m}^{-3} \text{S}^{-1}$  ولكن يستحسن استخدام الوحدات المستعملة مثل :  $\text{mol l}^{-1} \text{mn}^{-1}$  .....  
 $V$  حجم الخليط (المحلول)

$\frac{dx}{dt}$  مشتقة تقدم التفاعل عند لحظة  $t = t$  عمليا المعامل الموجه للمستقيم المماسي للمنحنى  $x(t)$  عند  $t$ .

عين السرعة الحجمية للتفاعل 1 عند  $t=0$  ثم عند  $t=30\text{mn}$  ماذا تلاحظ . علل . ( $V=0.2\text{l}$ )

عند  $t=0$   $K=...$   $v=.....$

عند  $t=30\text{mn}$   $K=.....$   $v=.....$

يلاحظ ان السرعة الحجمية تنخفض عبر الزمن ,فسر هذا ان تراكيز المتفاعلات تنخفض عبر الزمن .

### 3- زمن نصف التفاعل $t_{1/2}$

هي المدة اللازمة لكي يصل عندها  $x$  تقدم التفاعل نصف قيمته القصوية .  
 $x = X_m/2$

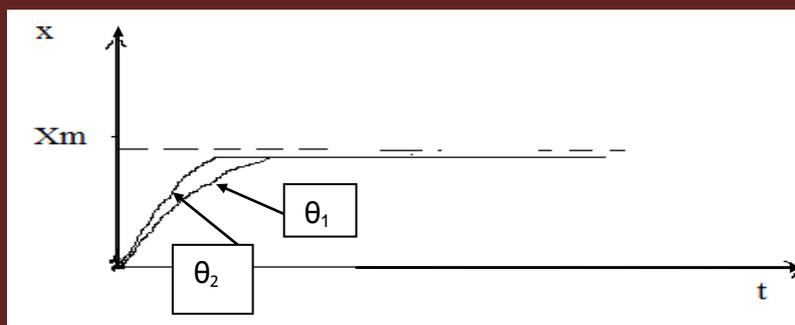
يمكن زمن نصف التفاعل من معرفة رتبة قدر مدة التفاعل .  $\approx 7t_{1/2}$

معرفة  $t_{1/2}$  تمكن من اختيار طريقة ملائمة للتتبع .

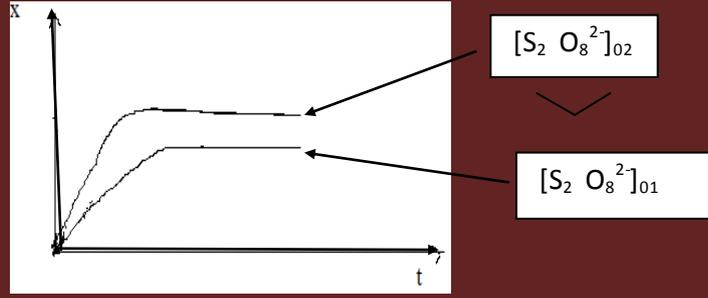
عين مبيانيا  $t_{1/2}$  .

### ملحوظة : تأثير العوامل الحركية.

خط المنحنى  $x=f(t)$  في حالة رفع  $\theta$  أو التراكيز البدئية . ماذا يتغير في كل حالة .



عند  $\theta_2 > \theta_1$  درجة الحرارة تزداد السرعة دون تغير  $X_m$  .



عندما تزداد التراكيز البدئية للمتفاعلات تزداد السرعة ويزداد  $X_m$  إذا كان المتفاعل غير محدد.

## II. تتبع التطور الزمني لمحول بقياس ضغط غاز.

يشترط أن يتواجد على الأقل نوع كيميائي غازي، عندما تتغير كمية مادته، يتغير ضغط الخليط عبر الزمن. ندخل في حوالة متصلة بمانومتر حجما  $V=50\text{ml}$  من محلول حمض الكلوريدريك تركيزه  $C=0.5\text{mol/l}$  شريطا من المغنيزيوم  $Mg$  كتلته  $m=20\text{mg}$  و نسجل الضغط داخل الحوالة عند لحظات مختلفة. نعطي  $M(Mg)=24\text{ g/mol}$  :

t(s)	0	30	60	90	120	150	180	210	240	270	300	330
P(hpa)	1013	1025	1036	1048	1060	1068	1079	1081	1087	1091	1093	1093

1- اكتب معادلة التفاعل .

2- انشئ جدول التقدم . احسب  $X_m$  التقدم الأقصى للتفاعل .

3- 1 اثبت العلاقة بين  $x$  و  $\Delta p$  تغير الضغط داخل الحوالة.

3- 2 اثبت العلاقة بين  $X_m$  و  $\Delta p_{\text{max}}$  تغير الضغط الأقصى داخل الحوالة.

3- 3 استنتج العلاقة بين  $\Delta p_{\text{max}}, \Delta p, X_{\text{max}}, x$  .

3- 4 احسب  $x$  عند  $t=0\text{s}$  ;  $t=30\text{s}$  ;  $t=90\text{s}$

4- يمثل (ارسم) المنحنى  $x=f(t)$  .

4- 1 حدد مبيانيا  $X_m$  .

و قارنه مع القيمة النظرية السابقة.

4- 2 عين  $t_{1/2}$  زمن نصف التفاعل. ثم مدة انتهاء التفاعل.

4- 3 عين سرعة التفاعل عند  $t=0$  و  $t=240\text{S}$  علما ان حجم المحلول لا يتغير. علل هذا التغير .

5- إذا كان  $C=1\text{ mol/l}$  ..

هل يتغير ؟

$X_m$

✓

$t_{1/2}$

✓

$v$  عند  $t=0$  .

✓

مثل و بشكل كيني المنحنى المحصل عليه .

✓

### III. تتبع تحول كيميائي بواسطة قياس الموصلية $\sigma$ .

يشترط أن يتواجد أيون على الأقل في المحلول بحيث عندما يتغير تركيزه المولي عبر الزمن تتغير الموصلية  $\sigma$  للمحلول عبر الزمن .

نصب في كاس 50ml ماء مقطر (وافر) مع 25ml من الكحول . نضيف الى هذا الخليط 1ml من 2 كلورو \_ 2 ميثيل بروبان A الذي نرمز له ب RCl كمية مادته  $n_0=9.2\text{mmol}$  . درجة الحرارة  $\theta_1=20^\circ\text{C}$  . يتم التفاعل بين الماء و A حسب:



نسجل بعد كل 200S الموصلية  $\sigma$  للمحلول بواسطة مقياس المواصلة .

1- ما هي التفاعلات التي يمكن تتبع تطورها الزمني بقياس الموصلية .

2- ما صيغة المركب A:

3- أنشئ جدول تقدم هذا التفاعل و حدد  $X_m$  التقدم الأقصى .

$$\sigma(t) = \sigma_f \frac{x(t)}{x_m} \quad \text{-5 بين أن :}$$

$X_f$  الموصلية النهائية .

6- يبين الجدول تغير  $\sigma$  بدلالة الزمن .

t(s)	0	200	400	600	800	1000	1200	1400	1600	1800	2000
$\sigma$ (sm-1)	0	0.489	0.977	1.270	1.466	1.661	1.759	1.856	1.905	1.955	1.955

6-1 عين  $X_m$  مبيانا (وقارنه مع  $X_m$  النظري).

6-2 احسب  $x$  عند  $t=200\text{ S}$  ;  $t=1000\text{ S}$  .

7- يمثل ( ارسم) المنحنى  $x(t)$  .

✓ عين  $t_{1/2}$  زمن نصف التفاعل .

✓ عين سرعة التفاعل عند  $t=800$  S .  $t=0$ s .

## الكفايات

- التحكم في سرعة التفاعل بالتأثير على العوامل الحركية لتسريع تصنيع نوع كيميائي أو للتخلص من مخلفات المواد المستعملة أو لتخفيض سرعة التفاعل من أجل حفظ المواد الغذائية ووقايتها من التآكل.