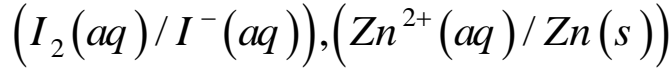


من أجل إجراء المتابعة الزمنية لتحول كيميائي البطيء و التام الحادث بين معدن الزنك  $Zn(s)$  و محلول ثنائي  $I_2(aq)$  عند درجة حرارة ثابتة  $\theta_1 = 25^\circ C$ ، نحقق التركيب التجريبي المبين في الشكل 1-، حيث نسكب حجما قدره  $V = 250mL$  من محلول ثنائي اليود تركيزه المولي  $C = 2 \times 10^{-2} mol.L^{-1}$  في العنصر (4) وعند  $t = 0$  نضيف قطعة من معدن الزنك النقي كتلته  $m = 0,5g$ .  
المتابعة الزمنية للتحويل الكيميائي الحادث عن طريق قياس الناقلية النوعية مكنتنا من رسم المنحنى البياني  $\sigma = f(t)$  المبين في الشكل 1-.

1- أكتب معادلة التفاعل المنمذجة للتحويل الكيميائي الحادث، علما أن الشائيتين الداخلتين في التفاعل هما:



2- لماذا يمكن متابعة هذا التحول الكيميائي عن طريق قياس الناقلية؟ علل سبب تزايدها.

3- تعرف على العناصر المرقمة في الشكل 1-.

4- أنشئ جدول تقدم التفاعل، ثم عين المتفاعل المحد وقيمة التقدم الأعظمي  $x_{max}$ .

5- بين أن عبارة الناقلية النوعية  $\sigma(t)$  للمزيج عند اللحظة  $t$  هي:  $\sigma(t) = Ax(t)$  حيث  $A$  ثابت يطلب تعيين عبارته بدلالة  $\lambda(I^-)$  و  $\lambda(Zn^{2+})$  و  $V$ .

6- بين أنه عند زمن نصف التفاعل  $(t_{1/2})$  تكون الناقلية النوعية للمزيج المتفاعل:  $\sigma(t_{1/2}) = \frac{\sigma_f}{2}$  حيث  $\sigma_f$

هي الناقلية النوعية للمزيج في نهاية التفاعل، ثم استنتج قيمة  $(t_{1/2})$ .

7- أ- بين أن عبارة سرعة التفاعل تكتب من الشكل:  $v(t) = \frac{1}{A} \frac{d\sigma(t)}{dt}$

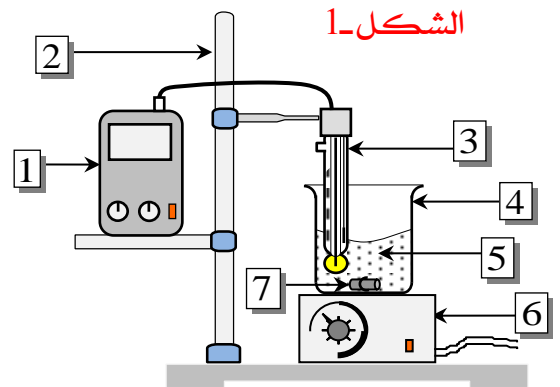
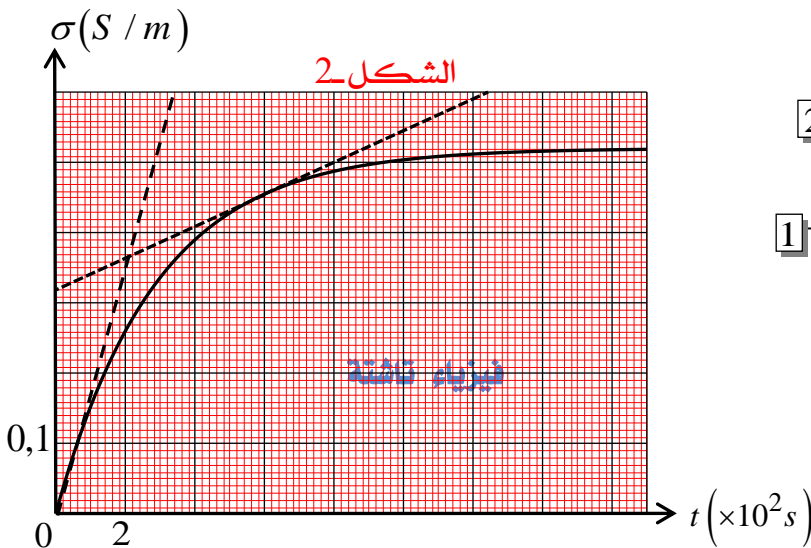
ب- أحسب قيمة سرعة التفاعل عند اللحظتين:  $t_1 = 0$  و  $t_2 = 600s$ .

ج- اشرح على المستوى المجهرى سبب تناقص هذه السرعة مع مرور الزمن.

8- نعيد نفس التجربة ولكن عند درجة حرارة  $\theta_2$  حيث  $\theta_1 > \theta_2$ ، ارسم كيفيا مع بيان الشكل 2- المنحنى

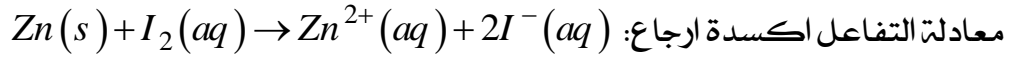
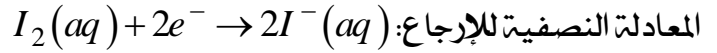
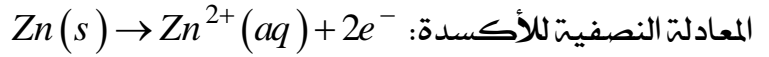
$\sigma = g(t)$  المتحصل عليه في هذه الحالة.

المعطيات:  $\lambda(Zn^{2+}) = 10,56 mS.m^2/mol$ ;  $\lambda(I^-) = 7,7 mS.m^2/mol$ ;  $M(Zn) = 65,4 g/mol$



مؤسسة الرمشي

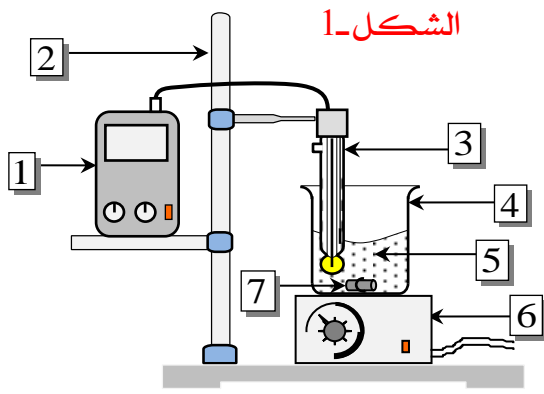
1- أكتب معادلة التفاعل المنمذجة للتحويل الكيميائي الحادث.



2- يمكن متابعة هذا التحول الكيميائي عن طريق قياس الناقلية: بسبب التشكل التدريجي لشاردتي  $(\text{I}^{-})$  و  $(\text{Zn}^{2+})$ .

سبب تزايدها: تزايد تركيز الشوارد  $(\text{Zn}^{2+})$  و  $(\text{I}^{-})$  لأن الناقلية النوعية متعلقة بالشوارد فكلما زاد تركيزها في المحلول زادت الناقلية النوعية.

3- تعرف على العناصر المرقمة في الشكل-5.



الرقم	اسم العنصر
1	جهاز قياس الناقلية
2	حامل
3	خلية قياس
4	بيشر
5	الوسط التفاعلي
6	مخلاط مغناطيسي
7	قطعة مغناطيسية

4- جدول تقدم التفاعل، ثم تعين المتفاعل المحد وقيمة التقدم الأعظمي  $x_{\max}$ .

	$\text{Zn}(s) + \text{I}_2(aq) \rightarrow \text{Zn}^{2+}(aq) + 2\text{I}^{-}(aq)$			
الحالة الابتدائية	$n_{01}$	$n_{02}$	0	0
الحالة الانتقالية	$n_{01} - x(t)$	$n_{02} - x(t)$	$x(t)$	$2x(t)$
الحالة النهائية	$n_{01} - x_{\max}$	$n_{02} - x_{\max}$	$x_{\max}$	$2x_{\max}$

نفرض أن  $\text{Zn}$  هو المتفاعل المحد:  $n_{01} - x_{\max} = 0$  ومنه:  $\frac{m}{M} = x_{\max}$

$$x_{\max} = \frac{0,5}{65,4} = 7,64 \times 10^{-3} \text{ mol}$$

نفرض أن  $\text{I}_2$  هو المتفاعل المحد:  $n_{02} - x_{\max} = 0$  ومنه:  $CV = x_{\max}$

$$x_{\max} = 2 \times 10^{-2} \times 250 \times 10^{-3} = 5 \times 10^{-3} \text{ mol}$$

وبالتالي المتفاعل المحد هو: محلول ثنائي اليود  $\text{I}_2(aq)$ ، إذن قيمة التقدم الأعظمي

$$x_{\max} = 5 \times 10^{-3} \text{ mol}$$

5- تبين أن عبارة الناقلية النوعية  $\sigma(t)$  للمزيج عند اللحظة  $t$  هي:  $\sigma(t) = Ax(t)$  حيث  $A$  ثابت يطلب تعيين عبارته بدلالة  $\lambda(Zn^{2+})$  و  $\lambda(I^-)$  و  $V$ .

لدينا عبارة الناقلية النوعية عند اللحظة  $t$ :  $\sigma(t) = \lambda(Zn^{2+})[Zn^{2+}](t) + \lambda(I^-)[I^-](t)$

حيث:  $\begin{cases} [Zn^{2+}](t) = \frac{x(t)}{V} \\ [I^-](t) = \frac{2x(t)}{V} \end{cases}$  ومنه:  $\sigma(t) = Ax(t)$  إذن:  $\sigma(t) = \left( \frac{\lambda(Zn^{2+}) + 2\lambda(I^-)}{V} \right) x(t)$

حيث:  $A = \frac{\lambda(Zn^{2+}) + 2\lambda(I^-)}{V}$

6- تبين أنه عند زمن نصف التفاعل  $(t_{1/2})$  تكون الناقلية النوعية للمزيج المتفاعل:  $\sigma(t_{1/2}) = \frac{\sigma_f}{2}$  حيث  $\sigma_f$  هي الناقلية النوعية للمزيج في نهاية التفاعل، ثم استنتاج قيمة  $(t_{1/2})$ .

عند اللحظة  $t = t_{1/2}$ :  $\sigma(t_{1/2}) = Ax(t_{1/2})$  و  $x(t_{1/2}) = \frac{x_{\max}}{2}$  ومنه: (1)  $\sigma(t_{1/2}) = A \frac{x_{\max}}{2}$

عند نهاية التفاعل: (2)  $\sigma_f = Ax_{\max}$

بقسمة العلاقة (1) على (2) طرف لطرف نجد:  $\frac{\sigma(t_{1/2})}{\sigma_f} = \frac{A \frac{x_{\max}}{2}}{Ax_{\max}} = \frac{1}{2}$  ومنه:  $\sigma(t_{1/2}) = \frac{\sigma_f}{2}$

استنتاج قيمة زمن نصف التفاعل  $(t_{1/2})$ :

من البيان قيمة زمن نصف التفاعل:  $t_{1/2} = 200s$  ،  $\sigma(t_{1/2}) = \frac{\sigma_f}{2} = \frac{0,52}{2} = 0,26 S.m^{-1}$

7- أ- تبين أن عبارة سرعة التفاعل تكتب من الشكل:  $v(t) = \frac{1}{A} \frac{d\sigma(t)}{dt}$

$v(t) = \frac{dx(t)}{dt}$  ولدينا مما سبق  $\sigma(t) = Ax(t)$  ومنه:  $x(t) = \frac{\sigma(t)}{A}$

وعليه:  $v(t) = \frac{dx(t)}{dt} = \frac{d\left(\frac{\sigma(t)}{A}\right)}{dt}$  إذن:  $v(t) = \frac{1}{A} \frac{d\sigma(t)}{dt}$

ب- أحسب قيمة سرعة التفاعل عند اللحظتين:  $t_1 = 0$  و  $t_2 = 600s$ . عند اللحظة:  $t = 0$

حيث:  $v(0) = \frac{1}{A} \frac{d\sigma}{dt} \Big|_{t=0}$

$\frac{1}{A} = \frac{V}{\lambda(Zn^{2+}) + 2\lambda(I^-)} = \frac{250 \times 10^{-6}}{25,96 \times 10^{-3}} = 9,63 \times 10^{-3} m.S^{-1}.mol$

ومنه:  $v(0) = \frac{1}{A} \frac{d\sigma}{dt} \Big|_{t=0} = 9,63 \times 10^{-3} \times \frac{0,4}{230}$  إذن:  $v(0) = 1,67 \times 10^{-5} mol.s^{-1}$

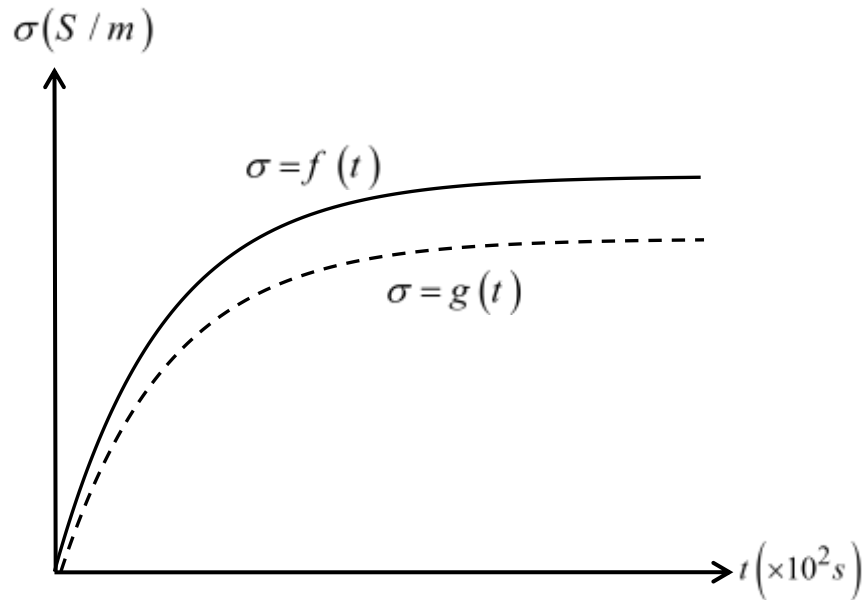
عند اللحظة:  $t = 600s$  :

$$\boxed{v(600s) = 2,028 \times 10^{-6} \text{ mol.s}^{-1}} \text{ إذن } v(600s) = \frac{1}{A} \frac{d\sigma}{dt} \Big|_{t=600s} = 9,63 \times 10^{-3} \times \left( \frac{0,32 - 0,45}{0 - 600} \right)$$

ج- سبب تناقص سرعة التفاعل مع مرور الزمن.

كلما مر الزمن تتناقص كمية مادة المتفاعلين ، وبالتالي تناقص تواتر التصادمات الفعالة بين المتفاعلات وهذا يؤدي إلى تناقص سرعة التفاعل.

8- عند خفض درجة الحرارة أي  $\theta_1 > \theta_2$  فإن:  $\sigma_{f_1} > \sigma_{f_2}$ .



*Prof Salim*