

المتابعة الزمنية لتحول كيميائي يحدث في جملة كيميائية وهو القيام بجملة من القياسات في لحظات زمنية مختلفة ، واستنتاج بعد ذلك التطور الذي يتعلق بكميات المادة الخاصة بالافراد الكيميائية المتفاعلة والنتيجة، وهناك عدة طرق للقيام بهذه المتابعة منها:

- أ- طرق فيزيائية: وهي التي تعتمد على قياس مقدار فيزيائي مثل: الناقلية ، الضغط ، الحجم ، pH محلول....
 ب- طرق كيميائية: وتعتمد على المعايرة.

1-2- المتابعة الزمنية عن طريق قياس الناقلية :

تجربة: تتفاعل كمية مادة n_0 من 2- كلورو 2- ميثيل بروبان ذو الصيغة $(CH_3)_3C-Cl$ والذي نرسم له اختصارا بالرمز $R-Cl$ مع زيادة من الماء وفق تفاعل تام معادلته : $R-Cl_{(aq)} + 2H_2O_{(l)} = R-OH_{(aq)} + H_3O^+_{(aq)} + Cl^-_{(aq)}$.
 قياس الناقلية النوعية للمحلول أعطى النتائج التالية .

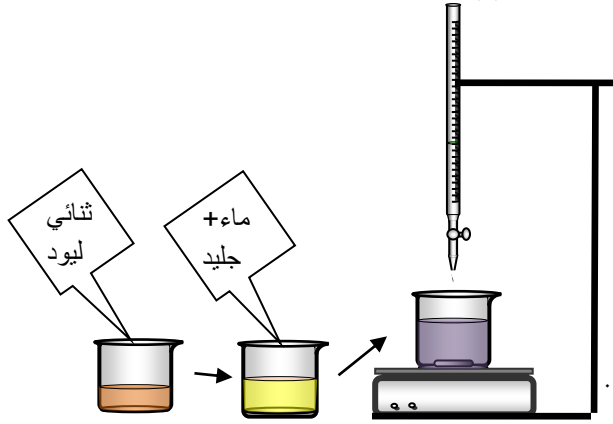
$t(s)$	0	200	400	600	800	1000	1200	1400	1600	1800	2000
$\sigma(s/m)$	0	0.489	0.977	1.270	1.466	1.661	1.759	1.856	1.905	1.955	1.955
$x(mmol)$											

تعطى : الكتلة الحجمية $\rho_{R-Cl} = 0.85 \text{ g/ml}$ وحجمه $V = 1 \text{ ml}$ وكتلته المولية الجزيئية $M = 92.5 \text{ g/mol}$

- 1- احسب كمية المادة الابتدائية n_0 وأنشئ جدولا لتقدم التفاعل .
- 2- اكتب عبارة الناقلية النوعية $\sigma(t)$ في لحظة ما بدلالة : λ_{Cl^-} ، $\lambda_{H_3O^+}$ ، V .
- 3- عبر عن النسبة $\frac{\sigma(t)}{\sigma_f}$ ، ثم استنتج عبارة $x(t)$ بدلالة σ_f ، t ، n_0 .
- 4- اكمل الجدول وارسم على ورقة مليمتريّة المنحنى البياني $x = f(t)$.

تجربة:

- I- نكب عند اللحظة ($t = 0$) في بيشر سعتة 100mL حجما قدره $V_1 = 50\text{mL}$ من الماء الأكسجيني $H_2O_{2(aq)}$ تركيزه $C_1 = 0,056\text{mol} \cdot L^{-1}$ ، ثم نضيف له حجما قدره $V_2 = 50\text{mL}$ من محلول يود البوتاسيوم $(K^+ + I^-)$ تركيزه $C_2 = 0,2\text{mol} \cdot L^{-1}$ ، ثم نضيف للمزيج 2mL من حمض الكبريت المركز، يحدث تحول كيميائي بطيء التفاعل (1) الثنائيتان المشاركتان في التفاعل هما:
- (H_2O_2 / H_2O) ، (I_2 / I^-) .



- 1- ما هو دور حمض الكبريت المركز.
- 2- أكتب معادلة التفاعل المنمذجة لهذا التحول.
- 3- كيف يتغير لون المحلول ؟
- II- لتعيين كمية مادة ثنائي اليود الناتج في الوسط التفاعلي عند لحظة زمنية (t) نستعمل المعايرة اللونية. من أجل هذا نستعمل محلول ثيوكبريتات الصوديوم $(2Na^+ + S_2O_3^{2-})$ عديم اللون تركيزه المولي $C = 0,04\text{mol} \cdot L^{-1}$. نسعي هذا التفاعل (2).

- 1- أكتب المعادلة المنمذجة لتفاعل المعايرة للتفاعل (2). علما أن الثنائيتان مرجع/مؤكسد هما: $(S_4O_6^{2-} / S_2O_3^{2-})$ ، (I_2 / I^-)
- 2- أنشئ جدول التقدم لتفاعل المعايرة للتفاعل (2).
- 3- استنتج عبارة كمية مادة ثنائي اليود بدلالة C و V_E (الحجم المضاف عند التكافؤ).
- 4- عندما نأخذ عينة من الوسط التفاعلي (التفاعل (1) لمعايرتها هل الماء الأكسجيني $H_2O_{2(aq)}$ و شوارد اليود I^- يتوقف أم يتواصل ؟ اشرح ذلك.
- 5- كيف يمكن معايرة نوع كيميائي ثنائي اليود I_2 في هذه التجربة وهو في حالة تطور مستمر ؟
- 6-

- أ- أذكر خطوات العمل في التجربة.
- ب- في رأيك هل لون الوسط التفاعلي يتطور بنفس الطريقة في الأنابيب العشرة.
- ت- أحسب كمية المادة الابتدائية لكل من شوارد: I^- ، $H_2O_{2(aq)}$ المتواجدة في كل عينة.
- ث- أنشئ جدول تقدم التفاعل (1) الخاص بالتحول الكيميائي الذي يحدث بين شوارد اليود I^- ، والماء الأكسجيني $H_2O_{2(aq)}$.
- ج- لخص نتائج قياسات المعايرة في الجدول التالي:

$t (s)$	0	60	160	270	360	510	720	900	1080	1440	1800
$V_E (mL)$	0,0	2,2	4,8	6,5	7,5	9,0	10,5	11,5	12,5	13,5	14

ح- أكمل الجدول:

$t (s)$	0	60	160	270	360	510	720	900	1080	1440	1800
$n_{(I_2)} (mmol)$											
$n_{(H_2O_2)} (mmol)$											

ب/ مثل البيانات: $x = f(t)$ ، $n_{(H_2O_2)} = g(t)$