تصحيح مقترح للتمرين رقم 13 — مستوى الصعوبة: ★★★

1. تعريفات:

*الوسيط: هو نوع كيميائي يسرع التفاعل، لكن لا يظهر في معادلة التفاعل ولا يؤثر على الحالة النهائية للجملة.

*وساطة غير متجانسة: إذا كانت الحالة الفيزيائية للوسيط تختلف عن الحالة الفيزيائية للمتفاعلات.

2. كتابة عبارة الناقلية النوعية الابتدائية σ_0 بدلالة C_1، λ_{Na^+}، λ_{Cl^-} و λ_{ClO^-}:

عند اللحظة $t=0$، يحتوي المحلول (S_1) على الشوارد التالية: ClO^-، Cl^- و Na^+

بتطبيق قانون كولروش: $\sigma_0 = \lambda_{Na^+}.\left[Na^+\right]_0 + \lambda_{ClO^-}.\left[ClO^-\right]_0 + \lambda_{Cl^-}.\left[Cl^-\right]_0$

اعتمادا على سياق التمرين: $\left[Na^+\right]_0 = 2C_1$; $\left[ClO^-\right]_0 = \left[Cl^-\right]_0 = C_1$

منه: $\sigma_0 = \left(2\lambda_{Na^+} + \lambda_{ClO^-} + \lambda_{Cl^-}\right).C_1$

3. جدول تقدم تفاعل التفكك الذاتي لماء جافيل:

معادلة التفاعل		$2\,ClO^-$	=	$2\,Cl^-$	+	O_2
الحالة	التقدم	كميات المادة بالـ (mol)				
ابتدائية	0	$n_1 = C_1.V_1$		$n_1 = C_1.V_1$		0
انتقالية	x	$n_1 - 2x$		$n_1 + 2x$		x
نهائية	x_{max}	$n_1 - 2x_{max}$		$n_1 + 2x_{max}$		x_{max}

4. تبيان عبارة σ_t:

عند اللحظة t، يحتوي المحلول (S_1) على الشوارد التالية: ClO^-، Cl^- و Na^+

بتطبيق قانون كولروش: $\sigma_t = \lambda_{Na^+}.\left[Na^+\right]_0 + \lambda_{ClO^-}.\left[ClO^-\right]_t + \lambda_{Cl^-}.\left[Cl^-\right]_t$

اعتمادا على جدول تقدم التفاعل:

$$\left[Na^+\right]_0 = 2C_1 \;;\; \left[ClO^-\right]_0 = C_1 - \frac{2x}{V_1} \;;\; \left[Cl^-\right]_0 = C_1 + \frac{2x}{V_1}$$

منه: $\sigma_t = \lambda_{Na^+}.(2C_1) + \lambda_{ClO^-}.\left(C_1 - \frac{2x}{V_1}\right) + \lambda_{Cl^-}.\left(C_1 + \frac{2x}{V_1}\right)$

$$\rightarrow \sigma_t = \frac{2\left(\lambda_{Cl^-} - \lambda_{ClO^-}\right)}{V_1}.x + \sigma_0$$

5. 1.5. استخراج قيمة σ_0 و V_1:

*الناقلية النوعية الابتدائية σ_0: $\sigma_0 = 0,2 S.m^{-1}$

*حجم المحلول V_1:

اعتمادا على البيان وعلاقة السؤال 4: $\sigma_t = \frac{2(\lambda_{Cl^-} - \lambda_{ClO^-})}{V_1} \cdot x + \sigma_0$

$$\rightarrow V_1 = \frac{2(\lambda_{Cl^-} - \lambda_{ClO^-}).x_f}{\sigma_f - \sigma_0} = \frac{2\times(7,63-5,2)\times10^{-3}\times10^{-3}}{0,25-0,20} = 9,72\times10^{-5}\,m^3$$

$$\rightarrow V_1 \approx 100\,mL$$

2.5. التأكد من قيمة C_1، وحساب قيمة C_0:

*التركيز المولي الممدد C_1:

$$C_1 = \frac{\sigma_0}{2\lambda_{Na^+} + \lambda_{ClO^-} + \lambda_{Cl^-}} = \frac{0,20}{(2\times5+5,2+7,63)\times10^{-3}} = 8,76\,mol.m^{-3}$$

$$\rightarrow C_1 = 8,76\times10^{-3}\,mol.L^{-1}$$

*التركيز المولي C_0 للمحلول التجاري (S_0): $F = \frac{C_0}{C_1} \rightarrow C_0 = F.C_1 = 4,38\times10^{-2}\,mol.L^{-1}$

6. سلم رسم منحنى الشكل 1: $1cm \rightarrow 4,4\,mS.m^{-1}$

7. 1.7. تعريف السرعة الحجمية للتفاعل: هي سرعة التفاعل في وحدة الحجوم $v_{Vol} = \frac{1}{V_1} \cdot \frac{dx}{dt}$

2.7. كتابة عبارة السرعة الحجمية للتفاعل بدلالة الناقلية النوعية σ_t:

لدينا سابقا: $\sigma_t = \frac{2(\lambda_{Cl^-} - \lambda_{ClO^-})}{V_1} \cdot x + \sigma_0$

باشتقاق العبارة السابقة، نجد: $\frac{d\sigma_t}{dt} = \frac{2(\lambda_{Cl^-} - \lambda_{ClO^-})}{V_1} \cdot \frac{dx}{dt} \rightarrow \frac{dx}{dt} = \frac{V_1}{2(\lambda_{Cl^-} - \lambda_{ClO^-})} \cdot \frac{d\sigma_t}{dt}$

$$\rightarrow v_{vol} = \frac{V_1}{2(\lambda_{Cl^-} - \lambda_{ClO^-}).V_1} \cdot \frac{d\sigma_t}{dt}$$

3.7. حساب قيمة السرعة الحجمية للتفاعل عند اللحظتين $t_1 = 2\min$; $t_2 = 6\min$:

$$v_{vol}|_{t_1=2\min} = \frac{100\times10^{-6}}{2\times(7,63-5,2)\times10^{-3}\times100\times10^{-3}} \times \frac{(211,88-203,96)\times10^{-3}}{2-0} = 8,14\times10^{-4}\,mol.L^{-1}.\min^{-1}$$

$$v_{vol}|_{t_2=14\min} = \frac{100\times10^{-6}}{2\times(7,63-5,2)\times10^{-3}\times100\times10^{-3}} \times \frac{0,22-0,22}{14-0} = 0\,mol.L^{-1}.\min^{-1}$$

4.7. التفسير المجهري: تتناقص السرعة الحجمية للتفاعل مع مرور الزمن بسبب تناقص تركيز المتفاعلات أدى إلى انخفاض تواتر التصادمات الفعالة.

8. تعريف زمن نصف التفاعل $t_{1/2}$، وتعيين قيمته:

*تعريف زمن نصف التفاعل: الزمن اللازم لبلوغ تقدم التفاعل نصف تقدمه النهائي $x(t_{1/2}) = \frac{x_{max}}{2}$

*تعيين زمن نصف التفاعل:

$\sigma(t_{1/2}) = \frac{\sigma_0 + \sigma_f}{2} = 0,211 S.m^{-1}$ بالإسقاط على منحنى الشكل.1، نجد: $t_{1/2} = 1,8 min$