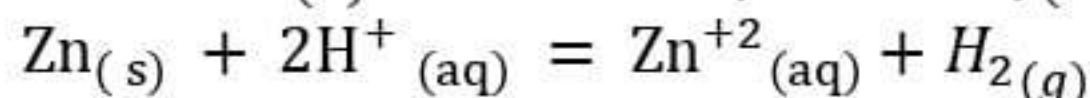


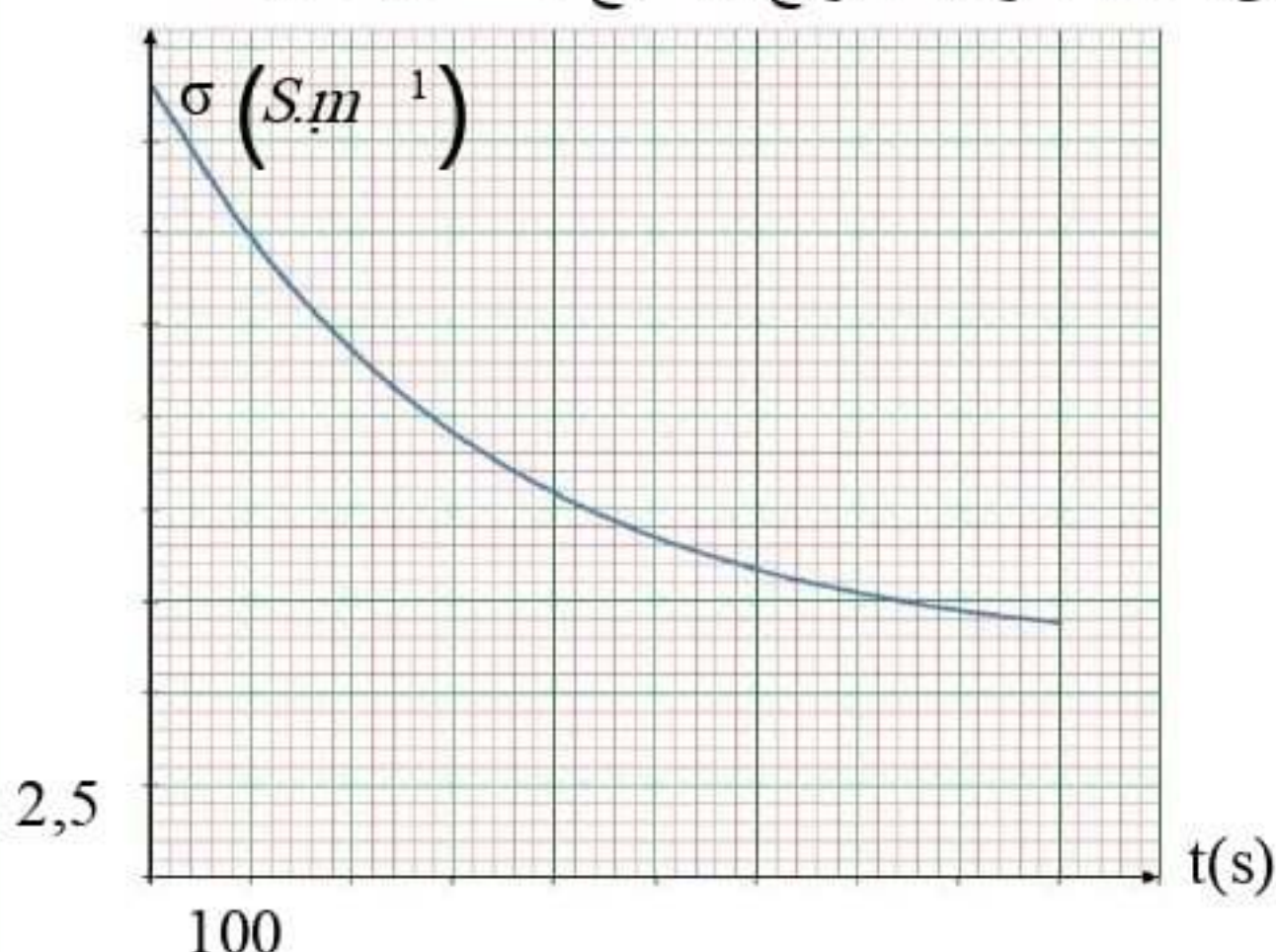
تمرين حول المتابعة بقياس الناقلية

التمرين:

يتفاعل محلول حمض كلور الهيدروجين $(H^+ + Cl^-)_{(aq)}$ مع معدن الزنك $Zn_{(s)}$ وفق تحول تام ينمذج وفق المعادلة التالية :



في اللحظة $t = 0$ نضع كتلة $m = 1g$ من الزنك في حوالة و نضيف لها حجما $V = 40mL$ من محلول حمض كلور الهيدروجين تركيزه المولي $C = 0.5mol/l$ ، ولمتابعة تطور التفاعل الكيميائي الحادث نقيس الناقلية النوعية للمزيج ، النتائج المتحصل عليها موضحة بالبيان الممثل بالشكل الجانبي.



1- علل لماذا يمكن متابعة هذا التحول الكيميائي بقياس الناقلية؟.

2- أ- أحسب كميات المادة الابتدائية للمتفاعلات.

ب- أنجز جدولاً لتقدم التفاعل.

ج - حدد المتفاعل المحد والتقدم الأعظمي x_{max}

3- أ- بين أن عبارة الناقلية النوعية للوسط التفاعلي بدلالة تقدم التفاعل تعطى

بالعبارة : $\sigma = -1550x + 21,5$

ب- أوجد ناقلية المزيج التفاعلي عند استهلاك نصف كمية المتفاعل المحد، ثم حدد زمن نصف التفاعل .

ج - أحسب السرعة الحجمية للتفاعل عند اللحظة $t = 300s$.

4- أحسب كتلة الزنك المتبقية في نهاية التحول.

تعطى: $M(Zn) = 65,4 . g . mol^{-1}$

$$\lambda_{Zn^{+2}} = 9,0 \text{ mS} . \text{m}^2 . \text{mol}^{-1}; \quad \lambda_{Cl^-} = 7,5 \text{ mS} . \text{m}^2 . \text{mol}^{-1};$$

$$\lambda_{H_3O^+} = 35,5 \text{ mS} . \text{m}^2 . \text{mol}^{-1}$$

الإجابة:

1- يمكن متابعة هذا التحول عن طريق قياس الناقلية لأن المحلول يحتوي على الشوارد.

2- أ- حساب كمية المادة الابتدائية للمتفاعلات:

$$n(HCl) = C . V = 0,5 \times 40 . 10^{-3} = 2 . 10^{-2} \text{ mol}$$

$$n(Zn) = \frac{m}{M} = \frac{1}{65,4} = 1,5 . 10^{-2} \text{ mol}$$

ب- جدول تقدم التفاعل:

المعادلة الحالة		$Zn_{(s)}$	$+ 2H^+_{(aq)}$	$= Zn^{+2}_{(aq)} + H_{2(aq)}$
الحالة الابتدائية	0	n_1	n_2	0
الحالة الانتقالية	x	$n_1 - x$	$n_2 - 2x$	x
الحالة النهائية	x_{max}	$n_1 - x_{max}$	$n_2 - 2x_{max}$	x_{max}

ج- تحديد المتفاعل المحد والتقدم الأعظمي:

$$\begin{cases} n(Zn) - x_{max} = 0 \\ n(HCl) - 2x_{max} = 0 \end{cases} \rightarrow \begin{cases} x_{max} = n(Zn) = 1,5 . 10^{-2} \text{ mol} \\ x_{max} = \frac{n(HCl)}{2} = \frac{2 . 10^{-2}}{2} = 10^{-2} \text{ mol} \end{cases}$$

$$\frac{n(Zn)}{1} > \frac{n(HCl)}{2}$$

ومنه المتفاعل المحد هو HCl

التقدم الأعظمي هو $x_{max} = 10^{-2} \text{ mol}$

3- أ- اثبات عبارة الناقلية بدلالة تقدم التفاعل:

$$\sigma(t) = \sum \lambda_i []_i = \lambda_{H^+} [H^+] + \lambda_{Cl^-} [Cl^-] + \lambda_{Zn^{+2}} [Zn^{+2}]$$

من جدول التقدم لدينا:

$$\begin{cases} n(H^+) = C.V - 2x = [H^+].V \rightarrow [H^+] = \frac{C.V - 2x}{V} = C - \frac{2x}{V} \\ n(Cl^-) = C.V = [Cl^-].V \rightarrow [Cl^-] = C \\ n(Zn^{+2}) = [Zn^{+2}].V = x \rightarrow [Zn^{+2}] = \frac{x}{V} \end{cases}$$

$$\sigma(t) = \lambda_{(H^+)} \left(C - \frac{2x}{V} \right) + \lambda_{(Cl^-)} . C + \lambda_{(Zn^{+2})} \frac{x}{V} = \lambda_{(H^+)} C + \lambda_{(Cl^-)} . C + \left(\lambda_{(Zn^{+2})} - 2\lambda_{(H^+)} \right) . \frac{x}{V}$$

$$\sigma(t) = \frac{\left(\lambda_{(Zn^{+2})} - 2\lambda_{(H^+)} \right)}{V} x + \left(\lambda_{(H^+)} + \lambda_{(Cl^-)} \right) . C$$

$$\frac{\left(\lambda_{(Zn^{+2})} - 2\lambda_{(H^+)} \right)}{V} = \frac{[9 - (2 \times 35,5)]}{40 \cdot 10^{-3}} = -1550 \text{ mS} \cdot \text{m}^2 \cdot \text{mol}^{-1} \cdot \text{L}^{-1}$$

$$\left(\lambda_{(H^+)} + \lambda_{(Cl^-)} \right) . C = (35,5 + 7,5) 10^{-3} \times 0,5 = 21,5 \text{ mS} \cdot \text{m}^2 \cdot \text{L}^{-1}$$

$$\sigma(t) = -1550x + 21,5$$

ب- إيجاد الناقلية عند زمن نصف التفاعل:

$$\sigma(t_{1/2}) = -1550x_{1/2} + 21,5 = -1550(5 \cdot 10^{-3}) + 21,5 = 13,75 \text{ mS} \cdot \text{m}^{-1}$$

بالاسقاط على محور الازمنة نجد:

$$t_{1/2} = 200 \text{ s}$$

ج- حساب السرعة الحجمية للتفاعل:

$$\sigma(t) = -1550x + 21,5 \rightarrow \frac{d\sigma}{dt} = -1550 \frac{dx}{dt} \rightarrow \frac{dx}{dt} = -\frac{1}{1550} \frac{d\sigma}{dt}$$

$$v = -\frac{1}{1550 \cdot V} \frac{d\sigma}{dt}$$

$$\frac{d\sigma}{dt} = \frac{10,0 - 15,0}{400 - 0} = -0,0125 \text{ mS} \cdot \text{m}^{-1} \cdot \text{s}^{-1}$$

$$v = -\frac{1}{1550 \cdot V} \frac{d\sigma}{dt} = -\frac{1}{1550 \times 0,04} \times (-0,0125) = 2 \cdot 10^{-4} \text{ mol} \cdot \text{L}^{-1} \cdot \text{s}^{-1}$$

4- حساب كتلة الزنك المتبقية:

$$n_f(Zn) = n_1 - x_{max} = 1,5 \cdot 10^{-2} - 10^{-2} = 5 \cdot 10^{-3} \text{ mol}$$

$$n = \frac{m}{M} \rightarrow m = n \times M = 5 \cdot 10^{-3} \times 65,4 = 0,33 \text{ g}$$