

الجزء الثاني

I - أختبر معلوماتي

1 - صحيح أم خطأ؟

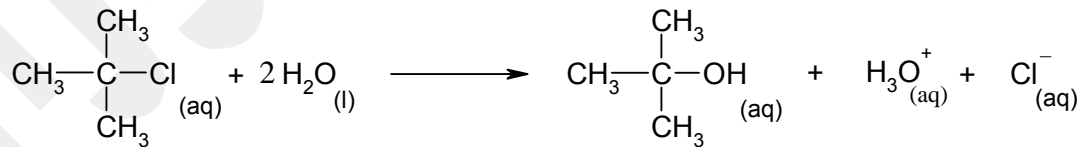
- 1 - لا يُمكن أن نتابع بواسطة قياس الناقلية إلا التحولات البطيئة التي تُستهلك فيها الشوارد .
- 2 - إذا أضفنا لجملة كيميائية في محلول مائي كمية من الماء فإن كمية المادة المتواجدة في المحلول لا تتغير ، وبالتالي فإن تطور الجملة لا يتأثر .
- 3 - عندما ندرس تطوّر تحوّل كيميائي بطيء يجب أن تكون كمية مادة المتفاعلات بنسب معاملات المعادلة الكيميائية .

2 - اختر الأجوبة الصحيحة

- 1 - يجب أن نقوم بسقي فيزيائي لجملة كيميائية إذا أردنا أن نتابع تطورها بواسطة :
(أ) قياس الناقلية (ب) المعايرة
- 2 - في التحول الكيميائي : $Zn(s) + 2 H_3O^+(aq) \rightarrow Zn^{2+}(aq) + H_2(g) + 2 H_2O(l)$
(أ) تقدم التفاعل $x(t)$ يعبر عن كمية المادة الابتدائية للمتفاعلات .
(ب) في اللحظة t تكون كمية مادة ثنائي الهيدروجين تساوي التقدم $x(t)$.
(ج) في اللحظة t تكون كمية مادة ثنائي الهيدروجين تساوي كمية مادة شوارد الهيدرونيوم (الأكسونيوم) المستهلكة
- 3 - نمذج تحوّل كيميائي بالمعادلة التالية : $2 S_2O_3^{2-}(aq) + I_2(aq) \rightarrow S_4O_6^{2-}(aq) + 2 I^-(aq)$
(أ) هذا التحوّل بطيء وتام .
(ب) علما أننا نعاير بشوارد ثيوكبريتات ، إذن نبلغ نقطة التكافؤ عند ظهور اللون الأسمر .
(ج) عند التكافؤ يكون تقدم التفاعل : $x_E = 0,5n(S_2O_3^{2-})$ ، علما أن $n(S_2O_3^{2-})$ كمية المادة المضافة .

II - أستعمل معلوماتي

- 3 - إن إمهاة 2 - كلورو - 2 - ميثيل بروبان هو تفاعل بطيء وتام . معادلة التفاعل هي :



في اللحظة $t = 0$ تُدخل كمية $n_0 = 3,7 \cdot 10^{-3} \text{ mol}$ من 2 - كلورو - 2 - ميثيل بروبان في بيشر يحتوي على 150 mL من الماء المقطر (كمية زائدة) ، ثم ندخل في المحلول خلية قياس الناقلية .

في اللحظة $t = 0$ وجدنا الناقلية النوعية للمحلول $\sigma = 0$ ، وفي اللحظة $t = 400 \text{ s}$ وجدنا الناقلية النوعية $\sigma_f = 9,1 \text{ mS} \cdot \text{cm}^{-1}$ وبقيت ثابتة بعد ذلك .

1 - أشيء جدول التقدم .

2 - حدّد قيمة التقدم الأعظمي .

3 - نذكر أن الناقلية النوعية لمحلول شاردي تُعطى بالعلاقة $\sigma = \sum_{i=1}^p \lambda_i [X_i]$ ، حيث $[X_i]$ هي التراكيز المولية للأفراد الكيميائية الشارديّة و λ_i الناقلية النوعية المولية الشارديّة لمختلف هذه الأفراد .

بيّن أنه يُمكن كتابة الناقلية النوعية على الشكل : $\sigma = K \cdot x(t)$ وحدّد وحدة الثابت K . (ملاحظة : K ليس ثابت الخلية)

$$4 - \text{بيّن أنه في اللحظة } t \text{ يُعطى التقدم بالعلاقة } x(t) = n_0 \frac{\sigma(t)}{\sigma_f}$$

5 - أ) في اللحظة t_1 كانت الناقلية النوعية للمزيج $\sigma_1 = 5,1 \text{ mS.cm}^{-1}$. احسب التقدم $x(t_1)$.

ب) استنتج كتلة 2 - كلورو-2-ميثيل بروبان غير المُماه عند هذه اللحظة . ($M = 92,5 \text{ g/mol}$)

4 - ندرس تأثير محلول مائي لبيروكسو ديكبريتات البوتاسيوم ($\text{S}_2\text{O}_8^{2-}(\text{aq}), 2 \text{ K}^+(\text{aq})$) على محلول مائي ليود البوتاسيوم ($\text{K}^+(\text{aq}), \text{I}^-(\text{aq})$) .

عندما نمزج المحلولين نلاحظ تدريجياً ظهور لون أصفر بسبب تكوّن ثنائي اليود $\text{I}_2(\text{aq})$.



أ) اكتب المعادلتين النصفيتين الإلكترونيّتين علماً أن الثنائيتين المتفاعلتين هما : $\text{S}_2\text{O}_8^{2-}(\text{aq}) / \text{SO}_4^{2-}(\text{aq})$ و $\text{I}_2(\text{aq}) / \text{I}^-(\text{aq})$

وأشر بواسطة سهم للأكسدة وللإرجاع ، ثم استنتج مرة ثانية معادلة الأكسدة - إرجاع .

2 - من أجل دراسة حركية هذا التفاعل نمزج في البيشر في اللحظة $t = 0$ حجماً $V_1 = 500 \text{ mL}$ من محلول بيروكسوديكراتات

البوتاسيوم تركيزه المولي $C_1 = 1,50 \text{ mol/L}$ مع حجم $V_2 = 500 \text{ mL}$ من محلول يود البوتاسيوم تركيزه $C_2 = 1,00 \text{ mol/L}$.

حدّد في اللحظة $t = 0$ كمية مادة المتفاعلات ، واستنتج التركيز المولي لشوارد اليود في البيشر في اللحظة $t = 0$.

3 - نعاير في لحظات مختلفة ثنائي اليود الناتج في هذا التحول الكيميائي ، بحيث نأخذ في كل مرة 20 mL من المزيج ونقوم

بسقيها فيزيائياً ، ثم نستعمل محلولاً لثيوكبريتات البوتاسيوم ($\text{S}_2\text{O}_3^{2-}(\text{aq}), 2 \text{ K}^+(\text{aq})$) تركيزه المولي $C_3 = 5,00 \cdot 10^{-3} \text{ mol/L}$ لنعابير

به ثم نحدّد بواسطة هذه المعايير التركيز المولي لثنائي اليود ونملأ الجدول التالي :

t (mn)	0	2	5	10	20	30	40	50	60
$\text{I}_2(\text{aq}) \text{ mmol/L}$	0	0,5	1,5	2,4	3,5	4,3	5,0	5,5	5,9

أ) بالاستعانة بجدول تقدّم المزيج المتفاعل حدّد العلاقة بين التقدّم $x(t)$ في اللحظة t وكمية مادة ثنائي اليود .

ب) استنتج العلاقة بين $x(t)$ و $[\text{I}_2(\text{aq})]$.

ج) اوجد التركيز المولي لثنائي اليود في المزيج في نهاية التحول .

د) اكتب المعادلتين النصفيتين الإلكترونيّتين للثنائيتين I_2 / I^- و $\text{S}_4\text{O}_6^{2-} / \text{S}_2\text{O}_3^{2-}$ واستنتج المعادلة الكيميائية للمعايرة .

هـ) ما هو حجم ثيوكبريتات الصوديوم اللازم عند التكافؤ في اللحظة $t = 40 \text{ mn}$ ؟

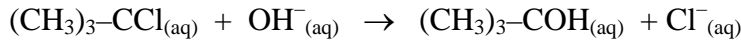
و) هل انتهى التحول الكيميائي في نهاية الـ 60 mn ؟ تأكد من ذلك بالتمثيل البياني لـ $[\text{I}_2(\text{aq})] = f(t)$.

5 - نمزج في مخبر محلولين (S_1) و (S_2) .

S_1 : حصلنا عليه بوضع $4,60 \text{ g}$ من 2 - كلورو-2-ميثيل بروبان في حوجة وإكمال الحجم إلى 500 mL .

S_2 : محلول لهيدروكسيد البوتاسيوم ($\text{OH}^-(\text{aq}), \text{K}^+(\text{aq})$) حجمه 500 mL وتركيزه المولي $0,1 \text{ mol/L}$.

نمزج في مخبار المحلولين (S_1) و (S_2) و نثبت درجة حرارة المزيج على حوالي 8°C .
التفاعل الذي يحدث في المخبار تفاعل بطيء وتام ، نمذجته بالمعادلة :



حجم المزيج في المخبار هو V_T .

في اللحظة $t = 0$ يبدأ التفاعل ، وفي اللحظة t نأخذ حجما $V_1 = 10,0 \text{ mL}$ ونقوم بسقيته فيزيائيا .

نعاير هيدروكسيد البوتاسيوم غير المتفاعل بواسطة محلول حمض كلور الهيدروجين ($\text{H}_3\text{O}^+_{(\text{aq})}$, $\text{Cl}^-_{(\text{aq})}$) تركيزه المولي
 $C_1 = 2,5 \cdot 10^{-2} \text{ mol/L}$.

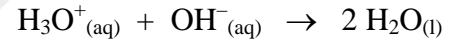
كرّرنا عملية المعايرة عدّة مرات في لحظات مختلفة ، ثم وضعنا على الجدول التالي حجوم محلول حمض كلور الهيدروجين اللازمة للتكافؤ في كل عملية .

$t \text{ (h)}$	0,5	1,0	2,0	4,0	6,0	8,0
V_E	19,2	17,8	15,2	11,7	8,6	6,2

1 - أ) احسب كمية المادة الابتدائية للمتفاعلات .

ب) أشيء جدول تطور التفاعل واستنتج التقدم الأعظمي x_{max} .

2 - نذكر أن معادلة تفاعل معايرة محلول هيدروكسيد البوتاسيوم بواسطة محلول حمض كلور الهيدروجين هي :



أ) اكتب العلاقة بين كميات مادة المتفاعلات عند التكافؤ ، واستنتج عبارة التركيز المولي لشوارد الهيدروكسيد ($\text{OH}^-_{(\text{aq})}$) الباقية

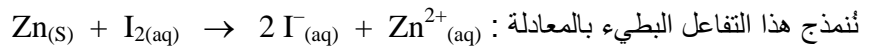
في المزيج (في الحجم المعايير V) بدلالة V_E , V , C_1 .

ب) بيّن أن عبارة كمية شوارد الهيدروكسيد غير المتفاعلة في المزيج تُعطى بالعلاقة : $n(\text{OH}^-) = V_T \cdot \frac{C_1 V_E}{V}$

3 - أ) اوجد مقدار التقدم x_8 للتفاعل في اللحظة $t = 8 \text{ h}$.

ب) هل التحوّل الكيميائي المدروس وصل إلى نهايته ؟ علّل لذلك .

6 - نغمر صفيحة من التوتياء في محلول مائي لثنائي اليود ($\text{I}_2_{(\text{aq})}$) .



1 - ماذا يحدث لكتلة صفيحة التوتياء خلال التفاعل ؟ ولماذا يبدأ اللون الأصفر للمحلول بالاختفاء ؟

2 - أجريت التجربة في الدرجة 20°C في بيشر يحتوي على $V = 250 \text{ mL}$ من محلول ثنائي اليود الذي تركيزه المولي

$C_0 = 2,00 \times 10^{-2} \text{ mol/L}$. حدّد كمية مادة ثنائي اليود الابتدائية .

3 - إذا كان $x(t)$ هو تقدّم التفاعل في اللحظة t .

أ) أشيء جدول التقدم للجلمة الكيميائية علما أن التوتياء هو المتفاعل الموجود بزيادة .

ب) اعتمادا على جدول التقدم اوجد العلاقة بين التقدم $x(t)$ في كل لحظة وكمية مادة ثنائي اليود .

ج) استنتج العلاقة بين $x(t)$ و $[\text{I}_2_{(\text{aq})}]$.

(د) اوجد قيمة التقدم الأعظمي x_{max} .

4 – احسب التركيز المولي لشوارد اليود $I^-_{(aq)}$ ولشوارد التوتياء $Zn^{2+}_{(aq)}$ في نهاية التحول .

5 – تابعنا تطوّر هذه الجملة الكيميائية بواسطة معايرة ثنائي اليود الباقي في المزيج وحصلنا على النتائج التالية :

t (h)	0	25	50	100	200	300	400	600	700	900	1000	1200
$[I_{2(aq)}]$ (mmol/L)	20,0	16,0	13,9	10,8	8,8	7,0	5,8	3,8	3,0	1,8	1,3	0,8

مثل بيانيا تغيرات $[I_{2(aq)}] = f(t)$ و $x = g(t)$.

7 – ندرس تطور تفاعل تصيّن أستر ونأخذ مثال تفاعل ميثانوات الإيثيل مع محلول هيدروكسيد الصوديوم .
نتابع تغير ناقلية المزيج خلال الزمن .

التجربة :

نسكب في بيشر محلولاً من هيدروكسيد الصوديوم تركيزه المولي $C_0 = 1,00 \times 10^{-2} \text{ mol/L}$ ، ثم نغمر خلية قياس الناقلية في المحلول في اللحظة t_0 ، ولتكن G_0 هي قيمة ناقلية المحلول في هذه اللحظة .
نضيف للمحلول كمية من ميثانوات الإيثيل مساوية لكمية مادة هيدروكسيد الصوديوم التي أضفناها سابقاً .
نقيس في لحظات مختلفة ناقلية المزيج مع الرّج المغناطيسي المتواصل . نملأ الجدول التالي :

t (mn)	0	3	6	9	12	15	45	نهاية التفاعل
G (mS)	?	2,16	1,97	1,84	1,75	1,68	1,20	1,05
x (mmol) التقدم	0	0,46	0,72	0,90	1,00	1,10	1,70	2,00

معادلة التفاعل هي : $HCOO-C_2H_5(aq) + OH^-_{(aq)} \rightarrow HCOO^-_{(aq)} + C_2H_5-OH(aq)$

يُعطى ثابت الخلية $K = 1 \text{ cm}$ ، والناقلية النوعية الشاردية المولية للشوارد المعنية تُعطى في الجدول التالي :

الشاردة	$Na^+_{(aq)}$	$OH^-_{(aq)}$	$HCOO^-_{(aq)}$
λ (S.m ² .mol ⁻¹)	$5,01 \times 10^{-3}$	$19,9 \times 10^{-3}$	$5,46 \times 10^{-3}$

نهمل شوارد H_3O^+ لأن المحلول أساسي .

حجم ميثانوات الإيثيل مهمل أمام حجم محلول هيدروكسيد الصوديوم ، بحيث نعتبر حجم المحلول $V = 200 \text{ mL}$.

نعين بـ n_0 كمية مادة ميثانوات الإيثيل وكذلك كمية مادة هيدروكسيد الصوديوم .

1 – نعتبر حجم محلول هيدروكسيد الصوديوم V في اللحظة t_0 .

$$G_0 = \frac{K}{V} n_0 (\lambda_{Na^+} + \lambda_{OH^-}) \quad (\text{أ}) \text{ بيّن أنه يمكن كتابة ناقلية هذا المحلول بالشكل :}$$

(ب) احسب قيمة G_0 .

2 – ليكن x تقدم التفاعل في اللحظة t ، أتمم الجدول التالي بكتابة كميات المادة بدلالة x .

معادلة التفاعل	$\text{HCOO-C}_2\text{H}_5(\text{aq}) + \text{OH}^-(\text{aq}) \rightarrow \text{HCOO}^-(\text{aq}) + \text{C}_2\text{H}_5\text{-OH}(\text{aq})$				
حالة الجملة	التقدم	كمية المادة (mol)			
الحالة الابتدائية	0	n_0	n_0	0	0
الحالة الانتقالية	x				

3 - ندرس ناقلية المحلول بدلالة الزمن .

أ) بيّن أنه يمكن كتابة هذه الناقلية كما يلي :

$$G_t = \frac{K}{V} [\lambda_{\text{Na}^+} \cdot n_0 + \lambda_{\text{OH}^-} \cdot (n_0 - x) + \lambda_{\text{HCOO}^-} \cdot x] \quad (1)$$

ب) اختصر هذه العبارة واكتبها على الشكل :

$$G_t = ax + b \quad (2) \quad \text{حيث } a \text{ و } b \text{ ثابتان يُطلب التعبير عنهما . ماذا تمثل قيمة } b \text{ ؟}$$

ج) ما هي إشارة a ؟

د) ارسم بيانا تقريبا للعلاقة (2) : $G_t = f(x)$

4 - أ) يمكن بواسطة العلاقة (2) إيجاد قيم التقدم في الجدول الأول . تأكد من ذلك في القيمة الموافقة لـ $t = 3 \text{ mn}$.

ب) مثل بيانيا $x = f(t)$.