

التمرين : (20 نقطة)

لمتابعة التحول الكيميائي البطيء والتام الحادث بين معدن الألمنيوم $Al(s)$ وحمض كلور الماء $(H_3O^+ + Cl^-)(aq)$ عند درجة حرارة ثابتة $\theta = 25^\circ C$ ، نغمر في اللحظة $t = 0$ قطعة من الألمنيوم النقي كتلتها m_0 في محلول حمض كلور الماء حجمه V وتركيزه المولي c .

بناء على النتائج التجريبية وبواسطة برنامج مناسب تمكنا من رسم المنحنى البياني $[Al^{3+}] = f(t)$ لتغيرات التركيز المولي لشوارد الألمنيوم بدلالة الزمن الموضح في الشكل - 1.

I - يعطى جدول تقدم هذا التفاعل:

معادلة التفاعل		$2Al(s) + 6H_3O^+(aq) = 2Al^{3+}(aq) + 3H_2(g) + 6H_2O(l)$				
الحالة	تقدم التفاعل	كمية المادة مقدرة بـ mol .				
الابتدائية	$x = 0$	$n_{01} = 10^{-2}$	$n_{02} = 10^{-1} c$	.....	.....	بالزيادة
الانتقالية	$x(t)$	.....	.....	.....	.....	بالزيادة
النهائية	x_{max}	.....	.....	.....	.....	بالزيادة

1 - اكتب المعادلتين النصفيتين للأكسدة والارجاع، ثم استنتج الثنائيتين (Ox/Red) المشاركتين في التفاعل.

2 - أ - اكمل ملاء الفراغات في جدول تقدم التفاعل.

ب - جد قيمة كل من الحجم V والتقدم الأعظمي x_{max} ، ثم حدد المتفاعل المحد.

ج - جد قيمة كل من m_0 و c .

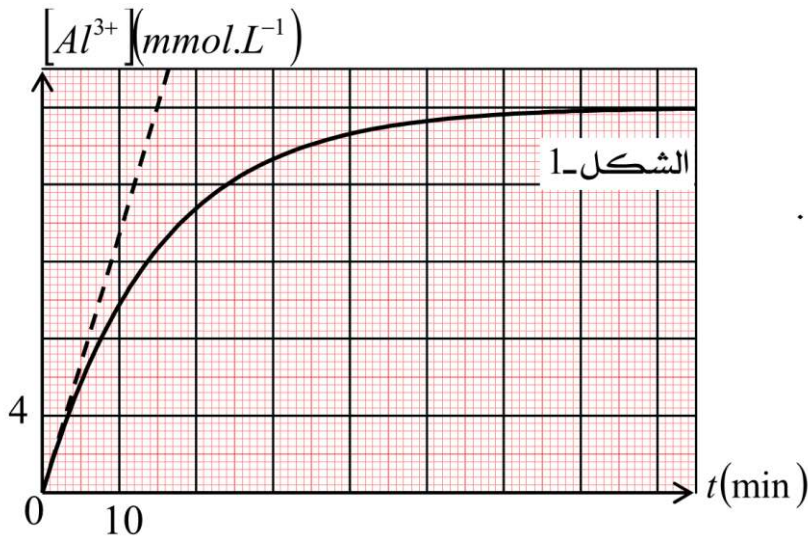
د - احسب $V_f(H_2)$ حجم غاز ثنائي الهيدروجين المنطلق عند نهاية التفاعل.

II - 1 - عرف زمن نصف التفاعل $t_{1/2}$.

ب - بين أن عند اللحظة $t = t_{1/2}$ يكون: $[Al^{3+}]_{t_{1/2}} = \frac{[Al^{3+}]_f}{2}$ ، حيث $[Al^{3+}]_f$: التركيز المولي النهائي لشوارد الألمنيوم

، ثم استنتج بيانيا قيمة $t_{1/2}$.

2 - احسب سرعة التفاعل $v(t)$ عند اللحظة $t = 0$.



المعطيات:

- الكتلة المولية الذرية للألمنيوم:

$M(Al) = 27 g.mol^{-1}$

- الحجم المولي للغازات: $V_M = 24 L.mol^{-1}$

تصحيح الفرض الأول في مادة : العلوم الفيزيائية

التمرين : (20 نقطة)

- 1- كتابة المعادلتين النصفيتين للأكسدة والارجاع ثم استنتج الثنائيتين (Ox/Red) المشاركتين في التفاعل**
 المعادلة النصفية للأكسدة : $Al(s) \rightarrow Al^{3+}(aq) + 3e^-$: (Al^{3+} / Al)
 المعادلة النصفية للارجاع : $2H_3O^+(aq) + 2e^- \rightarrow H_2(g) + 2H_2O(l)$: (H_3O^+ / H_2)
2- أ- اكمال ملأ الفراغات في جدول تقدم التفاعل :

معادلة التفاعل		$2Al(s) + 6H_3O^+(aq) = 2Al^{3+}(aq) + 3H_2(g) + 6H_2O(l)$				
الحالة	تقدم التفاعل	كمية المادة تقدر ب mol				
الابتدائية	$x = 0$	$n_{01} = 10^{-2}$	$n_{02} = 10^{-1}c$	0	0	بالزيادة
الانتقالية	$x(t)$	$10^{-2} - 2x(t)$	$10^{-1}c - 6x(t)$	$2x(t)$	$3x(t)$	بالزيادة
النهائية	x_{max}	$10^{-2} - 2x_{max}$	$10^{-1}c - 6x_{max}$	$2x_{max}$	$3x_{max}$	بالزيادة

- ب- قيمة الحجم V :** نعلم أن : $n_{02} = 10^{-1}c = cV$ ومنه : $V = \frac{10^{-1}c}{c} = 10^{-1}L = 100mL$
قيمة التقدم الأعظمي x_{max} : لدينا من جدول تقدم التفاعل عند الحالة النهائية : $n_f(Al^{3+}) = 2x_{max}$
 ومنه : $x_{max} = \frac{n_f(Al^{3+})}{2}$ أي : $x_{max} = \frac{[Al^{3+}]_f V}{2}$
 ومن بيان الشكل - 3 نجد : $n_f(Al^{3+}) = 5 \times 4 \times 10^{-3} = 20 \times 10^{-3} mol$
 ت-ع : $x_{max} = \frac{20 \times 10^{-3} \times 100 \times 10^{-3}}{2} = 1 \times 10^{-3} mol$
تحديد المتفاعل المحد :

- لدينا من جدول تقدم التفاعل عند الحالة النهائية : $n_f(Al) = n_{01} - 2x_{max} = 10^{-2} - 2 \times 10^{-3} \neq 0$
 وعليه : المتفاعل المحد هو شوارد الهيدرونيوم $H_3O^+(aq)$
ج- إيجاد قيمة كل من m_0 و c :

- قيمة m_0 :** نعلم أن : $n_{01} = \frac{m_0}{M(Al)}$ ومن جدول تقدم التفاعل نجد : $n_{01} = 10^{-2} mol$
 ومنه : $\frac{m_0}{M(Al)} = 10^{-2} mol$ أي : $m_0 = 10^{-2} \times M(Al)$ ت-ع : $m_0 = 10^{-2} \times 27 = 0,27 g$
قيمة c : نعلم أن $H_3O^+(aq)$ هي المتفاعل المحد ، ومن جدول تقدم التفاعل نكتب : $10^{-1}c - 6x_{max} = 0$
 ومنه : $c = \frac{6x_{max}}{10^{-1}}$ ت-ع : $c = \frac{6 \times 10^{-3}}{10^{-1}} = 6 \times 10^{-2} mol / L$

د- حساب $V_f(H_2)$ حجم غاز ثنائي الهيدروجين المنطلق عند نهاية التفاعل:

$$V_f(H_2) = n_f(H_2) V_M \text{ ومنه: } n_f(H_2) = \frac{V_f(H_2)}{V_M}$$

$$n_f(H_2) = 3x_{\max} \text{ لدينا من جدول تقدم التفاعل عند الحالة:}$$

$$V_f(H_2) = 3x_{\max} V_M \text{ ت-ع: } V_f(H_2) = 3 \times 10^{-3} \times 24 = 72 \times 10^{-3} L = 72 mL$$

II - 1- تعريف زمن نصف التفاعل $t_{1/2}$: هو الزمن الضروري لبلوغ تقدم التفاعل إلى نصف تقدمه الأعظمي ونكتب:

$$x(t_{1/2}) = \frac{x_{\max}}{2}$$

ب- تبين أن عند اللحظة $t = t_{1/2}$ يكون: $[Al^{3+}]_{t_{1/2}} = \frac{[Al^{3+}]_f}{2}$ حيث $[Al^{3+}]_f$: التركيز المولي النهائي لشوارد

الألمنيوم:

$$n_{Al^{3+}}(t) = 2x(t) \text{ لدينا من جدول تقدم التفاعل عند الحالة الانتقالية:}$$

$$n_{Al^{3+}}(t_{1/2}) = 2x(t_{1/2}) \text{ نجد: } x(t_{1/2}) = \frac{x_{\max}}{2} \text{ لدينا: ومنه: } (1) x(t_{1/2}) = x_{\max} \dots$$

$$x_{\max} = \frac{n_f(Al^{3+})}{2} \text{ ومنه: } n_f(Al^{3+}) = 2x_{\max} \text{ نجد: (عند نهاية التفاعل) } t = t_f$$

$$[Al^{3+}]_{t_{1/2}} V = \frac{[Al^{3+}]_f V}{2} \text{ ومنه: } n_{Al^{3+}}(t_{1/2}) = \frac{n_f(Al^{3+})}{2} \text{ نجد: (1) العلاقة في التعويض}$$

$$\text{أي: } [Al^{3+}]_{t_{1/2}} = \frac{[Al^{3+}]_f}{2} \text{ وهو المطلوب.}$$

استنتاج بيانيا قيمة $t_{1/2}$:

$$[Al^{3+}]_{t_{1/2}} = \frac{20 \times 10^{-3}}{2} = 10 mmol/L \text{ لدينا:}$$

$$t_{1/2} = 10 \text{ min} \text{ وبالإسقاط نجد: } [Al^{3+}]_{t_{1/2}} = 10 mmol/L \text{ الترتيب}$$

2- حساب سرعة التفاعل $v(t)$ عند اللحظة $t = 0$.

$$v(t) = \frac{dx(t)}{dt} \text{ نعلم أن:}$$

$$x(t) = \frac{n_{Al^{3+}}(t)}{2} \text{ لدينا: } n_{Al^{3+}}(t) = 2x(t) \text{ ومنه:}$$

$$v(t) = \frac{1}{2} \frac{d(n_{Al^{3+}}(t))}{dt} \text{ ومنه: } v(t) = \frac{d\left(\frac{n_{Al^{3+}}(t)}{2}\right)}{dt} \text{ وبالتعويض في عبارة } v(t) \text{ نجد:}$$

$$v(t) = \frac{V}{2} \frac{d[Al^{3+}]_f}{dt} \text{ وعليه: } v(t) = \frac{1}{2} \frac{d([Al^{3+}]_f V)}{dt} \text{ أي:}$$

$$v(0) = \frac{V}{2} \frac{d[Al^{3+}]_f}{dt} \Big|_{t=0} = \frac{100 \times 10^{-3}}{2} \times \left(\frac{20 \times 10^{-3} - 0}{15 - 0} \right) = 6,7 \times 10^{-5} mol/min \text{ ت-ع:}$$