

( 20 نقطة )

لمتابعة التحول الكيميائي البطيء والتام الحادث بين معدن الألمنيوم  $Al(s)$  و حمض 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.

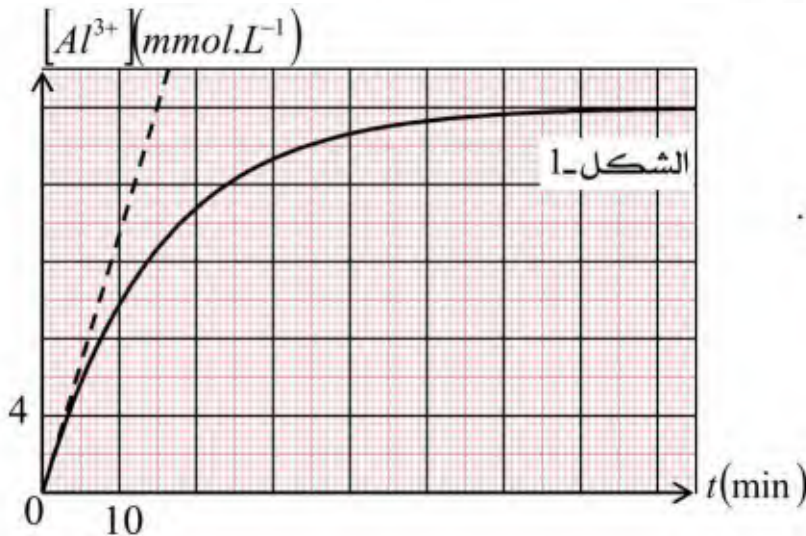
I - يعطى جدول تقدم هذا التفاعل:

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:**

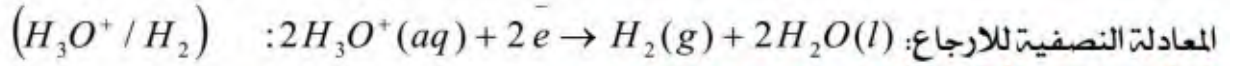
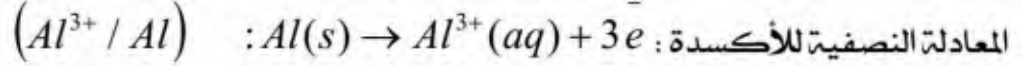
- الكتلة المولية الذرية للألمنيوم:

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

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

## تصحيح الفرض الأول في مادة : العلوم الفيزيائية

( 20 نقطة )

**L1 - كتابة المعادلتين النصفيتين للأكسدة والارجاع ثم استنتج الثنائيتين (Ox/Red) المشاركتين في التفاعل****2- أ- اكمال ملاء 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 بـ 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:

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

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

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

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:

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

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

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

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

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

استنتاج بيانياً قيمة  $t_{1/2}$ :

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

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

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

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

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

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

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

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