الفرض الأول في مادة : **العلوم الفيزيائية** — المدة :1 ساعة

التمرين : (20 نقطة)

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

بناءا 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 ـ 1.

I ـ 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

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

2ـ أ ـ اكمل ملأ الفراغات في جدول تقدم التفاعل .

ب ـ جد قيمة كل من الحجم V و التقدم الأعظمي x_{max} ،ثم حدد المتفاعل المحد .

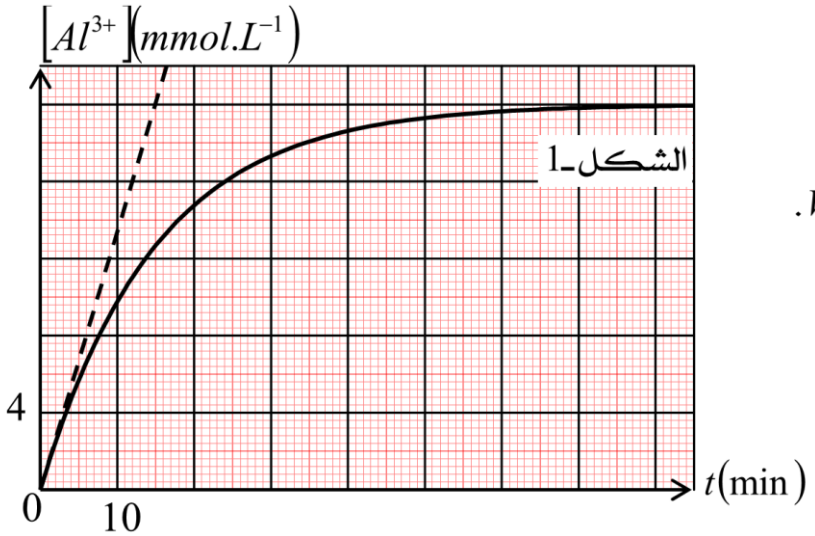
جـ ـ جد قيمة كل من m_0 و c .

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

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

ب ـ بين أن عند اللحظة $t = t_{1/2}$ يكون: $[Al^{3+}]_{t_{1/2}} = \dfrac{[Al^{3+}]_f}{2}$ ،حيث $[Al^{3+}]_f$: التركيز المولي النهائي لشوارد الألمنيوم ،ثم استنتج بيانيا قيمة $t_{1/2}$.

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



الشكل ـ 1

المعطيات:

ـ الكتلة المولية الذرية للألمنيوم:
$M(Al) = 27g.mol^{-1}$.

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

تصحيح الفرض الأول في مادة : **العلوم الفيزيائية**

التمرين : (20 نقطة)

I ـ 1 ـ كتابة المعادلتين النصفيتين للأكسدة والارجاع ثم استنتج الثنائيتين (Ox/Red) المشاركتين في التفاعل

المعادلة النصفية للأكسدة : $Al(s) \rightarrow Al^{3+}(aq) + 3\bar{e}$: (Al^{3+}/Al)

المعادلة النصفية للارجاع : $2H_3O^+(aq) + 2\bar{e} \rightarrow H_2(g) + 2H_2O(l)$: (H_3O^+/H_2)

2 ـ أ ـ 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 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 ـ قيمة الحجم V : نعلم أن: $n_{02}=10^{-1}c=cV$ ومنه: $V=\dfrac{10^{-1}c}{c}=10^{-1}L=100mL$.

قيمة التقدم الأعظمي x_{max} : لدينا من جدول تقدم التفاعل عند الحالة النهائية: $n_f(Al^{3+})=2x_{max}$

ومنه: $x_{max}=\dfrac{n_f(Al^{3+})}{2}$ أي: $x_{max}=\dfrac{[Al^{3+}]_f V}{2}$

ومن بيان الشكل ـ 3 نجد: $n_f(Al^{3+})=5\times4\times10^{-3}=20\times10^{-3}mol$

ت ـ ع: $x_{max}=\dfrac{20\times10^{-3}\times100\times10^{-3}}{2}=1\times10^{-3}mol$

تحديد المتفاعل المحد:

لدينا من جدول تقدم التفاعل عند الحالة النهائية : $n_f(Al)=n_{01}-2x_{max}=10^{-2}-2\times10^{-3}\neq0$.

وعليه: المتفاعل المحد هو شوارد الهيدرونيوم $H_3O^+(aq)$.

جـ ـ إيجاد قيمة كل من m_0 و c :

قيمة m_0 : نعلم أن: $n_{01}=\dfrac{m_0}{M(Al)}$ ومن جدول تقدم التفاعل نجد: $n_{01}=10^{-2}mol$

ومنه: $\dfrac{m_0}{M(Al)}=10^{-2}mol$ أي: $m_0=10^{-2}\times M(Al)$ ت ـ ع: $m_0=10^{-2}\times27=0,27g$

قيمة c : نعلم أن $H_3O^+(aq)$ هي المتفاعل المحد ،ومن جدول تقدم التفاعل نكتب: $10^{-1}c-6x_{max}=0$

ومنه: $c=\dfrac{6x_{max}}{10^{-1}}$ ت ـ ع: $c=\dfrac{6\times10^{-3}}{10^{-1}}=6\times10^{-2}mol/L$.

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

نعلم أن: $n_f(H_2)=\dfrac{V_f(H_2)}{V_M}$ ومنه: $V_f(H_2)=n_f(H_2)V_M$

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

ومنه: $V_f(H_2)=3x_{max}V_M$ ت ـ ع: $V_f(H_2)=3\times10^{-3}\times24=72\times10^{-3}L=72mL$.

II ـ 1 ـ 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 ـ تبيان أن عند اللحظة $t=t_{1/2}$ يكون: $[Al^{3+}]_{t_{1/2}}=\dfrac{[Al^{3+}]_f}{2}$ ، حيث $[Al^{3+}]_f$: التركيز المولي النهائي لشوارد الألمنيوم :

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

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

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

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

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

استنتاج بيانيا قيمة $t_{1/2}$:

لدينا: $[Al^{3+}]_{t_{1/2}}=\dfrac{20\times10^{-3}}{2}=10mmol/L$

$t_{1/2}$ يمثل فاصلة الترتيبة $[Al^{3+}]_{t_{1/2}}=10mmol/L$ وبالاسقاط نجد: $t_{1/2}=10\min$

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

نعلم أن: $v(t)=\dfrac{dx(t)}{dt}$

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

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

أي: $v(t)=\dfrac{1}{2}\dfrac{d([Al^{3+}]_tV)}{dt}$ وعليه: $v(t)=\dfrac{V}{2}\dfrac{d[Al^{3+}]_t}{dt}$

ت ـ ع: $v(0)=\dfrac{V}{2}\dfrac{d[Al^{3+}]_t}{dt}\Big|_{t=0}=\dfrac{100\times10^{-3}}{2}\times\left(\dfrac{20\times10^{-3}-0}{15-0}\right)=6,7\times10^{-5}mol/\min$