

## حل السلسلة الثانية في الوحدة الأولى

### حل التمرين الرابع :

1- الثنائية (Ox / Réd) الداخلة في التفاعل هي :  $(H_{(aq)}^+ / H_{2(g)})$  و  $(Zn_{(aq)}^{2+} / Zn_{(s)})$  بحيث :  $(H_{(aq)}^+ / H_{2(g)}) \Rightarrow 2H_{(aq)}^+ + 2e^- = H_{2(g)}$  و  $(Zn_{(aq)}^{2+} / Zn_{(s)}) \Rightarrow Zn_{(s)} = Zn_{(aq)}^{2+} + 2e^-$

2- التعبير عن كمية المادة لغاز ثنائي الهيدروجين  $n_{H_2}$  بدلالة كل من  $V_{H_2}$  و  $V_M$  :  $n_{H_2} = \frac{V_{H_2}}{V_M}$

3- كميات المادة الابتدائية للمتفاعلات :

$$n(H^+) = CV = 0,5.40.10^3 \Rightarrow n(H^+) = 0,2.10^2 \text{ mol}$$

$$n(Zn) = \frac{m}{M} = \frac{1}{65} \Rightarrow n(Zn) = 1,53.10^2 \text{ mol}$$

4- انجاز جدول لتقدم التفاعل واستنتاج العلاقة بين  $x$  و  $n_{H_2}$  :

- جدول تقدم التفاعل :

معادلة التفاعل	$Zn_{(s)}$	$+ 2H_{(aq)}^+$	$= Zn_{(aq)}^{2+} + H_{2(g)}$
ح الابتدائية	$1,53 \times 10^{-2}$	$0,2 \times 10^{-2}$	$0$
ح انتقالية	$1,53 \times 10^{-2} - x(t)$	$0,2 \times 10^{-2} - 2x(t)$	$x(t)$
ح النهائية	$1,53 \times 10^{-2} - x_f$	$0,2 \times 10^{-2} - 2x_f$	$x_f$

العلاقة بين التقدم  $x$  و  $n_{H_2}$  : نلاحظ من خلال جدول تقدم التفاعل أن :  $n_{H_2} = x$

5- رسم المنحنى البياني :  $x = f(t)$  و ذلك باستعمال مقياس الرسم :  $1 \text{ cm} \rightarrow 50 \text{ s}$  ;  $1 \text{ cm} \rightarrow 1 \text{ mmol}$

6- قيمة السرعة الحجمية للتفاعل :

$$v = 5,88.10^4 \text{ mol} / L.s \leftarrow t = 50 \text{ s}$$

$$v = 1,95.10^4 \text{ mol} / L.s \leftarrow t = 400 \text{ s}$$

- نلاحظ أن السرعة الحجمية للتفاعل تناقصت وذلك لتناقص تركيز المتفاعلات.

7- إذا كان التفاعل تاما :

$$\begin{cases} x_{\max} = 1,53.10^2 \text{ mol} \\ x_{\max} = 0,2.10^2 / 2 = 0,1.10^2 \text{ mol} \end{cases} \Leftrightarrow \begin{cases} 1,53.10^2 - x_{\max} = 0 \\ 0,2.10^2 - 2x_{\max} = 0 \end{cases} \text{ أ- المتفاعل المحد : عند نهاية التفاعل : إما}$$

$$\text{إذن : } x_{\max} = 0,1.10^2 \text{ mol}$$

ومنه المتفاعل المحد هو شوارد الهيدروجين :  $H_{(aq)}^+$  أي حمض كلور الهيدروجين.

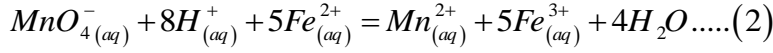
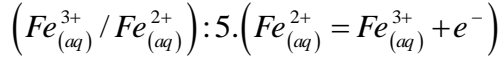
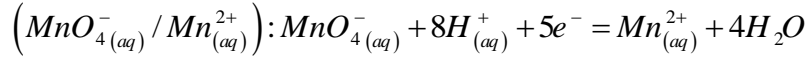
$$\text{ب- التقدم الأعظمي هي : } x_{\max} = 0,1.10^2 \text{ mol}$$

ج- زمن نصف التفاعل :  $x(t_{1/2}) = \frac{x_{\max}}{2} = 0,5.10^1 \text{ mol}$  من البيان نجد :  $t_{1/2} = 270 \text{ s}$

### حل التمرين الخامس :

- دراسة تفاعل المعايرة : التفاعل (2)

- 1- نضع في كل مرة المحلول المعايير في من الماء البارد لتوقيف التفاعل.  
2- المعادلة (2) هي معادلة لتفاعل المعايرة بحيث هي مجموع معادلتين نصفيتين للأكسدة والإرجاع.



- 3- نقطة التكافؤ: هي النقطة التي يكون فيها المتفاعلات في الشروط الستوكيومترية أي:  $\frac{n(MnO_4^-)}{1} = \frac{n(Fe^{2+})}{5}$

- نستدل عليها باختفاء اللون البنفسجي أي إختفاء الشوارد:  $MnO_4^-$

4- إعطاء عبارة:  $n'_{MnO_4^-}$  المأخوذ في اللحظة  $t$  بدلالة  $(C', V_E)$ :

$$n'_{MnO_4^-} = \frac{n(Fe^{2+})}{5} \Rightarrow n'_{MnO_4^-} = \frac{C'V'}{5} \dots (1)$$

- دراسة التفاعل الرئيسي (التفاعل (1)):

$$n_0 = C_0 V_0 \Rightarrow n_0 = 5 \cdot 10^{-5} \cdot 0,2 \Rightarrow n_0 = 10^{-2} \text{ mol}$$

$$n'_0 = \frac{m}{M} = \frac{\rho V}{M} = \frac{0,785.1}{60} \Rightarrow n'_0 = 1,3 \cdot 10^{-2} \text{ mol} \quad (\text{propanol} - 2 - ol)$$

2- جدول التقدم للتفاعل (1):

معادلة التفاعل	$5C_3H_8O_{(aq)} + 2MnO_4^- + 6H^+ = 5C_3H_6O_{(aq)} + 2Mn^{2+} + 6H_2O_{(aq)}$					
ح الابتدائية	$n'_0 = 1,3 \times 10^{-2}$	$n_0 = 10^{-2}$	زيادة	0	0	زيادة
ح انتقالية	$1,3 \times 10^{-2} - 5x(t)$	$10^{-2} - 2x(t)$	زيادة	$5x(t)$	$2x(t)$	زيادة
ح النهائية	$1,3 \times 10^{-2} - 5x_{\max}$	$10^{-2} - 2x_{\max}$	زيادة	$5x_{\max}$	$2x_{\max}$	زيادة

$$\begin{cases} 1,3 \cdot 10^{-2} - 5x_{\max} = 0 \\ 10^{-2} - 2x_{\max} = 0 \end{cases} \Rightarrow \begin{cases} x_{\max} = 2,6 \cdot 10^{-3} \text{ mol} \\ x_{\max} = 5 \cdot 10^{-3} \text{ mol} \end{cases} \quad \text{3- حساب للتفاعل (1): عند نهاية التفاعل يكون}$$

ومنه  $x_{\max} = 2,6 \cdot 10^{-3} \text{ mol}$  المتفاعل المحد هو: (propanol - 2 - ol)

$$4- إعطاء عبارة:  $x = f(n_0, C', V_E)$ : من جدول التقدم لدينا  $n_{MnO_4^-} = n_0 - 2x(t) \Rightarrow x(t) = \frac{n_0 - n_{MnO_4^-}}{2}$$$

$$\text{ولدينا } n_{MnO_4^-} = 10 \cdot n'_{MnO_4^-} \text{ ومنه } x(t) = \frac{n_0 - n_{MnO_4^-}}{2} \Rightarrow x(t) = \frac{n_0}{2} - 5n'_0 \text{ ومنه } x(t) = \frac{n_0}{2} - C'V'$$

زمن نصف التفاعل:

1- تعريفه: تعريف زمن نصف التفاعل: هو المدة الزمنية التي يبلغ فيها التفاعل نصف تقدمه النهائي.

$$2- حسابه بيانياً:  $x(t_{1/2}) = \frac{x_{\max}}{2} \Rightarrow x(t_{1/2}) = 1,3 \cdot 10^{-3} \text{ mol}$  بالإسقاط نجد:  $t_{1/2} = 2,7 \text{ min}$$$

## حل التمرين السادس:

- إكمال جدول القيم: من قانون الغاز المثالي:  $(PV = nRT)$  نجد:

$$\left\{ T = 298K; V = 1L; R = 8,31SI; P_{CO_2} (Pa) \right\} \quad n_{CO_2} = \frac{P_{CO_2} V}{RT}$$

تطبيق عددي:  $n_{CO_2} = \frac{10^3}{8,31.298} \Rightarrow n_{CO_2} = 4,038.10^7 \cdot P_{CO_2}$  بالاعتماد على هذه العلاقة وجدول القيم نستنتج

قيم  $n_{CO_2}$  في كل لحظة:

$t(s)$	10	20	30	40	50	60	70	80	90	100
$P_{CO_2} (pa)$	1250	2280	3320	4120	4880	5560	6090	6540	6940	7150
$n_{CO_2} (mmol)$	0,50	0,92	1,34	1,66	1,97	2,24	2,46	2,64	2,80	2,88

2- إنشاء جدول تقدم التفاعل:

-- الكمية:  $n_0(H_3O^+) = CV \Rightarrow n_0(H_3O^+) = 0,1.10^4 = 10^3 \text{ mol}$

-- الكمية:  $CaCO_{3(s)}$  متوفرة بزيادة.

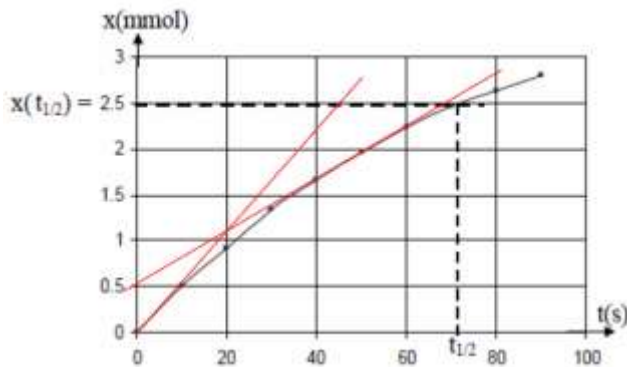
المعادلة	$CaCO_{3(s)} + 2H_3O^+_{(aq)} = CO_{2(g)} + 3H_2O_{(l)} + Ca^{2+}_{(aq)}$				
ح. ابتدائية	زيادة	$n_0(H_3O^+)$	0	زيادة	0
ح. انتقالية	زيادة	$n_0(H_3O^+) - 2x(t)$	$x(t)$	زيادة	$x(t)$
ح. نهائية	زيادة	$n_0(H_3O^+) - 2x_{max}$	$x_{max}$	زيادة	$x_{max}$

من جدول التقدم نستنتج أن:  $n_{CO_2} = x$

3- تركيب الوسط التفاعلي عند اللحظة:  $t = 50s$  لدينا من جدول القيم:  $x(t = 50s) = 1,97.10^3 \text{ mol}$

$n(mol)$	$n(H_3O^+)$	$n(CO_2)$	$n(Ca^{2+})$
$t = 50 \text{ s}$	$n(H_3O^+) - 2x(50s) = 6,06 \times 10^3$	$x(50s) = 1,97 \times 10^3$	$x(50s) = 1,97 \times 10^3$

4- رسم البيان:  $x = f(t)$



5- تعيين السرعة الحجمية للتفاعل:  $v = \frac{1}{V} \cdot \frac{dx(t)}{dt}$

--  $t = 0s \Rightarrow v(0) = \frac{1}{0,1} \cdot \frac{2,25 - 0}{40 - 0} = 5,62.10^4 \text{ mol / L.s}$

--  $t = 50s \Rightarrow v(50) = \frac{1}{0,1} \cdot \frac{2 - 0,5}{50 - 0} = 3.10^4 \text{ mol / L.s}$

نستنتج أن سرعة التفاعل قد تناقصت.

6- أ. تعيين التقدم الأعظمي:  $x_{max}$

$$x_{max} = \frac{n(H_3O^+)}{2} \Rightarrow x_{max} = 5.10^3 \text{ mol}$$

ب- زمن نصف التفاعل  $t_{1/2}$ :  $x(t_{1/2}) = 2,5.10^3 \text{ mol}$  من البيان:  $t_{1/2} = 72s$

7- بما أن التفاعل ينتج عنه شوارد فإنه يمكن تتبع تطوره عن طريق قياس الناقلية في كل لحظة باستعمال جهاز قياس الناقلية.

8- أ. الشوارد المتواجدة في الوسط التفاعلي:  $Ca^{2+}_{(aq)}$  و  $H_3O^+_{(aq)}$  والشاردة الخاملة كيميائيا  $Cl^-_{(aq)}$

ب- قيمة الناقلية النوعية في الوسط التفاعلي:  $\sigma_0$  في اللحظة ( $t = 0s$ )

$$\sigma(t) = \lambda_{Cl^-} [Cl^-]_t + \lambda_{H_3O^+} [H_3O^+]_t + \lambda_{Ca^{2+}} [Ca^{2+}]_t$$

$$[Cl^-]_0 = [H_3O^+]_0 = 0,1 mol / L = 100 mol / m^3 \text{ بحيث } \sigma(0) = \lambda_{Cl^-} [Cl^-]_0 + \lambda_{H_3O^+} [H_3O^+]_0 + 0$$

$$\sigma(0) = (35 + 7,5) \cdot 10^3 \cdot 10^2 \Rightarrow \boxed{\sigma(0) = 4,25 s / m}$$

ج- تبين أنه توجد علاقة بين  $\sigma(t)$  والتقدم  $x(t)$  بحيث:  $\sigma(t) = 4,25 - 580 \cdot x(t)$

$$\sigma(t) = \lambda_{Cl^-} [Cl^-]_t + \lambda_{H_3O^+} [H_3O^+]_t + \lambda_{Ca^{2+}} [Ca^{2+}]_t \dots\dots\dots (1)$$

- الشاردة:  $Cl^-_{(aq)}$  خاملة أي تركيزها لا يتغير (ثابت)  $[Cl^-]_0 = [Cl^-]_t = 100 mol / m^3$

بالإستعانة بجدول التقدم:  $n_t(H_3O^+) = n_0(H_3O^+) - 2 \cdot x(t)$  وكذلك  $n_t(Ca^{2+}) = x(t)$

$$[H_3O^+]_t = \frac{n_0(H_3O^+) - 2 \cdot x(t)}{V} \Rightarrow \frac{10^2 - 2 \cdot x(t)}{100 \cdot 10^6} \text{ --}$$

$$[Ca^{2+}]_t = \frac{x(t)}{V} \Rightarrow [Ca^{2+}]_t = \frac{x(t)}{100 \cdot 10^6} \text{ --}$$

بالتعويض في المعادلة (1) نجد :

$$\sigma(t) = 7,5 \cdot 10^{-3} \cdot 10^2 + 35 \cdot 10^{-3} \cdot \frac{10^2 - 2 \cdot x(t)}{100 \cdot 10^6} + 12 \cdot 10^{-3} \cdot \frac{x(t)}{100 \cdot 10^6}$$

$$\sigma(t) = 4,25 - 580 \cdot x(t) \text{ ومنه :}$$

د- حساب قيمة الناقلية النوعية النهائية  $\sigma_{\max}$  :

$$\sigma_{\max} = 4,25 - 580 \cdot x_{\max} \Rightarrow \sigma_{\max} = 4,25 - 580 \cdot 5 \cdot 10^{-3} \Rightarrow \boxed{\sigma_{\max} = 1,35 s / m}$$