

حلول تمارين الوحدة الأولى :
المتابعة الزمنية لتحول كيميائي في وسط مائي

حل التمرين الأول :



1. الطرق التي تمكننا من متابعة التحول :
✓ قياس الناقلية : لأن الوسط التفاعلي يحتوي على شوارد.
✓ المعايرة : وجود شاردة MnO_4^- التي تتميز بلونها البنفسجي فيمكن مثلاً معايرتها بواسطة الماء الأكسجيني .

2. الشائيتين (Ox / Réd) الداخلتين في التفاعل هما : (MnO_4^- / Mn^{2+}) ; $(C_3H_6O_{(aq)} / C_3H_8O_{(aq)})$

3. حساب سرعة التفاعل عند اللحظة $(t = 4 \text{ min})$

$$v = \left(\frac{dx}{dt} \right)_{t=4 \text{ min}} = \frac{2-1,2}{4-0} = 0,2 \text{ mmol} \cdot \text{min}^{-1}$$

حيث $x = f(t)$ عند اللحظة $(t = 4 \text{ min})$

4. استنتاج سرعة تشكل شاردة Mn^{+2} عند اللحظة $(t = 4 \text{ min})$

بتطبيق العلاقة التي تربط بين سرعة التفاعل وسرعة تشكل واختفاء نوع كيميائي يمكن أن نكتب :

$$v(Mn^{+2}) = 2 \cdot \left(\frac{dx}{dt} \right)_{t=4 \text{ min}} = 2 \times 0,2 = 0,4 \text{ mmol} \cdot \text{min}^{-1}$$

ومنه $v = \frac{dx}{dt} = \frac{v(Mn^{+2})}{2}$

5. استنتاج زمن نصف التفاعل $t_{1/2}$:
التفاعل المدروس تام : $x(t_{1/2}) = \frac{x_{\text{max}}}{2}$ ، من البيان $x = f(t)$ قيمة $x_{\text{max}} = 2,5 \text{ mmol}$ ومنه $x(t_{1/2}) = \frac{2,5}{2} = 1,25 \text{ mmol}$

نقرأ من البيان $t_{1/2} = 1,4 \text{ min}$

✓ أهمية معرفة زمن نصف التفاعل : معرفة زمن نصف التفاعل يمكننا من مقارنة التفاعلات من حيث السرعة وكذلك التحكم في التفاعل الكيميائي.

حل التمرين الثاني :



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

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

تطبيق عددي : $n_{CO_2} = \frac{10^{3-}}{8,31 \cdot 298} \Rightarrow n_{CO_2} = 4,038 \cdot 10^{-7} \cdot P_{CO_2}$

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 : $n_0(H_3O^+) = CV \Rightarrow n_0(H_3O^+) = 0,1 \cdot 10^{-1} = 10^{-2} \text{ mol}$

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

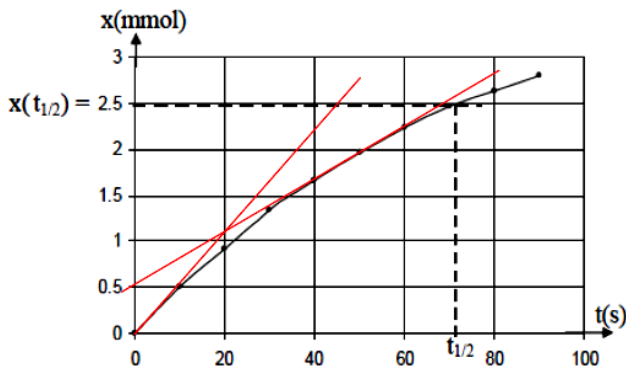
| المعادلة | $CaCO_{3(s)} + 2H_3O^+_{(aq)} = CO_{2(g)} + 3H_2O_{(l)} + Ca^{+2}_{(aq)}$ | | | | |
|-------------|---|--------------------------|-----------|-------|-----------|
| ح. ابتدائية | زيادة | $n_0(H_3O^+)$ | 0 | زيادة | 0 |
| ح. انتقالية | زيادة | $n_0(H_3O^+) - 2x(t)$ | $x(t)$ | زيادة | $x(t)$ |
| 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 : $x(t = 50s) = 1,97 \cdot 10^{-3} \text{ mol}$

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

4- رسم البيان : $x = f(t)$



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

$t = 0s \Rightarrow v(0) = \frac{1}{0,1} \cdot \frac{2,25 - 0}{40 - 0} = 5,62 \cdot 10^{-4} \text{ mol / L s}$ --

$t = 50s \Rightarrow v(50) = \frac{1}{0,1} \cdot \frac{2 - 0,5}{50 - 0} = 3 \cdot 10^{-4} \text{ mol / L s}$ --

نستنتج أن سرعة التفاعل قد تناقصت .

6- أتعين التقدم الأعظمي : x_{max}

$$x_{max} = \frac{n(H_3O^+)}{2} \Rightarrow \boxed{x_{max} = 5 \cdot 10^{-3} \text{ mol}}$$

ب- زمن نصف التفاعل $t_{1/2} : x(t_{1/2}) = 2,5 \cdot 10^{-3} \text{ mol}$ 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 : σ_0 في اللحظة ($t = 0s$)

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

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

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

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

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

- الشاردة : $Cl_{(aq)}^-$ خاملة أي تركيزها لا يتغير (ثابت) $[Cl^-]_0 = [Cl^-]_t = 100 \text{ mol} / \text{m}^3$
 بالإستعانة بجدول التقدم : $n_t(H_3O^+) = n_0(H_3O^+) - 2x(t)$ وكذلك $n_t(Ca^{2+}) = x(t)$

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

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

بالتعويض في المعادلة (1) نجد :

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

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

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

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

حل التمرين الثالث :



1- جدول تقدم التفاعل :

| معادلة التفاعل | | $Mg_{(s)} + 2H_3O^+_{(aq)} = 2H_2O_{(l)} + H_{2(g)} + Mg^{2+}_{(aq)}$ | | | | |
|------------------------|--------|---|--------------|-------|-------|-------|
| حالة الجملة الكيميائية | التقدم | كمية المادة بـ (mol) | | | | |
| الحالة الابتدائية | 0 | n_1 | n_0 | بوفرة | 0 | 0 |
| الحالة الإنتقالية | x | $n_1 - x$ | $n_0 - 2x$ | بوفرة | x | x |
| الحالة النهائية | x_f | $n_1 - x_f$ | $n_0 - 2x_f$ | بوفرة | x_f | x_f |

حيث أن الكمية الابتدائية للمغنيزيوم هي : $n_1 = \frac{m}{M} = \frac{1}{24} = 4,1 \cdot 10^{-2} \text{ mol}$

والكمية الابتدائية لحمض كلور الماء هي : $n_0 = CV = 5 \times 60 \times 10^{-3} = 0,3 \text{ mol}$

2- تكملة الجدول : حساب قيم تقدم التفاعل X : $X = n(H_2) = \frac{V(H_2)}{V_M}$

| | | | | | | | | | |
|----------|---|------|------|------|------|------|------|------|------|
| t (min) | 0 | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 | 8 |
| x (mmol) | 0 | 14,0 | 26,0 | 33,7 | 37,9 | 40,4 | 41,0 | 41,0 | 41,0 |

3- رسم البيان : $X = f(t)$

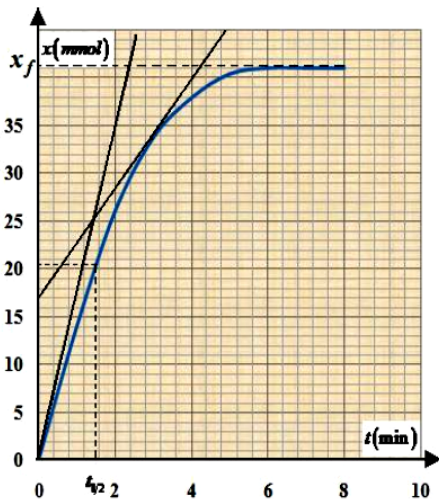
4- تعيين التقدم النهائي X_f للتفاعل وتحديد المتفاعل المحد :

$$\text{لدينا : } \frac{n_1(H_3O^+)}{1} = 0,3 \text{ mol} ; \frac{n_0(Mg)}{2} = 4,1 \times 10^{-2} \text{ mol}$$

أي : $\frac{n_1(H_3O^+)}{1} > \frac{n_0(Mg)}{2}$ وبالتالي التقدم النهائي $X_f = 4,1 \cdot 10^{-2} \text{ mol}$ والمتفاعل المحد هو Mg

5- حساب سرعة تشكل ثنائي الهيدروجين في اللحظتين $(t=0)$; $(t=3 \text{ min})$

$$v_{H_2}(t=0 \text{ min}) = \frac{dn_{H_2}}{dt} = \frac{dx}{dt} = \frac{35-0}{2-0} = 17,5 \text{ mmol} / \text{min}$$



$$v_{H_2}(t = 3 \text{ min}) = \frac{dn_{H_2}}{dt} = \frac{dx}{dt} = \frac{33.7 - 17}{3 - 0} = 5,6 \text{ mmol / min}$$

6- زمن نصف التفاعل $t_{1/2}$: من البيان لما: $x(t_{1/2}) = \frac{x_f}{2} = 20,05 \text{ m mol}$ لدينا $t_{1/2} = 1,5 \text{ min}$

7- حساب تركيز شوارد الهيدرونيوم $[H_3O^+]_f$ في الوسط التفاعلي عند انتهاء التحول الكيميائي عند نهاية التفاعل $X_f = 4,1 \cdot 10^{-2} \text{ mol}$ وبالتالي:

$$[H_3O^+]_f = \frac{n_0 - 2 \cdot x_f}{V} = C - 2 \times \frac{x_f}{V} = 5,0 - 2 \times \frac{4,1 \times 10^{-2}}{60 \times 10^{-3}} = 3,6 \text{ mol / L}$$

حل التمرين الرابع :



1- إنشاء جدول التقدم :

| معادلة التفاعل | $(CH_3)_3C - Cl + 2H_2O \rightarrow (CH_3)_3C - OH + H_3O^+ + Cl^-$ | | | | |
|-------------------|---|-------|--------|--------|--------|
| الحالة الابتدائية | $n_0 = 3,7 \times 10^{-3}$ | زيادة | 0 | 0 | 0 |
| الحالة الإنتقالية | $3,7 \times 10^{-3} - x(t)$ | زيادة | $x(t)$ | $x(t)$ | $x(t)$ |
| الحالة النهائية | $3,7 \times 10^{-3} - x_f$ | زيادة | x_f | x_f | x_f |

2- تحديد قيمة التقدم الأعظمي من جدول التقدم عند نهاية التفاعل نظريا يكون :

$$3,7 \cdot 10^{-3} - X_f = 0 \Rightarrow x_{\max} = x_f = 3,7 \cdot 10^{-3} \text{ mol}$$

3- كتابة الناقليّة النوعية من الشكل : $\sigma = K \cdot x(t)$

الشوارد المتواجدة هي : Cl^- و H_3O^+ ومنه : (1)..... $\sigma = \lambda_{H_3O^+} [H_3O^+] + \lambda_{Cl^-} [Cl^-]$

نلاحظ من جدول التقدم أن : $[H_3O^+]_t = [Cl^-]_t = \frac{x(t)}{V}$ بالتعويض في العلاقة (1) نجد

$$K = \frac{(\lambda_{H_3O^+} + \lambda_{Cl^-})}{V} \quad \text{بحيث} \quad \sigma = \frac{(\lambda_{H_3O^+} + \lambda_{Cl^-})}{V} x(t) \quad \text{..... (2)}$$

4- تبين في اللحظة t يعطى التقدم بالعلاقة : $x(t) = \frac{n_0 \cdot \sigma(t)}{\sigma_f}$ من العلاقة (2) نجد : $x(t) = \frac{\sigma V}{(\lambda_{H_3O^+} + \lambda_{Cl^-})}$

بالضرب والقسمة على n_0 نجد : $x(t) = \frac{n_0 \cdot \sigma V}{n_0 \cdot (\lambda_{H_3O^+} + \lambda_{Cl^-})}$ فنجد : $x(t) = \frac{x_f \cdot \sigma}{V \cdot (\lambda_{H_3O^+} + \lambda_{Cl^-})}$

بمقارنة مقام الكسر بالعلاقة (2) نجد أن $\sigma_f = \frac{x_f}{V} \cdot (\lambda_{H_3O^+} + \lambda_{Cl^-})$ ومنه نجد أن $x(t) = \frac{n_0 \cdot \sigma(t)}{\sigma_f}$

5- أ- إيجاد $x(t)$ في اللحظة t_1 : $x(t) = \frac{5,13 \cdot 7 \cdot 10^{-3}}{9,1} \Rightarrow x(t) = 2,07 \cdot 10^{-3} \text{ mol}$

ب- كتلة الحمض المتبقية :

$$n(t_1) = 3,7 \cdot 10^{-3} - x(t) \Rightarrow n(t_1) = 3,7 \cdot 10^{-3} - 2,07 \cdot 10^{-3} = 1,63 \cdot 10^{-3} \text{ mol}$$

$$n(t_1) = \frac{m}{M} \Rightarrow m = M \cdot n(t_1) = 92,5 \cdot 1,63 \cdot 10^{-3} \Rightarrow m = 0,15 \text{ g}$$



1. الهدف من تبريد العينة : توقيف تفاعل تشكيل ثنائي اليود لمعايرته.
2. جدول تقدم التفاعل 01 (التفاعل الرئيسي) :

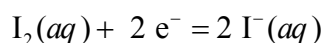
| | | | | |
|-------------------|---|------------------|-------|--------|
| معادلة التفاعل | $H_2O_{2(aq)} + 2I^-_{(aq)} + 2H_3O^+_{(aq)} = I_{2(aq)} + 4H_2O_{(l)}$ | | | |
| الحالة الابتدائية | C_1V_1 | C_2V_2 | بوفرة | 0 |
| الحالة الانتقالية | $C_1V_1 - x(t)$ | $C_2V_2 - 2x(t)$ | بوفرة | $x(t)$ |

$$\begin{cases} n_0(H_2O_2) = C_1 \cdot V_1 = 0,045 \cdot 0,1 = 4,5 \text{ mmol} \\ n_0(I^-) = C_2 \cdot V_2 = 0,2 \cdot 0,1 = 20 \text{ mmol} \end{cases}$$

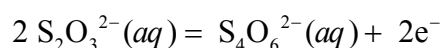
3. العلاقة بين $x(t)$ و $n_{I_2}(t)$:

من جدول تقدم التفاعل $n_{I_2}(t) = x(t)$

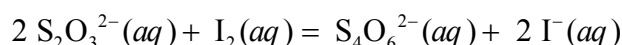
4. معادلة تفاعل المعايرة (تفاعل 02) :



المعادلة النصفية للإرجاع :



المعادلة النصفية للأكسدة :



المعادلة الإجمالية للأكسدة والإرجاع :

5. جدول تقدم تفاعل المعايرة :

| | | | | |
|-------------------|---|---------------------|----------|------------------|
| معادلة التفاعل | $2S_2O_3^{2-}(aq) + I_2(aq) = S_4O_6^{2-}(aq) + 2I^-(aq)$ | | | |
| الحالة الابتدائية | $n_0(S_2O_3^{2-})$ | $n_0(I_2)$ | 0 | 0 |
| الحالة النهائية | $n_0(S_2O_3^{2-}) - 2 \cdot x_{eq}$ | $n_0(I_2) - x_{eq}$ | x_{eq} | $2 \cdot x_{eq}$ |

6. العلاقة بين $n_0(I_2)$ المتشكلة من أجل الوسط التفاعلي و V_E و $V = 20ml$ عند نقطة التكافؤ تكون المتفاعلات في شروط ستوكيو مترية وعليه :

$$n_0(I_2) = \frac{n_E(S_2O_3^{2-})}{2} \Rightarrow n_0(I_2) = \frac{C_3 V_{eq}}{2}$$

7. العلاقة بين $n(I_2)$ المتشكلة من أجل الوسط التفاعلي و V_E و $V_T = 200ml$

$$\begin{cases} n_0(I_2) \rightarrow 20ml \\ n(I_2) \rightarrow 200ml \end{cases} \Rightarrow n(I_2) = 10 \cdot n_0(I_2) = 5 \cdot C_3 \cdot V_{eq}$$

$$(I_2) = 5 \cdot C_3 \cdot V_{eq} = 5 \cdot 0,2 \cdot V_{eq} = V_{eq} \text{ ومنه :}$$

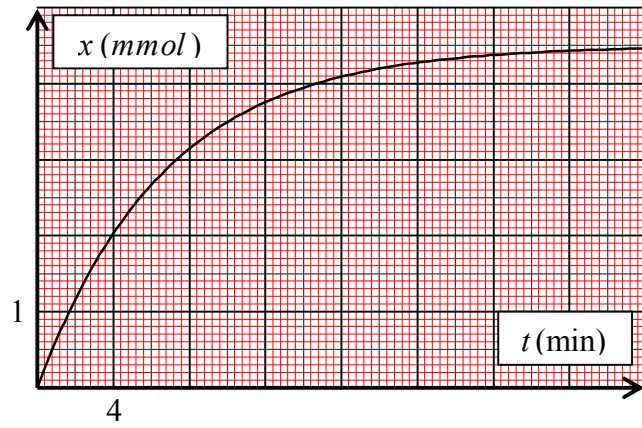
8. العلاقة بين $x(t)$ و V_E :

$$x(t) = n(I_2) = V_{eq}$$

إكمال الجدول :

| | | | | | | | | | | | |
|------------------|---|---|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|
| $t(\text{min})$ | 0 | 4 | 6 | 12 | 16 | 20 | 22 | 24 | 28 | 32 | 36 |
| $x(\text{mmol})$ | 0 | 2 | 2.7 | 3.4 | 4.1 | 4.3 | 4.3 | 4.4 | 4.4 | 4.5 | 4.5 |

9. البيان $x = f(t)$:



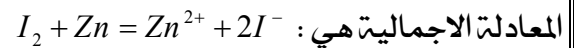
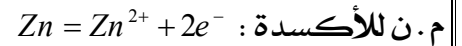
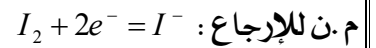
10. زمن نصف التفاعل $t_{1/2}$:

$$t_{1/2} = 4,1 \text{ min} \text{ ونقرأ من البيان } x(t_{1/2}) = \frac{x_{\max}}{2} = \frac{4.5}{2} = 2,25 \text{ mmol}$$

حل التمرين السادس :



1. كتابة المعادلة الاجمالية لتفاعل الأوكسدة و الارجاع :



2. أ- البروتوكول التجريبي : تقسيم المزيج إلى حجوم متساوية V_0 ، ثم المعايرة بواسطة محلول معلوم التركيز عند

لحظات زمنية مختلفة مختلفة الحجم V_0

مخطط المعايرة : نذكر فيه (السحاحة + البيشر+ مخلوط مغناطيسي+ حامل السحاحة)

ب- تعريف السرعة الحجمية لاختفاء I_2 : هي سرعة تفاعل إختفاء I_2 من أجل وحدة الحجم الكلي للوسط التفاعلي.

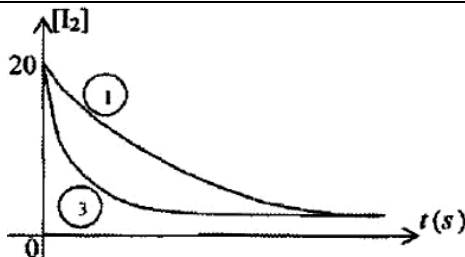
$$\text{تعطي بالعلاقة: } v_{I_2} = -\frac{d[I_2]}{dt}$$

تحسب بيانيا بميل المماس عند اللحظة t .

ج- السرعة الحجمية تتناقص بمرور الزمن بسبب تناقص التركيز وبالتالي نقص التصادمات الفعالة.

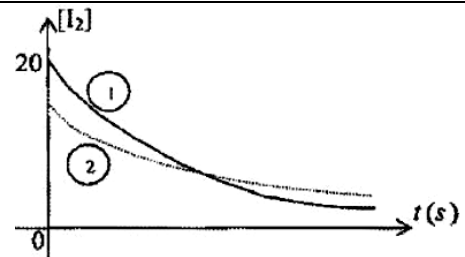
3- شكل المنحنى :

التجربة 03 :



سرعة التفاعل عند كل لحظة في التجربة الثالثة أكبر منه في التجربة الأولى بسبب درجة الحرارة

التجربة 02 :



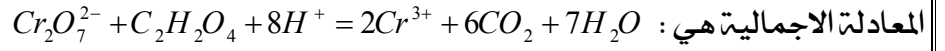
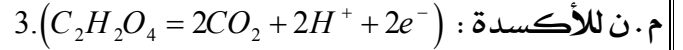
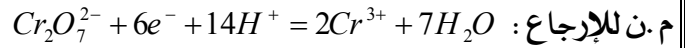
سرعة التفاعل عند كل لحظة في التجربة الأولى أكبر منه في التجربة الثانية بسبب التركيز الابتدائي لثنائي اليود.

4- العوامل الحركية التي تبرزها هذه التجارب هي : التراكيز الابتدائية للمتفاعلات وكذلك درجة الحرارة .

حل التمرين السابع :



1. كتابة المعادلة الاجمالية لتفاعل الأوكسدة والارجاع :



ب - جدول تقدم التفاعل :

| | | | | | |
|---|--------------------------|-------|--------|--------|-------|
| $Cr_2O_7^{2-} + 3C_2H_2O_4 + 8H^+ = 2Cr^{3+} + 6CO_2 + 7H_2O$ | | | | | |
| 0,008 | $0,06 \times C_2$ | بوفرة | 0 | 0 | بوفرة |
| $0,008 - x$ | $0,06 \times C_2 - 3x$ | --- | $2x$ | $6x$ | --- |
| $0,008 - x_f$ | $0,06 \times C_2 - 3x_f$ | --- | $2x_f$ | $6x_f$ | --- |

كمية مادة $Cr_2O_7^{2-}$ هي :

$$n_0(Cr_2O_7^{2-}) = 0,20,004 = 0,008 mol$$

2. أ - حساب سرعة تشكل Cr^{3+} في اللحظة $t = 20 min$:

$$v_{Cr^{3+}} = \frac{1}{22.5} = 4,4.10^{-2} mmol / min$$

بدلينا من البيان : $n_{Cr^{3+}} = 4mmol$ ومن جدول تقدم التفاعل لدينا : $2X_f = n_{Cr^{3+}} \Rightarrow X_f = \frac{4}{2} = 2mmol$

ج - زمن نصف التفاعل هو الزمن الموافق لـ $x = \frac{X_f}{2}$ ، أي هو الزمن الموافق لتشكيل نصف المادة النهائية لشوارد Cr^{3+}

$$t_{\frac{1}{2}} = 5,6 min$$

3. أ - المتفاعل المحد :

لو كان $Cr_2O_7^{2-}$ هو المتفاعل المحد لوجدنا $X_f = 8mmol$

إذن المتفاعل المحد هو حمض الأوكساليك.

ب - تركيز حمض الأوكساليك : $0,06.C_2 - 3X_f = 0 \Rightarrow C_2 = \frac{6.10^{-3}}{0,06} = 0.1 mol / L$

حل التمرين الثامن :



1. جدول تقدم التفاعل :

| | | | | | |
|-------------------|---|---------------|--------|--------|-------|
| المعادلة | $CaCO_{3(s)} + 2H_3O_{(aq)}^+ = Ca_{(aq)}^{2+} + CO_{2(g)} + 3H_2O_{(l)}$ | | | | |
| الحالة الابتدائية | 0.004mol | C.V | 0 | 0 | بوفرة |
| الحالة الانتقالية | $0.004 - X(t)$ | $C.V - 2X(t)$ | $X(t)$ | $X(t)$ | |
| الحالة النهائية | $0.004 - X_f$ | $C.V - 2X_f$ | X_f | X_f | |

2. لنبين أن الحجم المولي في شروط التجربة هو $V_M = 24L/mol$

$$PV = nRT \Rightarrow \frac{V}{n} = \frac{RT}{P} = \frac{8.31.(20+273)}{1.013.10^5} = 24.10^{-3} \dots\dots(01)$$

نعلم أن الحجم المولي هو الحجم الذي يشغله مول واحد من الغاز وعليه تصبح العلاقة 01 :

$$V_M = \frac{V}{1} = 24.10^{-3} m^3 / mol = 24L / mol$$

3- لنعبر عن التقدم بدلالة حجم غاز ثاني أكسيد الكربون الناتج :

من جدول تقدم التفاعل نلاحظ أن :

$$n_{(CO_2)}(t) = X(t) = V_{CO_2} / V_M$$

4- تحديد قيمة $V_f(CO_2)$ واستنتاج التقدم النهائي :

من البيان المعطى نلاحظ في الحالة النهائية أن : $V_f(CO_2) = 40 \text{ ml} = 0.04 \text{ L}$ و عليه :

$$X_f = V_f(CO_2) / V_M = 0.04 / 24 = 0.0016 \text{ mol}$$

5- باعتبار التفاعل تام لنحسب التركيز المولي C :

كربونات الكالسيوم $CaCO_3$ ليست المتفاعل المحد و عليه يكون حمض كلور الماء هو المتفاعل المحد

$$C \cdot V - 2X_f = 0 \Rightarrow C = \frac{2X_f}{V} = \frac{2 \cdot 0,0016}{20 \cdot 10^{-3}} = 0,16 \text{ mol / l}$$

6- كتلة كربونات الكالسيوم المتبقية في نهاية التفاعل:

$$n_{(CaCO_3)}(t) = n_0 - X(t) = \frac{m_{(CaCO_3)}(t)}{M_{(CaCO_3)}}$$

$$n_f(CaCO_3) = n_0 - X_f = \frac{m_f(CaCO_3)}{M} \Rightarrow m_f(CaCO_3) = M \cdot (n_0 - X_f)$$

$$m_f(CaCO_3) = 100(0.004 - 0.0016) = 0.24 \text{ g}$$

حل التمرين التاسع :



1- حساب السرعة الحجمية عند بداية كل تجربة :

| التجربة | 1 | 2 | 3 | 4 |
|----------------------------|------|------|------|------|
| $v_v (mmol / L \cdot min)$ | 2.00 | 4.00 | 2.86 | 6.67 |

2- التجريبتان اللتان تسمحان باظهار مدى تأثير درجة الحرارة على سرعة التفاعل هما 3 و 4 لأنهما لا يختلفان من حيث الشروط إلا في درجة الحرارة.

3- التجريبتان اللتان تسمحان باظهار مدى تأثير التراكيز الابتدائية للمتفاعلات على سرعة التفاعل هما 1 و 2 لأنهما لا يختلفان من حيث الشروط إلا في التراكيز الابتدائية.

4- قيمة التقدم بيانيا :

القيمة الحدية للتقدم هي $X_f = X_{\max} = 1,5 \text{ mmol}$

5- زمن نصف التفاعل : $x = \frac{X_{\max}}{2} \Rightarrow t_{1/2} = 9 \text{ min}$

حل التمرين العاشر :



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

بعيثة : $(H_{(aq)}^+ / H_{2(g)}) \Rightarrow 2H_{(aq)}^+ + 2e^- = H_{2(g)}$ 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_M و V_{H_2} :

$$n_{H_2} = \frac{V_{H_2}}{V_M}$$

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 |

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

6- رسم المنحنى البياني : $x = f(t)$ وذلك باستعمال مقياس الرسم : $1cm \rightarrow 1mmol ; 1cm \rightarrow 50s$

7- قيمة السرعة الحجمية للتفاعل :

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

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

8- نلاحظ أن السرعة الحجمية للتفاعل تناقصت وذلك لتناقص تركيز المتفاعلات .
9- إذا كان التفاعل تاما :

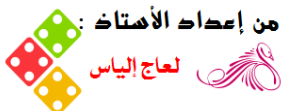
$$\begin{cases} x_{\max} = 1,53.10^2 \text{ mol} \\ x_{\max} = 0,2.10^2 / 2 = 0,1.10^2 \text{ mol} \end{cases} \Leftrightarrow \begin{cases} 1,53.10^2 - x_{\max} = 0 \\ 0,2.10^2 - 2x_{\max} = 0 \end{cases} \text{ أ المتفاعل المحد : عند نهاية التفاعل : إما}$$

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

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

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

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



موقع الأستاذ نجاج إلياس : www.laadjlyes.jimdo.com



البريد الإلكتروني : ilyes.laadj@gmail.com

البريد الإلكتروني :

