



السؤال 01: يتفاعل حمض الأكساليك  $H_2C_2O_4$  مع

برمنغنات البوتاسيوم ( $K^+.MnO_4^-$ ) حيث  $K^+$  شاردة غير فعالة (متفرجة) لا تكتب في المعادلة عادة.

- 1- اكتب المعادلتين النصفيتين للأكسدة والإرجاع.
- 2- استنتج المعادلة الإجمالية.

يعطى الثنائيات: ( $MnO_4^-/Mn^{2+}$ ) ، ( $CO_2/H_2C_2O_4$ )

السؤال 02: يتفاعل بين  $n_1 = 5 \times 10^{-3} mol$  من

( $2K^+.S_2O_8^{-2}$ ) و ( $n_2 = 10^{-2} mol$ ) من ( $K^+.I^-$ )

يعطى الثنائيات: ( $S_2O_8^{-2}/SO_4^{-2}$ ) ، ( $I_2/I^-$ )

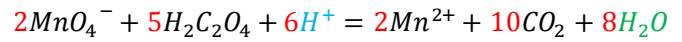
- 1- اكتب المعادلة الممنذجة للتفاعل الحاصل.
- 2- هل المزيج ستيوكومتري؟

السؤال 03: نفاعل بين وبرمنغنات البوتاسيوم

( $K^+.MnO_4^-$ ) و حمض الأكساليك ( $H_2C_2O_4$ )

( $C_1.V_1$ ) و ( $C_2.V_2$ )

تعطى المعادلة الممنذجة للتفاعل:



- 1- انجز جدول التقدم.
- 2- بالاستعانة بجدول التقدم أوجد عبارة تركيز الحمض  $H_2C_2O_4$  في كل لحظة بدلالة  $C_2, V_2, V_T, V_M, V_T$  و ( $V_T = V_1 + V_2$ ) حيث:  $V_g$ : حجم غاز  $CO_2$  المنطلق و  $V_M$  الحجم المولي
- 3- حدد المتفاعل المحد.

يعطى:

$$\begin{cases} C_1 = 10^{-2} mol/l \\ V_1 = 50ml \end{cases} \quad \begin{cases} C_2 = 10^{-2} mol/l \\ V_2 = 50ml \end{cases}$$

السؤال 04:

1- متى يكون التفاعل سريع (أي)، بطيء، بطيء جدًا؟

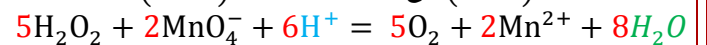
2- ليكن المنحنى المقابل:

كيف تصنف هذا التفاعل

من حيث المدة؟

السؤال 05:

يتفاعل ( $C_1.V_1$ )  $H_2O_2$  مع ( $C_2.V_2$ ) ( $K^+/MnO_4^-$ ) حيث:

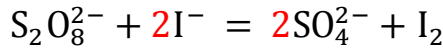


- 1- أنجز جدول تقدم التفاعل.
- 2- استنتج العلاقة بين  $x$  والتركيز [ $H_2O_2$ ] ثم [ $MnO_4^-$ ] ثم  $V_g$  لغاز الأكسجين المنطلق.

السؤال 06:

نفاعل بين ( $C_2.V_2$ ) ( $K^+/I^-$ ) مع ( $C_1.V_1$ ) ( $2K^+/S_2O_8^{-2}$ )

حيث المعادلة الممنذجة للتفاعل:

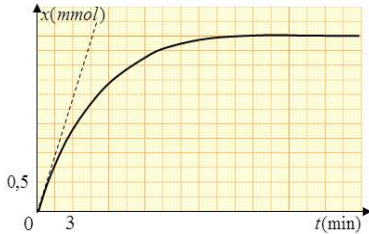


1- أنجز جدول تقدم التفاعل.

$$[I_2] = \frac{C_2 V_2}{2V_T} - \frac{[I^-]}{2} \quad \text{بين أن:}$$

[ $I_2$ ]: تركيز ثنائي اليود المتشكل في كل لحظة و  $V_T = V_1 + V_2$

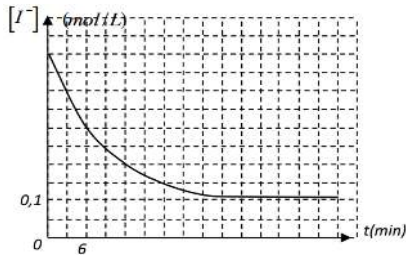
السؤال 07: عين زمن نصف التفاعل  $t_{1/2}$  بيانيًا.



السؤال 08:

تحصلنا على البيان التالي بواسطة برمجية خاصة، اعتمادًا على البيان:

1. أوجد التركيز الابتدائي [ $I^-$ ].
2. أوجد  $t_{1/2}$ .

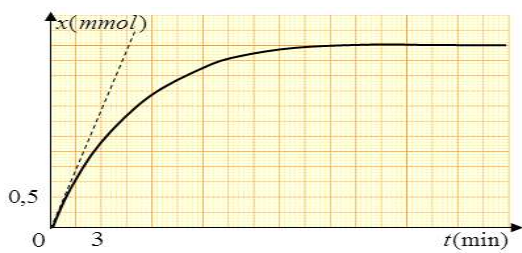


السؤال 09: نتابع زمنيًا تغيرات تقدم التفاعل  $x$  بدلالة الزمن

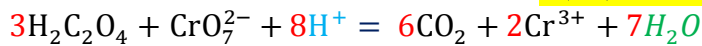
$t$  فتحصلنا على المنحنى التالي:

احسب سرعة التفاعل ثم استنتج السرعة الحجمية للتفاعل عند

اللحظة  $t = 0 min$ . (يُعطى حجم المزيج  $V = 100 mL$ ).

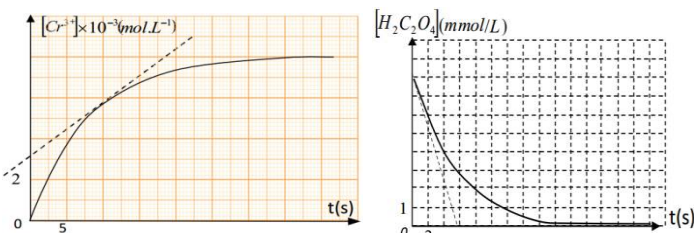


السؤال 10: ليكن التفاعل الممنذج بالمعادلة



نتابع بواسطة برمجية خاصة التطور الزمني للتركيز [ $Cr^{3+}$ ] المتشكل

و [ $H_2C_2O_4$ ] المختفي أثناء التحول فتحصلنا على البيانيين التاليين:





يتفاعل حمض كلور الماء  $(H_3O^+ + Cl^-)$  تركيزه  $C = 0,5 \text{ mol/l}$

وحجمه  $V = 50 \text{ mL}$  مع معدن الزنك  $(Zn)$  كتلته  $m = 1 \text{ g}$

1. أكتب معادلة التفاعل حيث:  $(H_3O^+/H_2)$  و  $(Zn^{2+}/Zn)$

2. هل يمكن متابعة هذا التحول بطريقة قياس الناقلية؟ علل.

3. برر سبب تناقص الناقلية.

4. أنجز جدول تقدم التفاعل

5. أكتب عبارة الناقلية النوعية  $\sigma(t)$  (قانون كلوروش)

6. أثبت أن الناقلية النوعية تعطى بالعلاقة:

$$\sigma(x) = -1550x + 21,5$$

7. أثبت أن السرعة الحجمية تعطى بالعبارة:

$$v_{Vol} = -\frac{1}{1550 \cdot V} \cdot \frac{d\sigma}{dt}$$

يعطى:  $M(Zn) = 65,5 \text{ g/mol}$

عند الدرجة  $25^\circ C$

$$\lambda(H_3O^+) = 35,5 \text{ mS} \cdot \text{m}^2/\text{mol}$$

$$\lambda(Cl^-) = 7,5 \text{ mS} \cdot \text{m}^2/\text{mol} , \lambda(Zn^{2+}) = 9 \text{ mS} \cdot \text{m}^2/\text{mol}$$

السؤال 17: نحضر محلول (S) بمزج  $H_2O_2$  مع  $(K^+/I^-)$

حيث تُعطى الثنائيتان:  $(I_2/I^-)$ ,  $(H_2O_2/H_2O)$

لغرض متابعة هذا التحول نقوم بتقسيم المحلول عند  $t = 0 \text{ s}$  إلى

أنايب متماثلة كل منها يحوي على  $\dot{V} = 20 \text{ ml}$ .

نريد معايرة  $(I_2)$  لهذا عند كل لحظة  $t$  نأخذ أنبوب ونضيف له

قطع من الجليد والماء البارد ثم نعايره بواسطة  $(2Na^+ + S_2O_3^{2-})$

تركيزه  $C$  فكان الحجم المضاف عند التكافؤ هو  $V_E$ .

1. أكتب معادلة التفاعل.

2. لماذا نضيف الماء البارد والجليد للأنبوب؟

3. أكتب معادلة المعايرة حيث:  $(I_2/I^-)$ ,  $(S_4O_6^{2-}/S_2O_3^{2-})$

4. ماهي خصائص تفاعل المعايرة؟

5. أنجز جدول تقدم التفاعل

6. عرف نقطة التكافؤ وبين أن تركيز  $[I_2]$  يُعطى بالعلاقة:

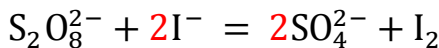
$$[I_2] = \frac{CV_E}{2\dot{V}}$$

السؤال 18:

تفاعل بين  $(2K^+/S_2O_8^{2-})$  له  $C_1 = 10^{-2} \text{ mol/l}$

و  $V_1 = 50 \text{ ml}$  مع  $(K^+/I^-)$  له  $C_2 = 10^{-2} \text{ mol/l}$

و  $V_2 = 50 \text{ ml}$  تعطى المعادلة:



1. أنجز جدول التقدم.

2. أوجد التقدم الأعظمي واستنتج المتفاعل المُحد.

3. أحسب التركيب المولي (حصول المادة) عند نهاية التفاعل.

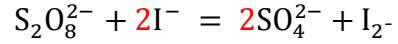
1- أنجز جدول تقدم التفاعل.

2- أعط عبارة السرعة الحجمية للتفاعل.

3- عبر عنها بدلالة  $[Cr^{3+}]$  و أحسبها عند اللحظة  $t = 10 \text{ s}$ .

4- عبر عنها بدلالة  $[H_2C_2O_4]$  و أحسبها عند اللحظة  $t = 0 \text{ s}$ .

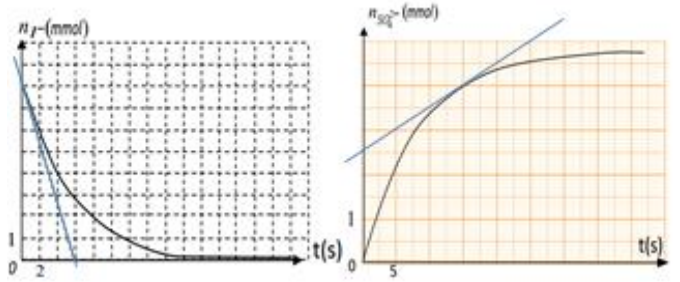
السؤال 11: لتكن معادلة التفاعل التالية:



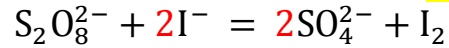
1- أحسب سرعة تشكل  $(SO_4^{2-})$  عند اللحظة  $t = 15 \text{ s}$

2- أحسب سرعة اختفاء  $(I^-)$  عند اللحظة  $t = 0 \text{ s}$

3- استنتج سرعة التفاعل في اللحظتين  $t = 0 \text{ s}$  و  $t = 15 \text{ s}$



السؤال 12: لتكن معادلة التفاعل التالية:

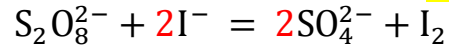


علماً أن سرعة التفاعل هي  $v = 0,2 \text{ mol/s}$  عند اللحظة  $t = 5 \text{ s}$

1- استنتج سرعة اختفاء  $(I^-)$  عند نفس اللحظة.

2- استنتج سرعة تشكل  $(I_2)$  عند نفس اللحظة.

السؤال 13: لتكن المعادلة التالية:



إذا علمت أن السرعة الحجمية للتفاعل هي  $v_{Vol} = 0,3 \text{ mol/l} \cdot \text{s}$

عند اللحظة  $t$  و حجم المزيج هو:  $V = 100 \text{ ml}$

1. استنتج سرعة اختفاء  $(I^-)$  عند نفس اللحظة  $t$ .

2. استنتج سرعة تشكل  $(SO_4^{2-})$  عند نفس اللحظة  $t$ .

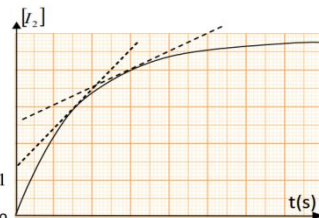
السؤال 14: نحسب سرعة التفاعل عند اللحظتين  $t_1$  و  $t_2$ :

$$v_2 = 0,8 \text{ mol/s} ; v_1 = 0,3 \text{ mol/s}$$

1. ماذا تلاحظ؟

2. ما هو العامل المسؤول على ذلك؟

فسر مجرباً؟



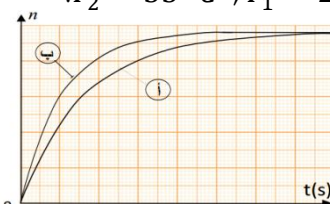
السؤال 15: سمحت دراسة تفاعل برسم البيان  $n^t = f'(t)$

حالتين من درجة الحرارة:  $T_1 = 25^\circ C$ ;  $T_2 = 55^\circ C$

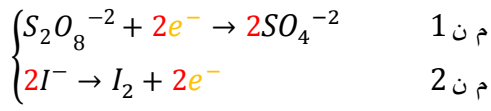
1. انسب كل بيان لدرجة

الحرارة المناسبة

2. ماذا تستنتج؟



السؤال 16:



ملاحظة: لكتابة المعادلة الإجمالية يجب كتابة المعادلتين النصفيتين.

1- حتى يكون المزيج ستيوكوميتري يجب أن يكون:

$$\frac{n_1}{\text{عدده الستيوكوميتري}} = \frac{n_2}{\text{عدده الستيوكوميتري}}$$

$$\frac{n_1}{1} = \frac{n_2}{2} \quad \text{أي يجب أن يتحقق:}$$

$$\frac{n_1}{1} = 5 \times 10^{-3} \text{ mol} \quad , \quad \frac{n_2}{2} = 5 \times 10^{-3} \text{ mol}$$

ملاحظ أن:  $\frac{n_1}{1} = \frac{n_2}{2}$  ومنه: المزيج ستيوكوميتري.

الجواب 03:

1- جدول التقدم:

م !	$2MnO_4^- + 5H_2C_2O_4 + 6H^+ = 2Mn^{2+} + 10CO_2 + 8H_2O$				
ح !	$C_1 \cdot V_1$	$C_2 \cdot V_2$	0	0	
ح و	$C_1 \cdot V_1 - 2x$	$C_2 \cdot V_2 - 5x$	$2x$	$10x$	
ح ن	$C_1 \cdot V_1 - 2x_{max}$	$C_2 \cdot V_2 - 5x_{max}$	$2x_{max}$	$10x_{max}$	

ملاحظة: - يكون دوما  $H_2O$  بوفرة لأنه مذيب (في الوحدة الأولى).

- يكون  $H_3O^+$  أو  $H^+$  بوفرة إذا وجد ثلاث متفاعلات في المعادلة وهو من بينهم وإلا فليس بوفرة (في التمارين يقال وسط حمضي).

1- من جدول التقدم نجد:

$$\begin{cases} n(H_2C_2O_4) = C_2 \cdot V_2 - 5x = [H_2C_2O_4] \cdot V_T \dots (1) \\ n(CO_2) = 10x = \frac{V_g}{V_M} \dots (2) \end{cases}$$

$$\begin{cases} [H_2C_2O_4] = \frac{C_2 \cdot V_2 - 5x}{V_T} \dots (3) \\ x = \frac{V_g}{10V_M} \dots (4) \end{cases} \quad \text{ومننه:}$$

نعوض المعادلة (4) في (3) فنجد:

$$[H_2C_2O_4] = \frac{C_2 \cdot V_2 - 5 \frac{V_g}{10V_M}}{V_T} = \frac{C_2 \cdot V_2}{V_T} - \frac{V_g}{2V_M \cdot V_T}$$

2- تحديد المتفاعل المحد:

$$\begin{cases} C_1 \cdot V_1 - 2x_{max 1} = 0 \\ C_2 \cdot V_2 - 5x_{max 2} = 0 \end{cases} \rightarrow \begin{cases} x_{max 1} = \frac{C_1 \cdot V_1}{2} \\ x_{max 2} = \frac{C_2 \cdot V_2}{5} \end{cases}$$

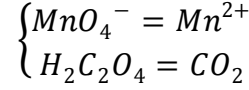
$$x_{max 1} = \frac{C_1 \cdot V_1}{2} = \frac{10^{-2} \times 50 \times 10^{-3}}{2} = 0,25 \text{ mmol}$$

$$x_{max 2} = \frac{C_2 \cdot V_2}{5} = \frac{10^{-2} \times 50 \times 10^{-3}}{5} = 0,1 \text{ mmol}$$

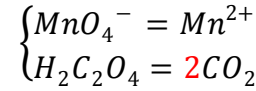
بما أن:  $x_{m 1} < x_{max 2}$

الجواب 01: لكتابة المعادلات انطلاقا من الثنائيات طبقا لتبع الخطوات التالية:

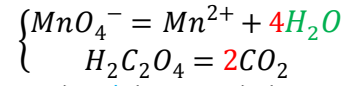
1- من كل ثنائية نكتب المؤكسد في طرف والمرجع في الطرف الثاني حيث يكون المتفاعل (الذي يعطى في بداية التمرين) دائما على اليسار.



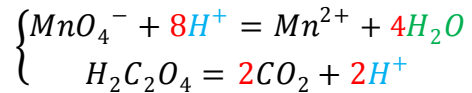
2- نبداً بموازنة عدد ذرات العنصر الرئيسي (غير H و O) إن وجد بتغيير العدد الستيوكوميتري.



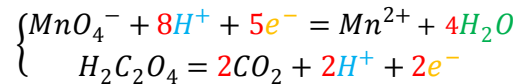
3- نوازن في كل معادلة (O) بإضافة جزيء  $(H_2O)$  إلى الطرف الذي يملك أقل عدد من الأوكسجين.



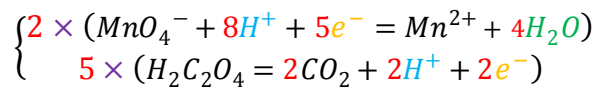
4- نوازن في كل معادلة (H) بإضافة  $(H^+)$  إلى الطرف المنقوص:



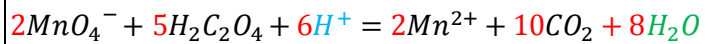
5- نوازن الشحنة بإضافة الإلكترونات (حذاري الإلكترون شحنته سالبة  $e^-$ ) للطرف الأكبر شحنة:



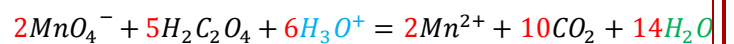
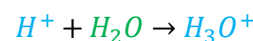
6- يهدف إلغاء الإلكترونات في المعادلة الإجمالية نضرب كل معادلة في عدد صحيح أصغري بحيث إذا جمعنا (م ن + 1 م ن 2) تختفي الإلكترونات:



7- للحصول على المعادلة الإجمالية نجمع المعادلتين النصفيتين طرف لطرف وتبسيط ما يمكن تبسيطه من  $H_2O$  و  $H^+$ :



8- حالة الموازنة بـ  $H_3O^+$  يكفي إضافة  $H_2O$  للطرفين بنفس عدد  $H^+$ :



الجواب 02: كتابة المعادلة الإجمالية:



الجواب 07:

$$x(t_{1/2}) = \frac{x_0 + x_f}{2} = \frac{0 + 3}{2} = 1,5 \text{ mmol}$$

بالإسقاط على البيان ثم على محور الأزمنة نجد:  $t_{1/2} = 3.1 \text{ s}$ .

مهم جداً:

إذا طلب منك تحديد زمن نصف التفاعل من البيان في أي منحى يعطى لك في هذه الوحدة مهما كان متزايد أو متناقص اتبع الخطوات التالية:

1- احسب القيمة  $X(t_{1/2}) = \frac{x_0 + x_f}{2}$

2- النتيجة المحصل عليها ابدأ لحساب من الصفر وعينها على محور الترتيب.

3- ثم اسقطها على البيان ثم على محور الأزمنة فتجد القيمة  $t_{1/2}$ .

الجواب 08:

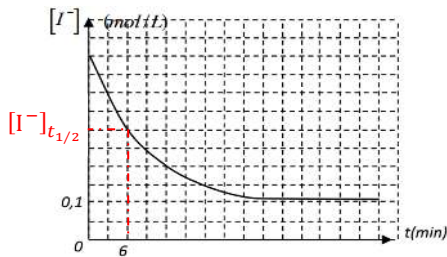
1- من البيان نجد  $[I^-]_0 = 0,5 \text{ mol/l}$

2- إيجاد  $t_{1/2}$ :

$$[I^-](t_{1/2}) = \frac{[I^-]_0 + [I^-]_f}{2} = \frac{0.5 + 0.1}{2} = 0,3 \text{ mol/l}$$

3- نحسب من الصفر ونعين القيمة على محور التركيز ثم نسقط

على البيان ثم على محور الأزمنة فنجد:  $t_{1/2} = 6 \text{ s}$



مهم جداً:

يطلب كثيراً في التمارين حساب السرعة الحجمية للتفاعل لذا نستعمل الخطوات التالية لحسابها:

أولاً: نكتب عبارتها فنقول لدينا (\*)  $v_{Vol} = \frac{1}{V_T} \frac{dx}{dt}$

ثانياً: نعلم في حسابها دوماً على البيان لذا ننظر إلى البيان ماذا لدينا

على محور الترتيب هل هو تركيز [ ] (وهو الغالب) أو كمية المادة  $n$  أو تقدم  $x$  أو الناقلية  $G$  أو ..... إلخ (طبعا كلها بدلالة الزمن).

ثالثاً: نستخرج عبارة  $x$  بدلالة ما هو موجود على محور الترتيب

[ ] أو  $n$  أو  $x$  أو  $G$  أو  $\sigma$  أو ... إلخ) اعتماداً بالدرجة الأولى على جدول التقدم أو علاقة تعطى أو طلب استنتاجها في سؤال قبله ثم نعوضها في العلاقة (\*).

رابعاً: مع التبسيط نتحصل على علاقة من الشكل:

$$v_{vol} = \text{عدد} \times \frac{dn}{dt} \text{ أو } v_{vol} = \text{عدد} \times \frac{d[ ]}{dt}$$

فإن:  $x_{max} = \max 1 = 0,1 \text{ mmol}$

ومنه حمض الأوكساليك  $\text{H}_2\text{C}_2\text{O}_4$  هو المتفاعل المحد.

الجواب 04:

1- يصنف التفاعل إلى:

1. تفاعل سريع: هو الذي يحدث في أقل من ثانية.
  2. تفاعل بطيء: يدوم من بضعة ثواني إلى بضعة ساعات.
  3. تفاعل بطيء جداً: يدوم من أيام إلى بضعة سنوات.
- 2- يصنف هذا التفاعل ضمن التفاعلات البطيئة.

الجواب 05:

1- جدول التقدم:

م	$5\text{H}_2\text{O}_2 + 2\text{MnO}_4^- + 6\text{H}^+ = 5\text{O}_2 + 2\text{Mn}^{2+} + 8\text{H}_2\text{O}$			
ح	$C_1 \cdot V_1$	$C_2 \cdot V_2$	0	0
و	$C_1 \cdot V_1 - 5x$	$C_2 \cdot V_2 - 2x$	$5x$	$2x$
ح	$C_1 \cdot V_1 - 5x_{max}$	$C_2 \cdot V_2 - 2x_{max}$	$5x_{max}$	$2x_{max}$

2- استنتاج العلاقة بين  $x$  و مختلف المقادير: بحيث  $V_T = V_1 + V_2$

3- جدول التقدم نجد:

$n(\text{O}_2) = 5x$	$n(\text{MnO}_4^-) = C_2 \cdot V_2 - 2x$	$n(\text{H}_2\text{O}_2) = C_1 \cdot V_1 - 5x$
$n(\text{O}_2) = \frac{V_g}{V_M}$	$n(\text{MnO}_4^-) = [\text{MnO}_4^-] \cdot V_T$	$n(\text{H}_2\text{O}_2) = [\text{H}_2\text{O}_2] \cdot V_T$
$x = \frac{V_g}{5V_M}$	$x = \frac{C_2 \cdot V_2 - [\text{MnO}_4^-] \cdot V_T}{2}$	$x = \frac{C_1 \cdot V_1 - [\text{H}_2\text{O}_2] \cdot V_T}{5}$

الجواب 06:

1- جدول التقدم:

م	$\text{S}_2\text{O}_8^{2-} + 2\text{I}^- = 2\text{SO}_4^{2-} + \text{I}_2$			
ح	$C_1 \cdot V_1$	$C_2 \cdot V_2$	0	0
و	$C_1 \cdot V_1 - x$	$C_2 \cdot V_2 - 2x$	$2x$	$x$
ح	$C_1 \cdot V_1 - x_{max}$	$C_2 \cdot V_2 - 2x_{max}$	$2x_{max}$	$x_{max}$

2- من جدول التقدم نجد:

$$\begin{cases} n(\text{I}_2) = x = [\text{I}_2] \cdot V_T \dots \dots \dots (1) \\ n(\text{I}^-) = C_2 \cdot V_2 - 2x = [\text{I}^-] \cdot V_T \dots \dots \dots (2) \end{cases}$$

من المعادلة (1) لدينا:  $[\text{I}_2] = \frac{x}{V_T}$

من المعادلة (2) لدينا:  $x = \frac{C_2 \cdot V_2 - [\text{I}^-] \cdot V_T}{2}$

نعوض عبارة  $x$  في المعادلة (1) فنجد:

$$[\text{I}_2] = \frac{C_2 \cdot V_2 - [\text{I}^-] \cdot V_T}{2V_T} = \frac{C_2 V_2}{2V_T} - \frac{[\text{I}^-]}{2}$$



$$n(\text{Cr}^{3+}) = 2x = [\text{Cr}^{3+}] \cdot V_T$$

$$x = \frac{[\text{Cr}^{3+}] \cdot V_T}{2}$$

ومنه:

بالتعويض في عبارة السرعة الحجمية نجد:

$$\vartheta_V = \frac{1}{V_T} \frac{dx}{dt} = \frac{1}{V_T} \frac{d \frac{[\text{Cr}^{3+}] \cdot V_T}{2}}{dt} = \frac{V_T}{2V_T} \frac{d[\text{Cr}^{3+}]}{dt}$$

ف نجد:

$$\vartheta_V = \frac{1}{2} \frac{d[\text{Cr}^{3+}]}{dt}$$

من البيان نستنتج المقدار  $\frac{d[\text{Cr}^{3+}]}{dt}$  والذي يمثل ميل المماس للبيان عند اللحظة  $t = 10\text{s}$ :

$$\vartheta_V = \frac{1}{2} \times \frac{(7-2) \times 10^{-3}}{15-3} = 2,1 \times 10^{-4} \text{ mol/l.s}$$

4- التعبير عن السرعة الحجمية بدلالة  $[\text{H}_2\text{C}_2\text{O}_4]$ :

من جدول التقدم نجد:

$$n(\text{H}_2\text{C}_2\text{O}_4) = n_0 - 3x = [\text{H}_2\text{C}_2\text{O}_4] \cdot V_T$$

$$x = \frac{n_0 - [\text{H}_2\text{C}_2\text{O}_4] \cdot V_T}{3}$$

ومنه:

بالتعويض في عبارة السرعة الحجمية نجد:

$$\vartheta_V = \frac{1}{V_T} \frac{dx}{dt} = \frac{1}{V_T} \frac{d \frac{n_0 - [\text{H}_2\text{C}_2\text{O}_4] \cdot V_T}{3}}{dt} = -\frac{V_T}{3V_T} \frac{d[\text{H}_2\text{C}_2\text{O}_4]}{dt}$$

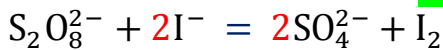
$$\vartheta_V = \frac{1}{3} \frac{d[\text{H}_2\text{C}_2\text{O}_4]}{dt}$$

ومنه:

من البيان نستنتج المقدار  $\frac{d[\text{H}_2\text{C}_2\text{O}_4]}{dt}$  والذي يمثل ميل المماس للبيان عند اللحظة  $t = 0\text{s}$ :

$$\vartheta_V = -\frac{1}{3} \times \frac{(8-0) \times 10^{-3}}{0-6} = 4,4 \times 10^{-4} \text{ mol/l.s}$$

الجواب 11: لتكن معادلة التفاعل التالية:



1- حساب سرعة تشكل  $(\text{SO}_4^{2-})$  عند اللحظة  $t = 15\text{s}$ :

$$\vartheta_{\text{SO}_4^{2-}}(t = 15\text{s}) = \frac{dn_{\text{SO}_4^{2-}}}{dt}$$

وتمثل ميل المماس للبيان  $n_{\text{SO}_4^{2-}} = f(t)$  في اللحظة  $t = 15\text{s}$ :

$$\vartheta_{\text{SO}_4^{2-}}(t = 15\text{s}) = \frac{(4-2,5) \times 10^{-3}}{15-0} = 0,1 \text{ mmol/s}$$

2- حساب سرعة اختفاء  $(\text{I}^-)$  عند اللحظة  $t = 0\text{s}$ :

$$\vartheta_{\text{I}^-}(t = 0\text{s}) = -\frac{dn_{\text{I}^-}}{dt}$$

وتمثل ميل المماس للبيان  $n_{\text{I}^-} = g(t)$  في اللحظة  $t = 15\text{s}$ :

$$\vartheta_{\text{I}^-}(t = 0\text{s}) = -\frac{(8-0) \times 10^{-3}}{0-6} = 1,33 \text{ mmol/s}$$

3- حساب سرعة التفاعل في اللحظتين  $t = 15\text{s}$  و  $t = 0\text{s}$ :

أو  $\vartheta_{vol} = \text{عدد} \times \frac{dx}{dt}$  أو  $\vartheta_{vol} = \text{عدد} \times \frac{dG}{dt}$  ..... إلخ.

حيث يجب أن تعلم خاصيتين مهمتين عند الاشتقاق:

1. مشتق ثابت يعطي صفر  $(\frac{da}{dt} = 0)$ .

2. مشتق ثابت يضرب متغير يمكن إخراج الثابت من الاشتقاق.

$$\frac{d(\frac{1}{a})}{dt} = \frac{1}{a} \frac{d[1]}{dt} \quad \text{أو} \quad \frac{d(a[1])}{dt} = a \frac{d[1]}{dt}$$

كما يلي: **خامسا:** نحسب المشتق  $\frac{d[1]}{dt}$  أو  $\frac{dn}{dt}$  أو  $\frac{dx}{dt}$  أو  $\frac{dG}{dt}$  أو  $\frac{d\sigma}{dt}$ ... إلخ.

اعتماداً على المنحنى البياني الموافق له المرفق مع نص التمرين على التوالي:  $[ ] = f(t)$  أو  $n = g(t)$  أو  $x = K(t)$  أو... إلخ.

أ. نحدد اللحظة  $t$  التي طلب الحساب عندها ثم نسقطها على المنحنى.

ب. نرسم المماس للمنحنى عند هذه النقطة إذا لم يرسم (يرجى الدقة).

ت. نشكل مثلث لا صغير ولا كبير ثم نعين  $\alpha$ .

$$\text{ث. نحسب } \tan \alpha = \frac{\text{المقابل}}{\text{المجاور}}$$

ج. المشتق يساوي  $\tan \alpha$ .

سادساً: وفي الأخير يكون لدينا: (المشتق  $\text{mol/l.s}$ )  $\vartheta_{vol} = \text{عدد} \times$

إذا طلب منك حساب سرعة التفاعل نقوم بنفس الخطوات لكن لا

نقسم على الحجم الكلي للمزيج (حالة  $\frac{dn}{dt}$  أو  $\frac{dx}{dt}$ )، إذا حسبت

$\frac{d[1]}{dt}$  نضرب في الحجم الكلي للمزيج.

ملاحظة هامة: يرجى الانتباه للوحدات في المحاور.

### الجواب 09:

- من بيان التقدم بدلالة الزمن نستنتج سرعة اللحظية للتفاعل:

$$\vartheta_0 = \frac{dx}{dt} = \frac{(3-0) \times 10^{-3}}{4,5-0} = 6,67 \times 10^{-3} \text{ mol/min}$$

السرعة الحجمية للتفاعل: هي سرعة التفاعل في وحدة الحجم.

$$\vartheta_V = \frac{1}{V} \frac{dx}{dt} = \frac{6,67 \times 10^{-3}}{100 \times 10^{-3}} = 6,67 \times 10^{-2} \text{ mol/l.min}$$

### الجواب 10:

1- جدول تقدم التفاعل:

م	$3\text{H}_2\text{C}_2\text{O}_4 + \text{CrO}_7^{2-} + 8\text{H}^+ = 6\text{CO}_2 + 2\text{Cr}^{3+} + 7\text{H}_2\text{O}$				
ح	$n_0$	$n'_0$	0	0	0
و	$n_0 - 3x$	$n'_0 - 5x$	$6x$	$2x$	
ح	$n_0 - 3x_{\text{max}}$	$n'_0 - 5x_{\text{max}}$	$6x_{\text{max}}$	$2x_{\text{max}}$	

2- عبارة السرعة الحجمية للتفاعل:

$$\vartheta_V = \frac{1}{V_T} \frac{dx}{dt}$$

3- التعبير عن السرعة الحجمية بدلالة  $[\text{Cr}^{3+}]$ :

من جدول التقدم نجد:



2- العامل المسؤول على ذلك هو التركيز الابتدائي للمتفاعلات ( عندما ينقص التركيز تنقص سرعة التفاعل ) تناقص تراكيز المتفاعلات .

التفسير المجهري : عند تناقص عدد الأنواع الكيميائية في المحلول يتناقص احتمال حدوث تصادمات فعالة وبذلك تتناقص سرعة حدوث التفاعل.

الجواب 15

سمحت دراسة تفاعل برسم البيان  $n = f(t)$  في حالتين من درجة الحرارة:  $T_1 = 25^\circ C$  ;  $T_2 = 55^\circ C$

1- نسب كل بيان لدرجة الحرارة المناسبة:

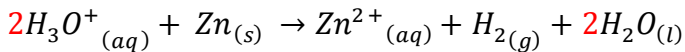
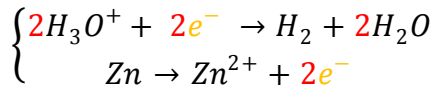
البيان أ: درجة الحرارة  $T_2 = 55^\circ C$

البيان ب: درجة الحرارة  $T_1 = 25^\circ C$

2- الاستنتاج: نستنتج أنه كلما كانت درجة الحرارة أكبر كان التفاعل أسرع وينتهي في مدة زمنية أقل.

الجواب 16

يتفاعل حمض كلور الماء  $(H_3O^+ + Cl^-)$  تركيزه  $C = 0,5 \text{ mol/l}$  وحجمه  $V = 50 \text{ mL}$  مع معدن الزنك  $(Zn)$  كتلته  $m = 1 \text{ g}$



2- نعم يمكن متابعة هذا التفاعل عن طريق قياس الناقلية

التعليق: المزيج يحتوي على شوارد موجبة وسالبة  $(Zn^{2+}, Cl^-, H_3O^+)$ .

3- تتناقص الناقلية بسبب اختفاء شوارد الهيدرونيوم  $H_3O^+$

4- جدول تقدم:

$2H_3O^+ + Zn \rightarrow Zn^{2+} + H_2 + 2H_2O$				
ح !	$n_0 = C.V = 0.025 \text{ mol}$	$n'_0 = \frac{m}{M} = 0.016 \text{ mol}$	0	0
ح و	$n_0 - 2x$	$n'_0 - x$	$x$	$x$
ح ن	$n_0 - 2x_{max}$	$n'_0 - x_{max}$	$x_{max}$	$x_{max}$

5- كتابة عبارة الناقلية النوعية  $\sigma(t)$  (قانون كلوروش).

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

6- اثبات علاقة الناقلية النوعية:

$$\sigma(x) = \lambda_{H_3O^+} \left( \frac{n_0 - 2x}{V} \right) + \lambda_{Cl^-} \left( \frac{n_0}{V} \right) + \lambda_{Zn^{2+}} \left( \frac{x}{V} \right)$$

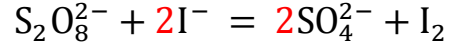
$$\sigma(x) = \frac{n_0}{V} \lambda_{H_3O^+} - \frac{2x}{V} \lambda_{H_3O^+} + \lambda_{Cl^-} \left( \frac{n_0}{V} \right) + \lambda_{Zn^{2+}} \left( \frac{x}{V} \right)$$

$$\vartheta(t = 0 \text{ s}) = \frac{\vartheta_{I^-}}{2} = 0.67 \text{ mmol/s}$$

$$\vartheta(t = 15 \text{ s}) = \frac{\vartheta_{SO_4^{2-}}}{2} = 0.05 \text{ mmol/s}$$

الجواب 12

لدينا معادلة التفاعل التالية :



علمًا أن سرعة التفاعل هي  $v = 0.2 \text{ mol/s}$  عند اللحظة  $t = 5 \text{ s}$

3- استنتاج سرعة اختفاء  $(I^-)$  عند نفس اللحظة.

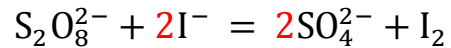
$$\vartheta_{I^-}(t = 5 \text{ s}) = 2v = 2 \times 0.2 = 0.4 \text{ mol/s}$$

4- استنتاج سرعة تشكل  $(I_2)$  عند نفس اللحظة.

$$\vartheta_{SO_4^{2-}}(t = 5 \text{ s}) = v = 0.2 \text{ mol/s}$$

الجواب 13

لتكن المعادلة التالية:



2- إذا علمت أن السرعة الحجمية للتفاعل هي  $v_{Vol} = 0,3 \text{ mol/l.s}$

عند اللحظة  $t$  وحجم المزيج التفاعلي هو:  $V = 100 \text{ ml}$

1- استنتاج سرعة اختفاء  $(I^-)$  عند نفس اللحظة  $t$ .

$$v_{Vol} = \frac{\vartheta}{V_T} = \frac{\vartheta_{I^-}}{2V_T}$$

$$\vartheta_{I^-} = 2V_T v_{Vol}$$

$$\vartheta_{I^-} = 2 \times 0.1 \times 0.3 = 0.06 \text{ mol/s}$$

2- استنتاج سرعة تشكل  $(I_2)$  عند نفس اللحظة  $t$ .

$$v_{Vol} = \frac{\vartheta}{V_T} = \frac{\vartheta_{I_2}}{V_T}$$

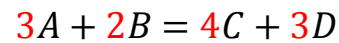
$$\vartheta_{I^-} = V_T v_{Vol}$$

$$\vartheta_{I^-} = 0.1 \times 0.3 = 0.03 \text{ mol/s}$$

مهم جداً:

في أغلب الحالات يطلب استنتاج سرعة التشكل أو الاختفاء بعد حساب سرعة التفاعل أو السرعة الحجمية للتفاعل، وهنا نعتمد على علاقة جد مهمة .

حيث إذا كان معادلة التفاعل من الشكل:



يصبح لدينا:

$$\vartheta = \frac{1}{3} \vartheta_A = \frac{1}{2} \vartheta_B = \frac{1}{4} \vartheta_C = \frac{1}{3} \vartheta_D$$

أنظر ملخص السرعة صفحة 2

الجواب 14

نحسب سرعة التفاعل عند اللحظتين  $t_1$  و  $t_2$  :

نجد :

$$v_1 = 0,3 \text{ mol/s} ; v_2 = 0,8 \text{ mol/s}$$

1- نلاحظ أن سرعة التفاعل تتناقص.



- 5- خصائص تفاعل المعايرة : تام وسريع .  
6- جدول تقدم التفاعل :

م	$I_2 + 2S_2O_3^{2-} = 2I^- + S_4O_6^{2-}$			
ح	$C_1 \cdot \dot{V}$	$C \cdot V$	0	0
ح	$C_1 \cdot \dot{V} - x_E$	$C \cdot V_E - 2x_E$	$2x_E$	$x_E$

7- تعريف نقطة التكافؤ: هي النقطة التي يكون فيها المزيج ستيوكومتري .

- تبيان علاقة التركيز  $[I_2]$ :

- بما أن المزيج ستيوكومتري عند نقطة التكافؤ نجد:

$$\frac{n_0(I_2)}{1} = \frac{n_E(S_2O_3^{2-})}{2}$$

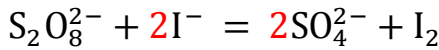
$$n_0(I_2) = [I_2] \cdot \dot{V} = \frac{n_E(S_2O_3^{2-})}{2} = \frac{C \cdot V_E}{2}$$

$$[I_2] = \frac{C V_E}{2 \dot{V}}$$

الجواب 17: تفاعل بين  $(2K^+/S_2O_8^{2-})$  له  $C_1 = 10^{-2} mol/l$

و  $V_1 = 50 ml$  مع  $(K^+/I^-)$  له  $C_2 = 10^{-2} mol/l$

و  $V_2 = 50 ml$  تعطى المعادلة:



1- جدول التقدم:

م	$S_2O_8^{2-} + 2I^- = 2SO_4^{2-} + I_2$			
ح	$C_1 \cdot V_1$	$C_2 \cdot V_2$	0	0
ح	$C_1 \cdot V_1 - x$	$C_2 \cdot V_2 - 2x$	$2x$	$x$
ح	$C_1 \cdot V_1 - x_{max}$	$C_2 \cdot V_2 - 2x_{max}$	$2x_{max}$	$x_{max}$

2- إيجاد التقدم الأعظمي واستنتاج المتفاعل المحدد:

- نفرض أن شوارد  $S_2O_8^{2-}$  تنتهي أولاً:

$$C_1 \cdot V_1 - x_{max1} = 0$$

$$x_{max1} = C_1 \cdot V_1 = 10^{-2} \times 50 \times 10^{-3} = 0,5 mmol$$

- نفرض أن شوارد  $I^-$  تنتهي أولاً:

$$C_2 \cdot V_2 - 2x_{max2} = 0$$

$$x_{max2} = \frac{C_2 \cdot V_2}{2} = \frac{10^{-2} \times 50 \times 10^{-3}}{2} = 0,25 mmol$$

بما أن:  $x_{max2} < x_{max1}$

فإن:  $x_{max} = x_{max1} = 0,25 mmol$

ومنه شوارد  $I^-$  هي المتفاعل المحدد .

3- حساب التركيب المولي (حصىلة المادة) عند نهاية التفاعل:

$$n_f(S_2O_8^{2-}) = C_1 \cdot V_1 - x_{max} = 0,5 - 0,25 = 0,25 mmol$$

$$n_f(I^-) = C_2 \cdot V_2 - 2x_{max} = 0,5 - 2 \times 0,25 = 0 mmol$$

$$n_f(SO_4^{2-}) = 2x_{max} = 2 \times 0,25 = 0,5 mmol$$

$$n_f(I_2) = x_{max} = 0,25 mmol$$

$$\sigma(x) = \frac{x}{V} (\lambda_{Zn^{2+}} - 2\lambda_{H_3O^+}) + \frac{n_0}{V} (\lambda_{H_3O^+} + \lambda_{Cl^-})$$

$$\sigma(x) = \frac{x}{50 \times 10^{-6}} (9 - (2 \times 35,5)) \times 10^{-3}$$

$$+ \frac{0,025}{50 \times 10^{-6}} (35,5 + 7,5) \times 10^{-3}$$

ومنه:

$$\sigma(x) = -1240x + 21,5 \dots \dots \dots (*)$$

مهم جداً: عندما نقوم بتعويض قيم المقادير في عبارة الناقلية

النوعية  $\sigma$  نأخذ الحجم  $V$  بـ  $(m^3)$  والناقلية النوعية المولية  $\lambda$  بـ  $(S \cdot m^2 / mol)$

7- إثبات عبارة السرعة الحجمية:

$$v_{Vol} = \frac{1}{V} \frac{dx}{dt} \dots \dots \dots (**)$$

من (\*) لدينا:

$$x = -\frac{21,5 - \sigma}{1240} \dots \dots \dots (***)$$



نعوض (\*) في (\*\*\*) فنجد:

$$v_{Vol} = \frac{1}{V} \frac{d}{dt} \left( -\frac{21,5 - \sigma}{1240} \right)$$

$$v_{Vol} = -\frac{1}{1240 \cdot V} \cdot \frac{d\sigma}{dt}$$

الجواب 17: نحضر محلول (S) بمزج  $H_2O_2$  مع  $(K^+/I^-)$

حيث تُعطى الثنائيتان:  $(I_2/I^-)$ ,  $(H_2O_2/H_2O)$

غرض متابعة هذا التحول نقوم بتقسيم المحلول عند  $t = 0 s$  إلى

أنابيب متماثلة كل منها يحوي على  $V_1 = 20 ml$

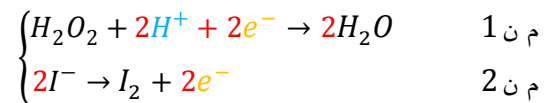
يريد معايرة  $(I_2)$  لهذا عند كل لحظة  $t$  نأخذ أنبوب ونضيف له قطع

من الجليد والماء البارد ثم نعايره بواسطة

$(2Na^+ + S_2O_3^{2-})$  تركيزه  $C$  فكان الحجم المضاف عند

التكافؤ هو  $V_E$ .

1- كتابة معادلة التفاعل:



2- رسم البروتوكول التجريبي للمعايرة.

3- نضيف الماء البارد والجليد لإيقاف التفاعل في اللحظة المتبعة  $t$ .

4- كتابة معادلة تفاعل المعايرة:

