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: تفاعل بين $n_1 = 5\times10^{-3}mol$ 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 المنمذجة للتفاعل الحاصل .

2- هل المزيج ستيوكومتري ؟

السؤال 03: نفاعل بين و برمنغنات البوتاسيوم (K^+, MnO_4^-) (C_1, V_1) وحمض الأكساليك $H_2C_2O_4$ (C_2, V_2)

تعطى المعادلة المنمذجة للتفاعل :

$$2MnO_4^- + 5H_2C_2O_4 + 6H^+ = 2Mn^{2+} + 10CO_2 + 8H_2O$$

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_g 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:

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

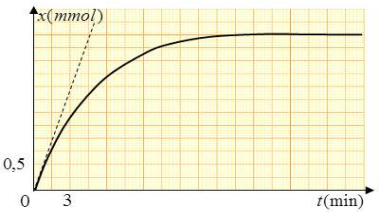
السؤال 04:

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

2- ليكن المنحنى المقابل:

كيف تصنف هذا التفاعل

من حيث المدة ؟



السؤال 05:

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

$$5H_2O_2 + 2MnO_4^- + 6H^+ = 5O_2 + 2Mn^{2+} + 8H_2O$$

1- أنجز جدول تقدم التفاعل.

2- استنتج العلاقة بين x والتركيز $[H_2O_2]$ ثم $[MnO_4^-]$ ثم V_g لغاز الاكسجين المنطلق.

السؤال 06:

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

حيث المعادلة المنمذجة للتفاعل:

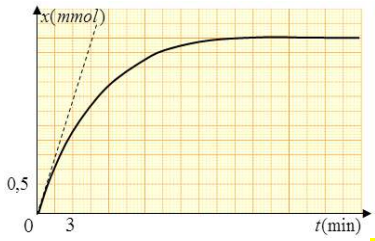
$$S_2O_8^{2-} + 2I^- = 2SO_4^{2-} + I_2$$

1- أنجز جدول تقدم التفاعل.

2- بين أن: $[I_2] = \frac{C_2V_2}{2V_T} - \frac{[I^-]}{2}$.

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

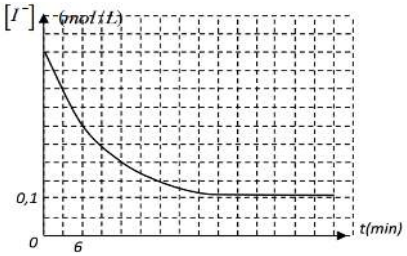
السؤال 07: عين زمن نصف التفاعل $t_{1/2}$ بيانيًا.



السؤال 08:

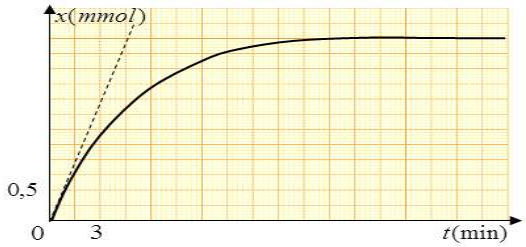
تحصلنا على البيان التالي بواسطة برمجية خاصة، اعتمادًا على البيان:

1. أوجد التركيز الابتدائي $[I^-]_0$.
2. أوجد $t_{1/2}$.



السؤال 09: نتابع زمنيًا تغيرات تقدم التفاعل x بدلالة الزمن t فتحصلنا على المنحنى التالي:

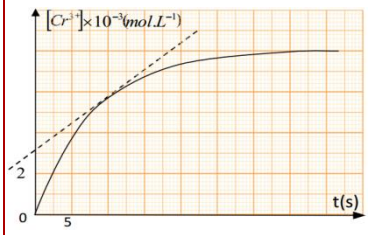
- احسب سرعة التفاعل ثم استنتج السرعة الحجمية للتفاعل عند اللحظة $t = 0\ min$. (يُعطى حجم المزيج $V = 100\ mL$).

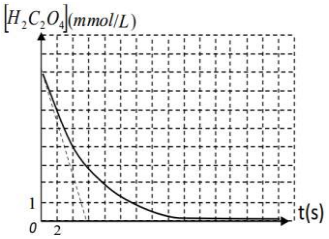


السؤال 10: ليكن التفاعل المنمذج بالمعادلة

$$3H_2C_2O_4 + CrO_7^{2-} + 8H^+ = 6CO_2 + 2Cr^{3+} + 7H_2O$$

نتابع بواسطة برمجية خاصة التطور الزمني للتركيز $[Cr^{3+}]$ المتشكل و $[H_2C_2O_4]$ المختفي أثناء التحول فتحصلنا على البيانين التاليين:





1- أنجز جدول تقدم التفاعل.

2- أعط عبارة السرعة الحجمية للتفاعل .

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

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

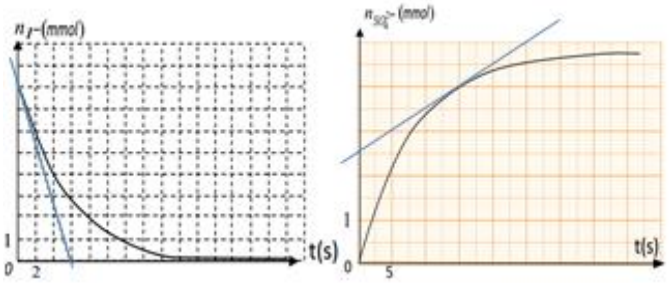
السؤال 11 : لتكن معادلة التفاعل التالية :

$$S_2O_8^{2-} + 2I^- = 2SO_4^{2-} + I_2$$

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

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

3- استنتج سرعة التفاعل في اللحظتين $t = 0\ s$ و $t = 15\ s$.



السؤال 12 : لتكن معادلة التفاعل التالية :

$$S_2O_8^{2-} + 2I^- = 2SO_4^{2-} + I_2$$

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

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

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

السؤال 13 : لتكن المعادلة التالية :

$$S_2O_8^{2-} + 2I^- = 2SO_4^{2-} + I_2$$

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

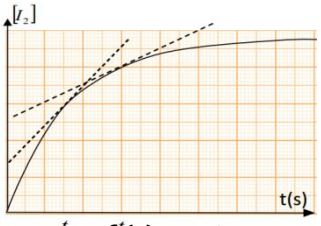
عند اللحظة t و حجم المزيج هو : $V = 100\ ml$

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 :

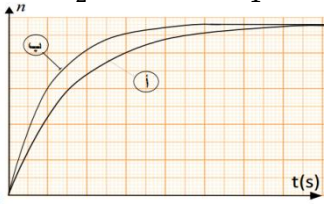
نجد : $v_1 = 0{,}3\ mol/s$; $v_2 = 0{,}8\ mol/s$

1. ماذا تلاحظ ؟
2. ما هو العامل المسؤول على ذلك ؟ فسر مجهريًا ؟



السؤال 15 : سمحت دراسة تفاعل برسم البيان $n^t = f^t(t)$ في حالتين من درجة الحرارة : $T_1 = 25\ °C$; $T_2 = 55\ °C$.

1. انسب كل بيان لدرجة الحرارة المناسبة
2. ماذا تستنتج ؟



السؤال 16 :

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

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: $M(Zn) = 65.5\ g/mol$

عند الدرجة 25°C :

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

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

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 $t = 0\ s$ إلى أنابيب متماثلة كل منها يحوي على $V = 20\ ml$.

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 و بين أن تركيز $[I_2]$ يُعطى بالعلاقة:

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

السؤال 18 :

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 :

$$S_2O_8^{2-} + 2I^- = 2SO_4^{2-} + I_2$$

1. أنجز جدول التقدم.
2. أوجد التقدم الأعظمي واستنتج المتفاعل المُحد.
3. أحسب التركيب المولي (حصيلة المادة) عند نهاية التفاعل.

الجواب 01: لكتابة المعادلات انطلاقا من الثنائيات طبعا نتبع 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.

$$\begin{cases} MnO_4^- = Mn^{2+} \\ H_2C_2O_4 = CO_2 \end{cases}$$

2- نبدأ بموازنة عدد ذرات العنصر الرئيسي ⟨ غير H و O ⟩ إن وجد بتغيير العدد الستيوكومتري .

$$\begin{cases} MnO_4^- = Mn^{2+} \\ H_2C_2O_4 = 2CO_2 \end{cases}$$

3- نوازن في كل معادلة ⟨ O ⟩ بإضافة جزيء ⟨ H_2O ⟩ إلى الطرف الذي يملك أقل عدد من الأوكسجين .

$$\begin{cases} MnO_4^- = Mn^{2+} + 4H_2O \\ H_2C_2O_4 = 2CO_2 \end{cases}$$

4- نوازن في كل معادلة ⟨ O ⟩ بإضافة ⟨ H^+ ⟩ إلى الطرف المنقوص :

$$\begin{cases} MnO_4^- + 8H^+ = Mn^{2+} + 4H_2O \\ H_2C_2O_4 = 2CO_2 + 2H^+ \end{cases}$$

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

$$\begin{cases} MnO_4^- + 8H^+ + 5e^- = Mn^{2+} + 4H_2O \\ H_2C_2O_4 = 2CO_2 + 2H^+ + 2e^- \end{cases}$$

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

$$\begin{cases} 2 \times (MnO_4^- + 8H^+ + 5e^- = Mn^{2+} + 4H_2O) \\ 5 \times (H_2C_2O_4 = 2CO_2 + 2H^+ + 2e^-) \end{cases}$$

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

$$2MnO_4^- + 5H_2C_2O_4 + 6H^+ = 2Mn^{2+} + 10CO_2 + 8H_2O$$

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

$$H^+ + H_2O \rightarrow H_3O^+$$

$$2MnO_4^- + 5H_2C_2O_4 + 6H_3O^+ = 2Mn^{2+} + 10CO_2 + 14H_2O$$

الجواب 02: كتابة المعادلة الاجمالية:

$$\begin{cases} S_2O_8^{-2} + 2e^- \rightarrow 2SO_4^{-2} & \text{م ن 1} \\ 2I^- \rightarrow I_2 + 2e^- & \text{م ن 2} \end{cases}$$

$$S_2O_8^{-2} + 2I^- = 2SO_4^{-2} + I_2 \quad \text{م إ}$$

ملاحظة: لكتابة المعادلة الإجمالية يجب كتابة المعادلتين النصفيتين.

1- حتى يكون المزيج ستيوكومتري يجب أن يكون :

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

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

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

نلاحظ أن : $\frac{n_1}{1} = \frac{n_2}{2}$ ومنه: المزيج ستيوكومتري .

الجواب 03:

1- جدول التقدم:

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

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:

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

ومنه:

$$\begin{cases} [H_2C_2O_4] = \frac{C_2.V_2 - 5x}{V_T} \ldots\ldots\ldots\ldots (3) \\ x = \frac{V_g}{10\,V_M} \ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots (4) \end{cases}$$

نعوض المعادلة (4) في (3) فنجد:

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

2- تحديد المتفاعل المحد:

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

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

$$\begin{cases} x_{max\,2} = \frac{C_2.V_2}{5} = \frac{10^{-2} \times 50 \times 10^{-3}}{5} = 0{,}1\ mmol \end{cases}$$

بما أن: $x_{m\,1} < x_{max\,2}$

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

ومنه حمض الأوكساليك $H_2C_2O_4$ هو المتفاعل المحد.

الجواب ﴿04﴾:

1- يصنف التفاعل إلى:

1. تفاعل سريع: هو الذي يحدث في أقل من ثانية.
2. تفاعل بطيء: يدوم من بضع ثواني إلى بضع ساعات.
3. تفاعل بطيء جداً: يدوم من أيام إلى بضع سنوات.

2- يصنف هذا التفاعل ضمن التفاعلات البطيئة.

الجواب ﴿05﴾:

1- جدول التقدم:

م إ	$5H_2O_2 + 2MnO_4^- + 6H^+ = 5O_2 + 2Mn^{2+} + 8H_2O$				
ح إ	$C_1.V_1$	$C_2.V_2$	ق	0	0
ح و	$C_1.V_1 - 5x$	$C_2.V_2 - 2x$	ق	$5x$	$2x$
ح ن	$C_1.V_1 - 5x_{max}$	$C_2.V_2 - 2x_{max}$	ق	$5x_{max}$	$2x_{max}$

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

3- جدول التقدم نجد:

$n(O_2) = 5x$	$n(MnO_4^-) = C_2.V_2 - 2x$	$n(H_2O_2) = C_1.V_1 - 5x$
$n(O_2) = \frac{V_g}{V_M}$	$n(MnO_4^-) = [MnO_4^-].V_T$	$n(H_2O_2) = [H_2O_2].V_T$
$x = \frac{V_g}{5V_M}$	$x = \frac{C_2.V_2 - [MnO_4^-].V_T}{2}$	$x = \frac{C_1.V_1 - [H_2O_2].V_T}{5}$

الجواب ﴿06﴾:

1- جدول التقدم:

م إ	$S_2O_8^{2-} + 2I^- = 2SO_4^{2-} + I_2$			
ح إ	$C_1.V_1$	$C_2.V_2$	0	0
ح و	$C_1.V_1 - x$	$C_2.V_2 - 2x$	$2x$	x
ح ن	$C_1.V_1 - x_{max}$	$C_2.V_2 - 2x_{max}$	$2x_{max}$	x_{max}

2- من جدول التقدم نجد:

$$\begin{cases} n(I_2) = x = [I_2].V_T & \dots\dots\dots(1) \\ n(I^-) = C_2.V_2 - 2x = [I^-].V_T & \dots\dots\dots(2) \end{cases}$$

من المعادلة (1) لدينا: $[I_2] = \frac{x}{V_T}$

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

نعوض عبارة x في المعادلة (1) فنجد:

$$[I_2] = \frac{\frac{C_2.V_2 - [I^-].V_T}{2}}{V_T} = \frac{C_2V_2}{2V_T} - \frac{[I^-]}{2}$$

الجواب ﴿07﴾:

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

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

مهم جداً:

إذا طلب منك تحديد زمن نصف التفاعل من البيان في أي منحنى 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 التراتيب.

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

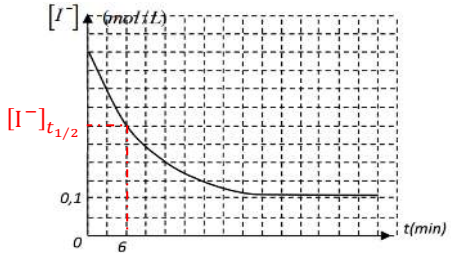
الجواب ﴿08﴾:

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

2- إيجاد $t_{1/2}$:

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

3- نحسب من الصفر ونعين القيمة على محور التركيز ثم نسقط على البيان ثم على محور الأزمنة فنجد: $t_{1/2} = 6\ s$



مهم جداً:

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

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

ثانيا: نعتمد في حسابها دوماً على البيان لذا ننظر إلى البيان ماذا لدينا على محور التراتيب 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 التراتيب ([ ] أو n أو x أو G أو σ أو ...إلخ) اعتمادا 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:

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

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:

ا. مشتق ثابت يعطي صفر $\left(\frac{da}{dt} = 0 / a \text{ ثابت}\right)$.

ا. مشتق ثابت يضرب متغير يمكن إخراج الثابت من الاشتقاق

كما يلي: $\frac{d(a[\ ])}{dt} = a\frac{d[\ ]}{dt}$ أو $\frac{d\left(\frac{[\ ]}{a}\right)}{dt} = \frac{1}{a}\frac{d[\ ]}{dt}$

خامسا: نحسب المشتق $\frac{d[\ ]}{dt}$ 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 α .

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

ج. المشتق يساوي $\tan\alpha$.

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

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

ملاحظة هامة: يرجى الانتباه للوحدات في المحاور.

الجواب ﴿09﴾ :

- من بيان التقدم بدلالة الزمن نستنتج سرعة اللحظية للتفاعل:

$$\vartheta_0 = \frac{dx}{dt} = \frac{(3-0)\times10^{-3}}{4,5-0} = 6,67\times10^{-3}\,mol/min$$

السرعة الحجمية للتفاعل: هي سرعة التفاعل في وحدة الحجوم .

$$\vartheta_V = \frac{1}{V}\frac{dx}{dt} = \frac{6,67\times10^{-3}}{100\times10^{-3}} = 6,67\times10^{-2}\,mol/l.min$$

الجواب ﴿10﴾ :

1- جدول تقدم التفاعل:

م إ	$3H_2C_2O_4 + CrO_7^{2-} + 8H^+ = 6CO_2 + 2Cr^{3+} + 7H_2O$					
ح إ	n_0	n'_0	تقدم	0	0	تقدم
ح و	$n_0 - 3x$	$n'_0 - 5x$		$6x$	$2x$	
ح ن	$n_0 - 3x_{max}$	$n'_0 - 5x_{max}$		$6x_{max}$	$2x_{max}$	

2- عبارة السرعة الحجمية للتفاعل :

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

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

من جدول التقدم نجد:

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

ومنه: $x = \frac{[Cr^{3+}].V_T}{2}$

بالتعويض في عبارة السرعة الحجمية نجد:

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

فنجد :

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

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

$$\vartheta_V = \frac{1}{2}\times\frac{(7-2)\times10^{-3}}{15-3} = 2,1\times10^{-4}\,mol/l.s$$

4- التعبير عن السرعة الحجمية بدلالة $[H_2C_2O_4]$:

من جدول التقدم نجد:

$$n(H_2C_2O_4) = n_0 - 3x = [H_2C_2O_4].V_T$$

ومنه: $x = \frac{n_0 - [H_2C_2O_4].V_T}{3}$

بالتعويض في عبارة السرعة الحجمية نجد:

$$\vartheta_V = \frac{1}{V_T}\frac{dx}{dt} = \frac{1}{V_T}\frac{d\frac{n_0 - [H_2C_2O_4].V_T}{3}}{dt} = -\frac{V_T}{3V_T}\frac{d[H_2C_2O_4]}{dt}$$

ومنه: $\vartheta_V = \frac{1}{3}\frac{d[H_2C_2O_4]}{dt}$

من البيان نستنتج المقدار $\frac{d[H_2C_2O_4]}{dt}$ والذي يمثل ميل المماس للبيان عند اللحظة $t = 0s$:

$$\vartheta_V = -\frac{1}{3}\times\frac{(8-0)\times10^{-3}}{0-6} = 4,4\times10^{-4}\,mol/l.s$$

الجواب ﴿11﴾ : لتكن معادلة التفاعل التالية :

$$S_2O_8^{2-} + 2I^- = 2SO_4^{2-} + I_2$$

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

$$\vartheta_{SO_4^{2-}}(t = 15\ s) = \frac{dn_{SO_4^{2-}}}{dt}$$

وتمثل ميل المماس للبيان $n_{SO_4^{2-}} = f(t)$ في اللحظة $t = 15\ s$.

$$\vartheta_{SO_4^{2-}}(t = 15\ s) = \frac{(4-2.5)\times10^{-3}}{15-0} = 0.1\,mmol/s$$

2- حساب سرعة اختفاء (I^-) عند اللحظة $t = 0\ s$.

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

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

$$\vartheta_{I^-}(t = 0s) = -\frac{(8-0)\times10^{-3}}{0-6} = 1.33\,mmol/s$$

3- حساب سرعة التفاعل في اللحظتين $t = 0\ s$ و $t = 15\ s$

$$\vartheta(t=0\ s)=\frac{\vartheta_{I^-}}{2}=0.67\ mmol/s$$
$$\vartheta(t=15\ s)=\frac{\vartheta_{SO_4^{2-}}}{2}=0.05\ mmol/s$$

الجواب ﴿12﴾ :

لدينا معادلة التفاعل التالية :

$$S_2O_8^{2-}+2I^-\ =\ 2SO_4^{2-}+I_2$$

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

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

$$\vartheta_{I^-}(t=5s)=2v=2\times0.2=0.4\ mol/s$$

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

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

لجواب ﴿13﴾ :

لتكن المعادلة التالية:

$$S_2O_8^{2-}+2I^-\ =\ 2SO_4^{2-}+I_2$$

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

عند اللحظة t و حجم المزيج التفاعلي هو : $V=100\ ml$

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

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

و منه: $\vartheta_{I^-}=2V_Tv_{Vol}$

$$\vartheta_{I^-}=2\times0.1\times0.3=0.06\ mol/s$$

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

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

و منه: $\vartheta_{I^-}=V_Tv_{Vol}$

$$\vartheta_{I^-}=0.1\times0.3=0.03\ mol/s$$

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:

$$3A+2B=4C+3D$$

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 السرع صفحة 2

لجواب ﴿14﴾ :

نحسب سرعة التفاعل عند اللحظتين t_1 و t_2 :

نجد :

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

1- نلاحظ أن سرعة التفاعل تتناقص.

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: $T_1=25\ °C$; $T_2=55\ °C$.

1- نسب كل بيان لدرجة الحرارة المناسبة:

البيان أ: درجة الحرارة $T_2=55\ °C$.

البيان ب: درجة الحرارة $T_1=25\ °C$.

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 $C=0{,}5\ mol/l$ وحجمه $V=50\ mL$ مع معدن الزنك (Zn) كتلته $m=1\ g$

1- كتابة معادلة التفاعل:

$$\begin{cases}2H_3O^+ + 2e^- \rightarrow H_2 + 2H_2O\\ Zn \rightarrow Zn^{2+} + 2e^-\end{cases}$$

$$2H_3O^+_{(aq)} + Zn_{(s)} \rightarrow Zn^{2+}_{(aq)} + H_{2(g)} + 2H_2O_{(l)}$$

2- نعم يمكن متابعة هذا التفاعل عن طريق قياس الناقلية

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

3- تتناقص الناقلية **بسبب** اختفاء شوارد الهدرونيوم H_3O^+.

4- جدول تقدم:

	$2H_3O^+ + Zn \rightarrow Zn^{2+} + H_2 + 2H_2O$				
ح إ	$n_0=C.V=0.025mol$	$n'_0=\frac{m}{M}=0.016mol$	0	0	بوفرة
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:

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

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

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

$$\sigma(x) = \frac{x}{50\times10^{-6}}(9 - (2\times35{,}5))\times10^{-3} + \frac{0.025}{50\times10^{-6}}(35.5+7{,}5)\times10^{-3}$$

ومنه:

$$\sigma(x) = -1240x + 21{,}5 \ldots\ldots\ldots\ldots (*)$$

مهم جدا: عندما نقوم بتعويض قيم المقادير في عبارة الناقلية النوعيةσ نأخذ الحجم V بـ (m^3)والناقلية النوعية المولية λ بـ $(S.m^2/mol)$

7- إثبات عبارة السرعة الحجمية :

لدينا:$$v_{Vol} = \frac{1}{V}\frac{dx}{dt} \ldots\ldots\ldots\ldots (**)$$

من(*) لدينا:

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

نعوض (*)في(***)فنجد:

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

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

لجواب ﴿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 $t = 0\ s$ إلى أنابيب متماثلة كل منها يحوي على $V_1 = 20\ ml$.

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- كتابة معادلة التفاعل:

م ن 1 $H_2O_2 + 2H^+ + 2e^- \rightarrow 2H_2O$

م ن 2 $2I^- \rightarrow I_2 + 2e^-$

$$H_2O_{2(aq)} + 2I^-_{(aq)} + 2H^+_{(aq)} \rightarrow I_{2(aq)} + 2H_2O_{(l)}$$

2- رسم البروتوكول التجريبي للمعايرة.

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

4- كتابة معادلة تفاعل المعايرة :

م ن 1 $2S_2O_3^{2-} \rightarrow S_4O_6^{2-} + 2e^-$

م ن 2 $I_2 + 2e^- \rightarrow 2I^-$

$$I_{2(aq)} + 2S_2O_3^{2-}{}_{(aq)} = 2I^-_{(aq)} + S_4O_6^{2-}{}_{(aq)}$$

5- خصائص تفاعل المعايرة : تام وسريع .

6- جدول تقدم التفاعل :

م إ	I_2 +	$2S_2O_3^{2-}$ =	$2I^-$ +	$S_4O_6^{2-}$
ح إ	$C_1.\acute{V}$	$C.V$	0	0
ح ت	$C_1.\acute{V} - x_E$	$C.V_E - 2x_E$	$2x_E$	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:

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

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

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

لجواب ﴿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 :

$$S_2O_8^{2-} + 2I^- = 2SO_4^{2-} + I_2$$

1- جدول التقدم:

م إ	$S_2O_8^{2-}$ +	$2I^-$ =	$2SO_4^{2-}$ +	I_2
ح إ	$C_1.V_1$	$C_2.V_2$	0	0
ح و	$C_1.V_1 - x$	$C_2.V_2 - 2x$	$2x$	x
ح ن	$C_1.V_1 - x_{max}$	$C_2.V_2 - 2x_{max}$	$2x_{max}$	x_{max}

2- إيجاد التقدم الأعظمي واستنتاج المتفاعل المُحد:

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

$$C_1.V_1 - x_{max1} = 0$$

$$x_{max1} = C_1.V_1 = 10^{-2}\times50\times10^{-3} = 0{,}5mmol$$

- نفرض أن شوارد I^- تنتهي أولاً:

$$C_2.V_2 - 2x_{max2} = 0$$

$$x_{max2} = \frac{C_2.V_2}{2} = \frac{10^{-2}\times50\times10^{-3}}{2} = 0{,}25mmol$$

بما أن : $x_{max2} < x_{max1}$

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

ومنه شوارد I^- هي المتفاعل المحد .

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

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

$$n_f(I^-) = C_2.V_2 - 2x_{max} = 0{,}5 - 2\times0{,}25 = 0mmol$$

$$n_f(SO_4^{2-}) = 2x_{max} = 2\times0{,}25 = 0{,}5mmol$$

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