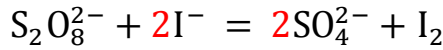


حيث المعادلة الممنهجة للتفاعل:

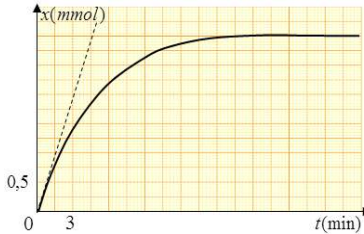


1- أنجز جدول تقدم التفاعل.

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

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

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

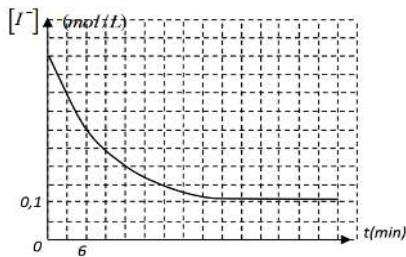


السؤال 08:

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

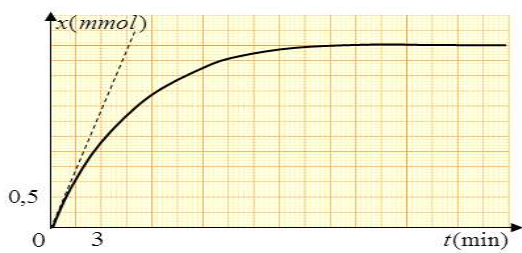
1. أوجد التركيز الابتدائي $[I^-]_0$.

2. أوجد $t_{1/2}$.

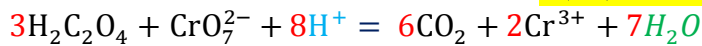


السؤال 09: نتابع زمنيًا تغيرات تقدم التفاعل x بدلالة الزمن t فتحصلنا على المنحنى التالي:

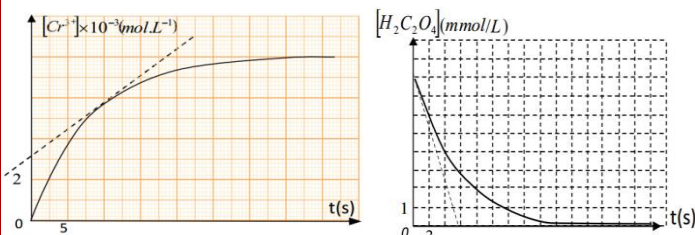
- احسب سرعة التفاعل ثم استنتج السرعة الحجمية للتفاعل عند اللحظة $t = 0 \text{ min}$. (يُعطى حجم المزيج $V = 100 \text{ mL}$).



السؤال 10: ليكن التفاعل الممنهج بالمعادلة



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



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 $n_1 = 5 \times 10^{-3} \text{ mol}$ من

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

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

1- اكتب المعادلة الممنهجة للتفاعل الحاصل.

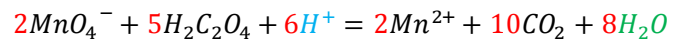
2- هل المزيج ستيوكومتري؟

السؤال 03: نفاعل بين وبرمنغنات البوتاسيوم

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

(C_2, V_2)

تعطى المعادلة الممنهجة للتفاعل:



1- أنجز جدول التقدم.

2- بالاستعانة بجدول التقدم أوجد عبارة تركيز الحمض $H_2C_2O_4$

في كل لحظة بدلالة 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:

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

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

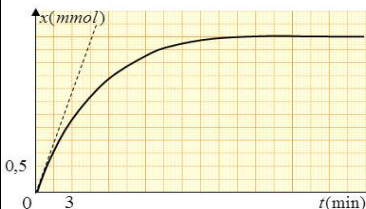
السؤال 04:

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

2- ليكن المنحنى المقابل:

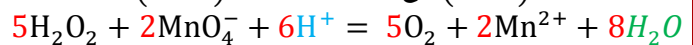
كيف تصنف هذا التفاعل

من حيث المدة؟



السؤال 05:

يتفاعل H_2O_2 مع (C_1, V_1) و (C_2, V_2) حيث:



1- أنجز جدول تقدم التفاعل.

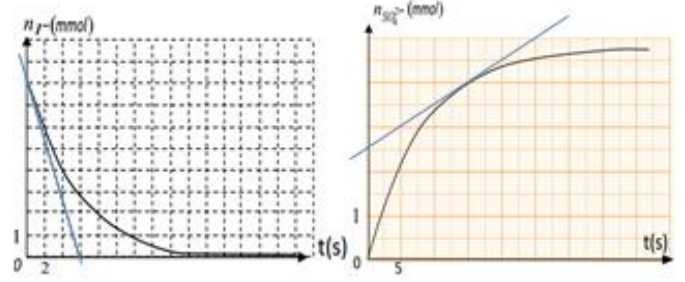
2- استنتج العلاقة بين x والتركيز $[H_2O_2]$ ثم $[MnO_4^-]$ ثم V_g

لغاز الأكسجين المنطلق.

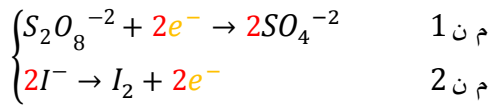
السؤال 06:

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

- 1- أنجز جدول تقدم التفاعل.
- 2- أعط عبارة السرعة الحجمية للتفاعل .
- 3- عبر عنها بدلالة $[Cr^{3+}]$ و أحسبها 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 :
- $$S_2O_8^{2-} + 2I^- = 2SO_4^{2-} + I_2$$
- علماً أن سرعة التفاعل هي $v = 0,2 \text{ mol/s}$ 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 $v_{Vol} = 0,3 \text{ mol/l.s}$ 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 :
- نجد : $v_2 = 0,8 \text{ mol/s}$; $v_1 = 0,3 \text{ mol/s}$
1. ماذا تلاحظ؟
2. ما هو العامل المسؤول على ذلك؟
- فسر مجبراً؟
- السؤال 15:** سمحت دراسة تفاعل برسم البيان $n^t = f(t)$ في 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:**
- 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 $25^\circ C$
- $\lambda(H_3O^+) = 35,5 \text{ mS.m}^2/\text{mol}$
- $\lambda(Cl^-) = 7,5 \text{ mS.m}^2/\text{mol}$, $\lambda(Zn^{2+}) = 9 \text{ mS.m}^2/\text{mol}$
- 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 $t = 0 s$ إلى أنابيب متماثلة كل منها يحوي على $\bar{V} = 20 \text{ ml}$.
- 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:
- $$[I_2] = \frac{CV_E}{2\bar{V}}$$
- 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 :
- $$S_2O_8^{2-} + 2I^- = 2SO_4^{2-} + I_2$$
1. أنجز جدول التقدم.
2. أوجد التقدم الأعظمي واستنتج المتفاعل المحد.
3. أحسب التركيب المولي (حصىلة المادة) عند نهاية التفاعل.



- السؤال 12:** لتكن معادلة التفاعل التالية :
- $$S_2O_8^{2-} + 2I^- = 2SO_4^{2-} + I_2$$
- علماً أن سرعة التفاعل هي $v = 0,2 \text{ mol/s}$ 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 $v_{Vol} = 0,3 \text{ mol/l.s}$ 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 :
- نجد : $v_2 = 0,8 \text{ mol/s}$; $v_1 = 0,3 \text{ mol/s}$
1. ماذا تلاحظ؟
2. ما هو العامل المسؤول على ذلك؟
- فسر مجبراً؟
- السؤال 15:** سمحت دراسة تفاعل برسم البيان $n^t = f(t)$ في 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:**
- 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 $25^\circ C$
- $\lambda(H_3O^+) = 35,5 \text{ mS.m}^2/\text{mol}$
- $\lambda(Cl^-) = 7,5 \text{ mS.m}^2/\text{mol}$, $\lambda(Zn^{2+}) = 9 \text{ mS.m}^2/\text{mol}$
- 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 $t = 0 s$ إلى أنابيب متماثلة كل منها يحوي على $\bar{V} = 20 \text{ ml}$.
- 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:
- $$[I_2] = \frac{CV_E}{2\bar{V}}$$
- 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 :
- $$S_2O_8^{2-} + 2I^- = 2SO_4^{2-} + I_2$$
1. أنجز جدول التقدم.
2. أوجد التقدم الأعظمي واستنتج المتفاعل المحد.
3. أحسب التركيب المولي (حصىلة المادة) عند نهاية التفاعل.



ملاحظة: لكتابة المعادلة الإجمالية يجب كتابة المعادلتين النصفيتين.

1- حتى يكون المزيج ستيوكوميتري يجب أن يكون :

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

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

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

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

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	0
ح و	$C_1 \cdot V_1 - 2x$	$C_2 \cdot V_2 - 5x$	$2x$	$10x$	$2x$
ح ن	$C_1 \cdot V_1 - 2x_{max}$	$C_2 \cdot V_2 - 5x_{max}$	$2x_{max}$	$10x_{max}$	$2x_{max}$

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:

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

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

نعوض المعادلة (4) في (3) فنجد:

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

2- تحديد المتفاعل المحد:

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

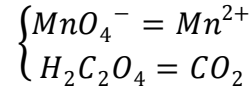
$$x_{max 1} = \frac{C_1 \cdot V_1}{2} = \frac{10^{-2} \times 50 \times 10^{-3}}{2} = 0,25 \text{ mmol}$$

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

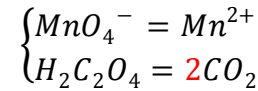
$$x_{m 1} < x_{max 2} \quad \text{بما أن:}$$

الجواب 01: لكتابة المعادلات انطلاقا من الثنائيات طبعا نتبع الخطوات التالية:

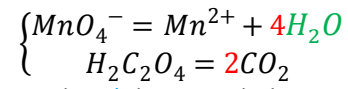
1- من كل ثنائية نكتب المؤكسد في طرف والمرجع في الطرف الثاني حيث يكون المتفاعل (الذي يعطى في بداية التمرين) دائما على اليسار.



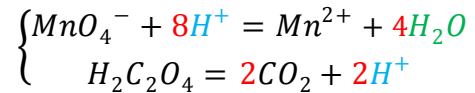
2- نبدأ بموازنة عدد ذرات العنصر الرئيسي (غير H و O) إن وجد بتغيير العدد الستيوكوميتري.



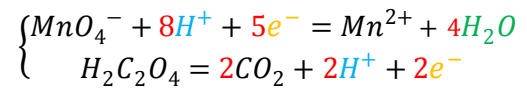
3- نوازن في كل معادلة (O) بإضافة جزيء H_2O إلى الطرف الذي يملك أقل عدد من الأوكسجين.



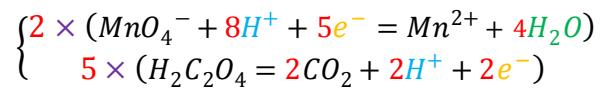
4- نوازن في كل معادلة (H) بإضافة H^+ إلى الطرف المنقوص:



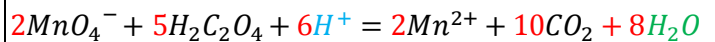
5- نوازن الشحنة بإضافة الإلكترونات (حذاري الإلكترون شحنته سالبة e^-) للطرف الأكبر شحنة:



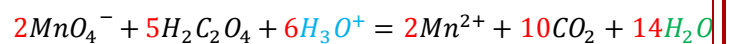
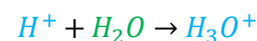
6- بهدف إلغاء الإلكترونات في المعادلة الإجمالية نضرب كل معادلة في عدد صحيح أصغري بحيث إذا جمعنا (م ن 1 + م ن 2) تختفي الإلكترونات:



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 منحني يعطى لك في هذه الوحدة مهما كان متزايد أو متناقص اتبع الخطوات التالية:

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

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:

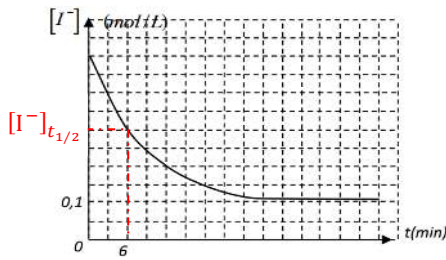
$$1- \text{ من البيان نجد } [I^-]_0 = 0,5 \text{ mol/l}$$

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

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



مهم جداً:

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

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

ثانياً: نعتمد 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 σ أو ... إلخ (اعتماداً بالدرجة الأولى على جدول

التقدم أو علاقة تعطي أو طلب استنتاجها في سؤال قبله ثم نعوضها

في العلاقة (*).

رابعاً: مع التبسيط نتحصل على علاقة من الشكل:

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

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

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	5H ₂ O ₂ + 2MnO ₄ ⁻ + 6H ⁺ = 5O ₂ + 2Mn ²⁺ + 8H ₂ O	ح	و	ح
إ	C ₁ ·V ₁	C ₂ ·V ₂	0	0
ح	C ₁ ·V ₁ - 5x	C ₂ ·V ₂ - 2x	5x	2x
ح	C ₁ ·V ₁ - 5x _{max}	C ₂ ·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:

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

الجواب 06:

1- جدول التقدم:

م	S ₂ O ₈ ²⁻ + 2I ⁻ = 2SO ₄ ²⁻ + I ₂	ح	و	ح
إ	C ₁ ·V ₁	C ₂ ·V ₂	0	0
ح	C ₁ ·V ₁ - x	C ₂ ·V ₂ - 2x	2x	x
ح	C ₁ ·V ₁ - x _{max}	C ₂ ·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: $[\text{I}_2] = \frac{x}{V_T}$

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

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:

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

فنجد:

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

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:

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

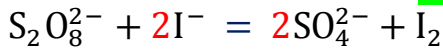
$$\vartheta_V = -\frac{1}{3} \frac{d[\text{H}_2\text{C}_2\text{O}_4]}{dt}$$

ومنه:

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

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

لتكن معادلة التفاعل التالية:



1- حساب سرعة تشكل (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 (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 $t = 0\text{s}$ و $t = 15\text{s}$:

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

حيث يجب أن تعلم خاصيتين مهمتين عند الاشتقاق:

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

أ. مشتق ثابت يضرب متغير يمكن إخراج الثابت من الاشتقاق

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

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 للمحنى 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 $\tan \alpha$.

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

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	3H ₂ C ₂ O ₄ + CrO ₇ ²⁻ + 8H ⁺ = 6CO ₂ + 2Cr ³⁺ + 7H ₂ O	م
ح	n ₀	n' ₀
و	n ₀ - 3x	n' ₀ - 5x
ن	n ₀ - 3x _{max}	n' ₀ - 5x _{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 المجبري : 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 $T_2 = 55^\circ C$

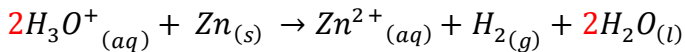
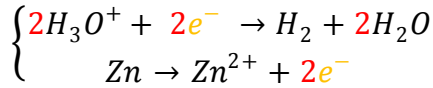
البيان ب: درجة الحرارة $T_1 = 25^\circ C$

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 $m = 1 \text{ g}$

1- كتابة معادلة التفاعل:



2- نعم يمكن متابعة هذا التفاعل عن طريق قياس الناقلية

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

3- تناقص 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:

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

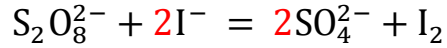
$$\sigma(x) = \frac{n_0}{V} \lambda_{H_3O^+} - \frac{2x}{V} \lambda_{H_3O^+} + \lambda_{Cl^-} \left(\frac{n_0}{V} \right) + \lambda_{Zn^{2+}} \left(\frac{x}{V} \right)$$

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

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

الجواب 12:

لدينا معادلة التفاعل التالية :



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

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

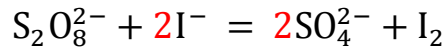
$$\vartheta_{I^-}(t = 5 \text{ s}) = 2v = 2 \times 0.2 = 0.4 \text{ mol/s}$$

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:



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 .

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

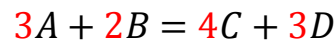
$$\vartheta_{I^-} = V_T v_{Vol}$$

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

مهم جداً:

في أغلب الحالات يطلب استنتاج سرعة التشكل أو الاختفاء بعد حساب سرعة التفاعل أو السرعة الحجمية للتفاعل، وهنا نعلم 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 الميزج

ستيوكومتري .

- تبيان علاقة التركيز $[I_2]$:

- بما أن الميزج ستيوكومتري عند نقطة التكافؤ نجد:

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

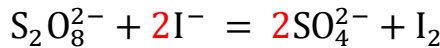
$$n_0(I_2) = [I_2] \cdot \dot{V} = \frac{n_E(S_2O_3^{2-})}{2} = \frac{C \cdot V_E}{2}$$

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

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

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- 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 المحد:

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

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

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

- نفرض أن شوارد I^- تنتهي أولاً:

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

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

بما أن: $x_{max2} < x_{max1}$

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

ومنه شوارد I^- هي المتفاعل المحد .

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

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

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

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

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

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

$$\sigma(x) = \frac{x}{50 \times 10^{-6}} (9 - (2 \times 35,5)) \times 10^{-3} + \frac{0,025}{50 \times 10^{-6}} (35,5 + 7,5) \times 10^{-3}$$

ومنه:

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

مهم جداً: عندما نقوم بتعويض قيم المقادير في عبارة الناقلية

النوعية σ نأخذ الحجم V بـ (m^3) والناقلية النوعية المولية λ بـ $(S.m^2/mol)$

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 $V_1 = 20 \text{ ml}$

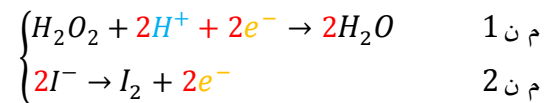
بريد معايرة (I_2) لهذا عند كل لحظة t نأخذ أنبوب ونضيف له قطع

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 المعتبرة t .

4- كتابة معادلة تفاعل المعايرة :

