

**التمرين 01**

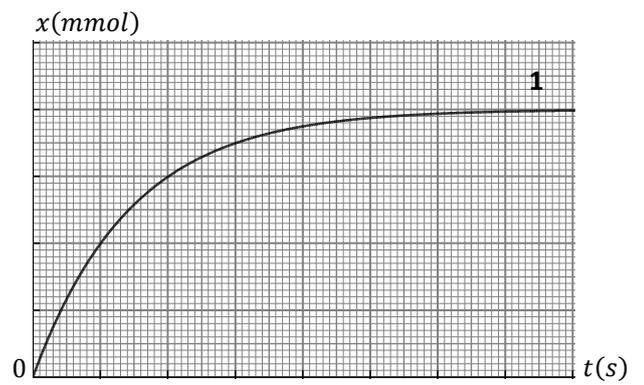
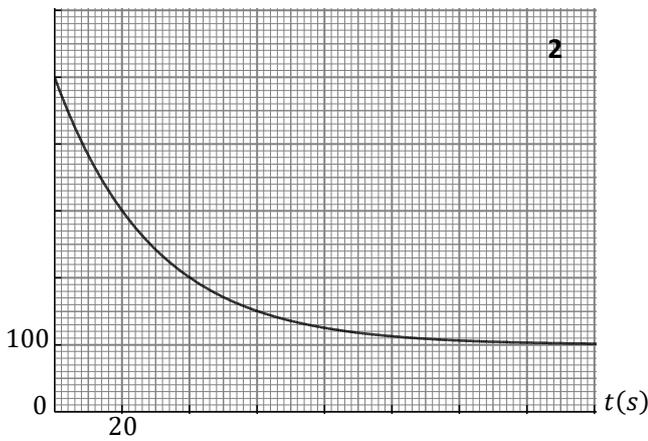
- 1 - عرّف زمن نصف التفاعل . ما هي الفائدة العملية من معرفة زمن نصف التفاعل لتحوّل كيميائي ؟
  - 2 - ما هي العبارة أو العبارات الصحيحة ممّا يلي ؟
- $$x(t_{1/2}) = \frac{n_i}{2} \quad , \quad x(t_{1/2}) = \frac{x_f}{2} \quad , \quad x(t_{1/2}) = \frac{x_{max}}{2} \quad , \quad x_{1/2} = \frac{t_{1/2}}{2} \quad , \quad t_{1/2} = \frac{x_f}{2}$$
- الابتدائية للمتفاعل المحد
- 3 - عرّف السرعة الحجمية للتفاعل .
  - 4 - عرّف العامل الحركي ، ثم اذكر عاملين حركيين ، وبيّن مجهرياً كيفية تأثير العامل الحركي على سرعة التفاعل .
  - 5 - عرّف الوسيط . ما هو دور الوسيط في تحوّل كيميائي ؟ اذكر أنواع الوساطة .

**التمرين 02**

يتفاعل كربونات الكالسيوم  $CaCO_3$  (جسم صلب) مع محلول حمض كلور الهيدروجين  $(H_3O^+, Cl^-)$  حسب التفاعل التام الذي معادلته :

$$CaCO_3 + 2H_3O^+ = Ca^{2+} + CO_2 + 3H_2O$$

ويجري التفاعل في درجة حرارة ثابتة  $\theta_1$  . وضعنا كمية من كربونات الكالسيوم كتلتها  $m_0$  في بيشر يحتوي على حجم  $V = 200 \text{ mL}$  من محلول حمض كلور الهيدروجين تركيزه المولي  $C$  . مثلاً بيانياً التركيز المولي لشوارد الهيدرونيوم والتقدم بدلالة الزمن .



- 1 - أنشئ جدول التقدم للتفاعل .
- 2 - احسب قيمة التقدم الأعظمي .
- 3 - بيّن أنه عند زمن نصف التفاعل يكون  $[H_3O^+]_{1/2} = \frac{C+[H_3O^+]_f}{2}$  ، حيث  $[H_3O^+]_f$  هو التركيز المولي لشوارد الهيدرونيوم عند انتهاء التفاعل . حدّد قيمة زمن نصف التفاعل ، ثم ضع سلماً للترتيب والفواصل على البيان 1 .
- 4 - احسب قيمة الكتلة  $m_0$  .
- 5 - باستعمال البيان 1 أو البيان 2 ، احسب السرعة الحجمية للتفاعل عند اللحظة  $t = 0$  .
- 6 - مثلّ بشكل تقريبي البيانيين  $x(t)$  و  $[H_3O^+](t)$  مع البيانيين السابقين لؤ أجرينا التفاعل السابق في درجة حرارة  $\theta_2 > \theta_1$  . (يجب نقل البيانيين الأصليين على ورقة الإجابة بشكل تقريبي كذلك) . الكتلة المولية لكربونات الكالسيوم  $M = 100 \text{ g/mol}$  .

**التمرين 03**

يتفكك الماء الأكسوجيني كلياً وبيبط ، ويمكن تسريع التفكك باستعمال وسيط مثل قطرات من الدم .

التنائيان هما :  $O_2/H_2O_2$  و  $H_2O_2/H_2O$

لدينا عند اللحظة  $t = 0$  محلول للماء الأكسوجيني حجمه  $V = 100 \text{ mL}$  .

نقوم بمعايرة عيّات من الماء الأكسوجيني من حين لآخر بواسطة محلول مائي لبرمنغنات البوتاسيوم

$(K^+, MnO_4^-)$  تركيزه المولي  $C_0 = 0,2 \text{ mol/L}$  . الثنائية هي  $MnO_4^-/Mn^{2+}$  .

من التمثيل البياني للتركيز المولي للماء الأكسوجيني بدلالة الزمن قمنا بحساب ميل المماس لهذا البيان

في مختلف الأزمنة ، ثم استنتجنا السرعة الحجمية للتفاعل بواسطة برنامج معلوماتي .

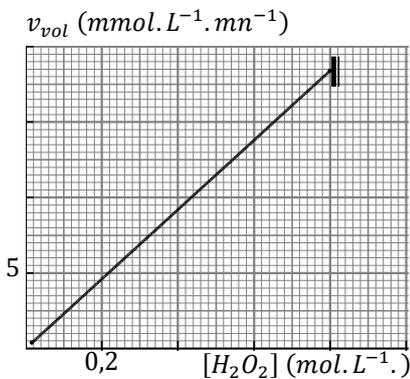
مثلاً بيانياً السرعة الحجمية للتفاعل بدلالة التركيز المولي للماء الأكسوجيني  $v_{vol} = f([H_2O_2])$  .

1 - اكتب المعادلتين النصفيتين للأكسدة وللإرجاع ، واستنتج معادلة تفكك الماء الأكسوجيني .

2 - أنشئ جدول التقدم .

3 - احسب السرعة الحجمية لتفكك الماء الأكسوجيني عند اللحظة  $t = 0$  .

4 - كم تكون السرعة الحجمية للتفاعل عند اللحظة  $t = t_{1/2}$  ؟



أ / اكتب معادلة تفاعل المعايرة .

ب / تفاعل المعايرة يجب أن يكون تامًا ، لماذا ؟

6 - ما هو حجم محلول برمغنات البوتاسيوم الذي نضيفه عند زمن نصف التفاعل للحصول على التكافؤ عند معايرة عينة من الماء الأكسوجيني حجمها

$$V_p = 10 \text{ mL}$$

7 - مثل بشكل تقريبي البيان  $v_{vol} = f([H_2O_2])$  مع البيان السابق في حالة عدم استعمال الوسيط .

#### التمرين 04

نتابع عن طريق المعايرة تفاعل شوارد اليود ( $I^-$ ) مع شوارد بيروكسو ثنائي الكبريتات ( $S_2O_8^{2-}$ ) . نمزج في بيشر حجما  $V_1 = 100 \text{ mL}$  من محلول مائي ليود البوتاسيوم ( $K^+, I^-$ ) تركيزه المولي  $C_1 = 0,4 \text{ mol/L}$  مع حجم  $V_2 = 100 \text{ mL}$  من محلول مائي لبيروكسو ثنائي كبريتات البوتاسيوم ( $2K^+, S_2O_8^{2-}$ ) تركيزه المولي  $C_2$  .

قسّمنا المزيج قبل بدء التفاعل في 10 أنابيب بالتساوي ، ووضعنا الأنابيب في

حمام مائي درجة حرارته ثابتة . يبدأ التفاعل في الأنابيب عند اللحظة  $t = 0$  .

بعد مدة زمنية نخرج أحد الأنابيب من الحمام المائي ، ونصب محتواه في بيشر

فيه ماء بارد جدا ، ثم نعاير ثنائي اليود فيه بواسطة محلول مائي

لثيوكبريتات الصوديوم ( $2Na^+, S_2O_3^{2-}$ ) تركيزه المولي  $C_R = 0,05 \text{ mol/L}$  .

نعاير بنفس الطريقة ثنائي اليود في الأنابيب الأخرى في لحظات مختلفة .

مثلنا بيانيا الحجم  $V_E$  لثيوكبريتات الصوديوم اللازم للتكافؤ بدلالة الزمن .

(المقصود بالزمن هو اللحظة التي وضعنا فيها محتوى الأنبوب في في البيشر)

التنايبات هي :  $I_2/I^-$  ،  $S_2O_8^{2-}/SO_4^{2-}$  ،  $S_4O_6^{2-}/S_2O_3^{2-}$  .

1 - اكتب المعادلتين النصفيتين للأكسدة وللإرجاع لتفاعل محلول يود البوتاسيوم مع

محلول بيروكسوثنائي كبريتات البوتاسيوم (شاردة البوتاسيوم لا تتفاعل) .

2 - أنشئ جدول التقدم للتفاعل الذي يجري في أحد الأنابيب .

3 - اكتب معادلة تفاعل المعايرة بعد كتابة المعادلتين النصفيتين .

4 - لماذا وضعنا محتوى الأنبوب في الماء البارد جدا ؟ وهل وجود الماء يؤثر على حجم التكافؤ ؟

5 - عرّف التكافؤ ، ثم بدون انشاء جدول التقدم لتفاعل المعايرة اكتب العلاقة بين كمية مادة ثنائي اليود  $I_2$  وحجم محلول ثيوكبريتات الصوديوم اللازم

للتكافؤ في أحد الأنابيب .

6 - احسب قيمة التقدم الأعظمي لتفاعل محلول يود البوتاسيوم مع محلول بيروكسوثنائي كبريتات البوتاسيوم .

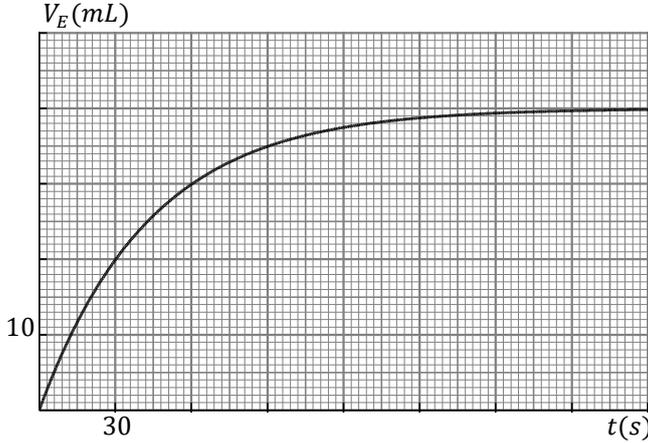
7 - احسب قيمة التركيز المولي  $C_2$  .

8 - احسب التركيز المولي لشوارد البوتاسيوم  $K^+$  في المزيج المتفاعل في أحد الأنابيب .

9 - بين أن السرعة الحجمية للتفاعل تُكتب بالشكل  $v_{vol} = 1,25 \frac{dV_E}{dt}$  ، ثم احسب قيمتها عند اللحظة  $t = 60 \text{ s}$  .

10 - بين أن عند زمن نصف التفاعل يكون الحجم اللازم للتكافؤ  $V_E = \frac{V_E(max)}{2}$  ، حيث  $V_E(max)$  هو حجم محلول ثيوكبريتات الصوديوم اللازم

للتكافؤ في الأنبوب الذي انتهى فيه التفاعل . حدّد زمن نصف التفاعل .





## التمرين 02

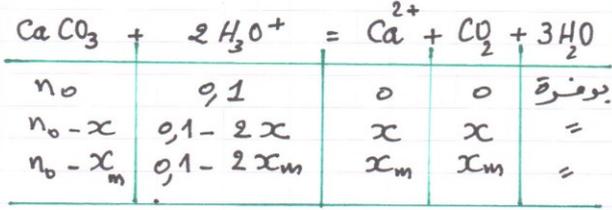
### 1- جدول التقدم كمية المادة الابتدائية:

$$n(\text{CaCO}_3) = n_0$$

$$[\text{H}_3\text{O}^+]_0 = C : t=0 \text{ لدينا من جدول التقدم عند } t=0$$

$$= 0,5 \text{ mol/L}$$

$$\text{وبالتالي: } n_0(\text{H}_3\text{O}^+) = 0,5 \times 0,2 = 0,1 \text{ mol}$$



### 2- حسب التقدم الاعظمي بالاستعانة بالبيان (2)

$$n(\text{H}_3\text{O}^+) = 0,1 \text{ mol}$$

$$n_f(\text{H}_3\text{O}^+) = 0,1 \times 0,2 = 0,02 \text{ mol}$$

ولدينا

ومن جدول التقدم:

$$0,02 = 0,1 - 2x_m \rightarrow x_m = 0,04 \text{ mol}$$

3- من جدول التقدم أثناء التفاعل لدينا:

$$n(\text{H}_3\text{O}^+) = CV - 2x$$

$$[\text{H}_3\text{O}^+] V = CV - 2x$$

عندما  $x = x_m$  فنحن  $x = x_m$

$$[\text{H}_3\text{O}^+]_f V = CV - 2x_m$$

أي:

$$\frac{x_m}{2} = \frac{CV - [\text{H}_3\text{O}^+]_f V}{4}$$

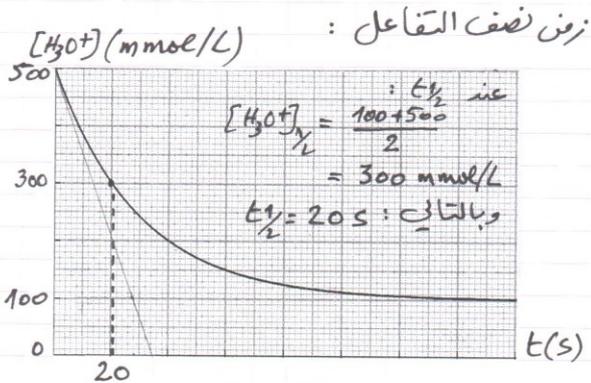
وهذا

$$x = \frac{x_m}{2} \text{ عند } t = t_{1/2} \text{ يكون}$$

وبالتالي:

$$[\text{H}_3\text{O}^+]_{1/2} V = CV - 2 \left( \frac{CV - [\text{H}_3\text{O}^+]_f V}{4} \right)$$

$$[\text{H}_3\text{O}^+]_{1/2} = \frac{C + [\text{H}_3\text{O}^+]_f}{2}$$



## البيكالوريا الأسبوعي 02 / باك 2021

### الحل / www.guezouri.org

## التمرين 01

1- زمن نصف التفاعل هو الزمن اللازم لبلوغ التقدم نصف قيمته النهائية.

الفائدة العملية من زمن نصف التفاعل:

لأن التفاعلات التي ندرسها تنتهي في مدة قدرها حوالي  $7t_{1/2}$ ، وبالتالي إذا كان التفاعل بطيئا جدا (زمن نصف التفاعل من رتبة الساعات مثلا أو الأيام)، يمكن أن نفرق مدته بالوصول فقط لزمن نصف التفاعل؛ حيث نعتبر  $t_{1/2}$  وحدة لقياس مدة التفاعلات.

2- العبارتان الصحيحتان هما:

تفاعل تام  $x(t_{1/2}) = \frac{x_m}{2}$

غير تام  $x(t_{1/2}) = \frac{x_f}{2}$

3- السرعة الجميعة للتفاعل هي مقدار تتغير التقدم في وحدة الزمن في لتر من المزيج المتفاعل.

4- العامل الحركي هو العامل الذي يغير سرعة التفاعل.

- درجة الحرارة

- التراكيز الابتدائية للتفاعلات

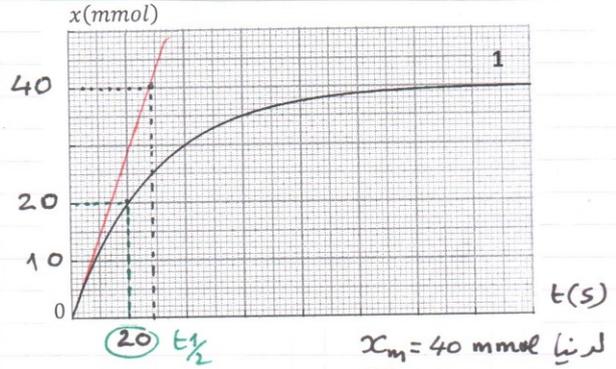
على المستوى الجبري:

لأن رفع درجة الحرارة مثلا أو التراكيز الابتدائية يرفع تواتر التصادمات لفعالة بين المتفاعلات، وبالتالي سرعة أكبر.

5- الوسيط: مادة كيميائية تضاف للمزيج المتفاعل بهدف رفع سرعة التفاعل، يساير في مراحل التفاعل وينسحب في نهاية التفاعل؛ لا يؤثر على التركيب المولي للمزيج في نهاية التفاعل.

- وساطة متجانسة
- وساطة غير متجانسة
- وساطة إنزيمية

سلم البيان (1) :



لدينا  $x_m = 40 \text{ mmol}$   
 $\frac{x_m}{2} = 20 \text{ mmol}$   
 وبالتالي  $t_{1/2} = 20 \text{ s}$   
 يوافق  $1 \text{ cm}$   
 $1 \text{ cm} \rightarrow 10 \text{ mmol}$

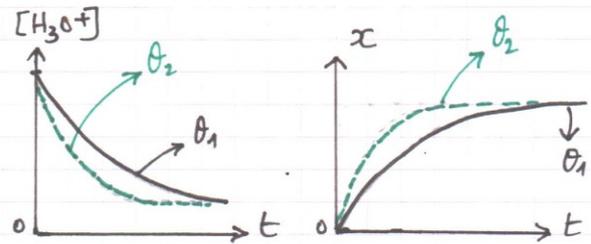
4 - نعوض  $x_m$  في جدول التقدم بالنسبة لـ  $\text{H}_3\text{O}^+$  :

$n(\text{H}_3\text{O}^+) = 0,1 - 2x_m = 0,1 - 2 \times 0,04 \neq 0$   
 وبالتالي  $\text{H}_3\text{O}^+$  ليس المتفاعل المحد.  
 وبما أن التفاعل تام؛ فلن يكون  $\text{CaCO}_3$  هو المتفاعل المحد، وبالتالي :  
 $n_0 - x_m = 0 \rightarrow n_0 = x_m = 0,04 \text{ mol}$   
 $m_0 = n_0 \times M = 0,04 \times 100 = 4 \text{ g}$

5 - السرعة الحجمية للتفاعل عند اللحظة  $t=0$  :  
 لدينا  $v_{\text{mol}} = \frac{1}{V} \frac{dx}{dt}$  من البيان (1)  
 $\frac{dx}{dt} = \frac{0,04}{28} = 1,43 \times 10^{-3}$

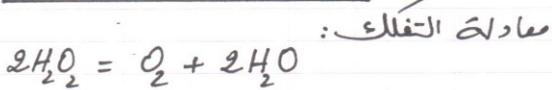
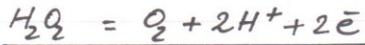
وبالتالي :  
 $v_{\text{mol}} = \frac{1}{0,2} \times 1,43 \times 10^{-3}$   
 $v_{\text{mol}} = 7,1 \times 10^{-3} \text{ mol} \cdot \text{L}^{-1} \cdot \text{s}^{-1}$

6 - درجة الحرارة عبارة عن عامل حركي، وعندما نرفعها فلن نمدد التفاعل تنقص



### التبرين 03

1 - المعادلتان النصفيتان



2 - كمية المادة الابتدائية  
 من البيان لدينا  $C = 0,8 \text{ mol/L}$   
 وبالتالي :  $n_0 = 0,8 \times 0,1 = 0,08 \text{ mol}$

$2\text{H}_2\text{O}_2$	$=$	$\text{O}_2$	$+$	$2\text{H}_2\text{O}$
0,08		0		بوفرة
$0,08 - 2x$		$x$		$=$
$0,08 - 2x_m$		$x_m$		$=$

3 -  $v_{\text{mol}}(\text{H}_2\text{O}_2) = - \frac{d[\text{H}_2\text{O}_2]}{dt} \dots (1)$   
 ولدينا من جدول التقدم

$[\text{H}_2\text{O}_2]V = 0,08 - 2x$   
 باشتقاق الطرفين بالنسبة للزمن :

$$V \frac{d[\text{H}_2\text{O}_2]}{dt} = -2 \frac{dx}{dt}$$

$$\frac{d[\text{H}_2\text{O}_2]}{dt} = -2 \times \left( \frac{1}{V} \frac{dx}{dt} \right) v_{\text{mol}}$$

وبالتالي :  $v_{\text{mol}}(\text{H}_2\text{O}_2) = 2 v_{\text{mol}}$

ولدينا من البيان السرعة الحجمية للتفاعل عند  $t=0$  هي  $1,85 \times 10^{-2} \text{ mol} \cdot \text{L}^{-1} \cdot \text{mn}^{-1}$

وبالتالي :  
 $v_{\text{mol}}(\text{H}_2\text{O}_2) = 1,85 \times 10^{-2} \times 2 = 3,7 \times 10^{-2} \text{ mol} \cdot \text{L}^{-1} \cdot \text{mn}^{-1}$

4 - عند  $t = t_{1/2}$  يكون  $[\text{H}_2\text{O}_2] = \frac{0,8}{2} = 0,4 \text{ mol/L}$

وبالتالي من البيان  $v_{\text{mol}} = 9,2 \times 10^{-3} \text{ mol} \cdot \text{L}^{-1} \cdot \text{mn}^{-1}$

5 - ١٢ تفاعل المعايرة  
 $(\text{H}_2\text{O}_2 = \text{O}_2 + 2\text{H}^+ + 2\text{e}^-) \times 5$   
 $(\text{MnO}_4^- + 8\text{H}^+ + 5\text{e}^- = \text{Mn}^{2+} + 4\text{H}_2\text{O}) \times 2$   
 $5\text{H}_2\text{O}_2 + 2\text{MnO}_4^- + 6\text{H}^+ = 5\text{O}_2 + 2\text{Mn}^{2+} + 8\text{H}_2\text{O}$

4 - وضعنا محتوى الأنبوب في الماء البارد لكي يتوقف التفاعل (درجة الحرارة عبارة عن عامل حراري) لأجل التمكن من معايرة  $I_2$ .

وجود الماء في البيشر لا يؤثر على حجم التكافؤ؛ لأن إضافة الماء لا تؤثر على كمية مادة تبايع اليود ( $I_2$ ) (تركيزه ينقص، لكن كمية المادة لا تتغير)

ملاحظة: تفاعل المعايرة يحدث في البرودة كذلك.

5- التكافؤ هو حالة المزيج عندما يكون المعايير والمعاير بكميتين متناسبتين ستوكيومترياً.

عند الكافؤ يكون  $n(I_2) = \frac{1}{2} n(S_2O_8^{2-})$   
 $n(I_2) = \frac{1}{2} C_R V_E \dots (1)$

6- من جدول التقدم لدينا  $n(I_2) = x$

ومن العلاقة (1)  $x = \frac{1}{2} C_R V_E$

ولدينا أكبر قيمة لـ  $V_E$  على البيان توافق الأنبوب الذي انتهى فيه التفاعل

$V_E(\max) = 40 \text{ mL}$

وبالتالي:  $x_m = \frac{1}{2} C_R V_E(\max)$

$x_m = \frac{1}{2} \times 0,05 \times 40 \times 10^{-3}$

$x_m = 1 \times 10^{-3} \text{ mol}$

7- من جدول التقدم في نهاية التفاعل

لدينا  $n(I^-) = 4 \times 10^{-3} - 2x_m$   
 $= 4 \times 10^{-3} - 2 \times 10^{-3} = 2 \times 10^{-3} \text{ mol}$

$n(I^-) \neq 0$

وبالتالي  $I^-$  ليس هو المتفاعل المحد وبما أن التفاعل تام، إذن المتفاعل المحد هو  $S_2O_8^{2-}$

من جدول التقدم:

$0,01 C_2 - x_m = 0 \rightarrow C_2 = \frac{x_m}{0,01}$

$C_2 = \frac{10^{-3}}{10^{-2}} = 0,1 \text{ mol/L}$

بإيجب أن يكون تفاعل المعايرة حتى يتفاعل كل المفرد الذي نعايره، وبالتالي يمكن حساب تركيزه المولي.

6- لدينا عند التكافؤ  $\frac{n(H_2O_2)}{5} = \frac{n(MnO_4^-)}{2}$

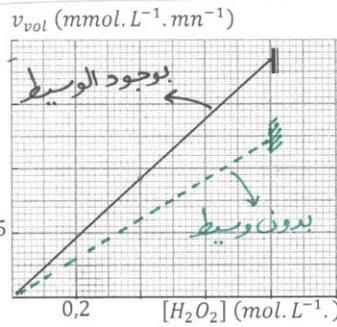
$n(H_2O_2) = 2,5 C_0 V_E$

لدينا عند  $t = t_{\frac{1}{2}}$ :

$[H_2O_2] = 0,4 \text{ mol/L}$

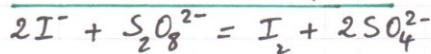
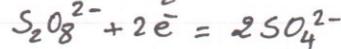
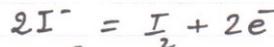
وبالتالي:  $V_E = \frac{0,4 \times 10 \times 10^{-3}}{2,5 \times 0,2} = 0,008 \text{ L}$   
 $V_E = 8 \text{ mL}$

7-



الوسيط يسرع التفاعل.

### التقريب 04



حجم كل أنبوب = 20 mL  
 أي 10 mL في كل متفاعل.

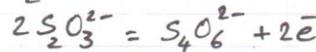
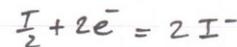
كمية المادة الابتدائية  $n(I^-) = 0,4 \times 10 \times 10^{-3} = 4 \times 10^{-3} \text{ mol}$

$n(S_2O_8^{2-}) = C_2 \times 10 \times 10^{-3} = 0,01 C_2$

جدول التقدم:

$2I^-$	$+ S_2O_8^{2-}$	$= I_2 + 2SO_4^{2-}$	
$4 \times 10^{-3}$	$0,01 C_2$	$0$	$0$
$4 \times 10^{-3} - 2x$	$0,01 C_2 - x$	$x$	$2x$
$4 \times 10^{-3} - 2x_m$	$0,01 C_2 - x_m$	$x_m$	$2x_m$

3- معادلة تفاعل المعايرة:



3

$$x = \frac{1}{2} C_R V_E = \frac{1}{2} \times 0,05 V_E \quad \text{لدينا} \quad -10$$

$$x = 0,6 V_E \rightarrow V_E = 1,67 x$$

عندما  $x = x_m$  فلن:

$$V_E = V_E(\max)$$

$$x_m = 0,6 V_E(\max) \quad \text{وبالتالي:}$$

عند  $t = t_{1/2}$  يكون:

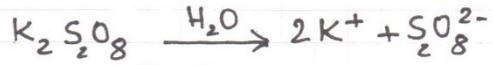
$$V_E \frac{1}{2} = 1,67 \times \frac{0,6 V_E(\max)}{2}$$

$$V_E \frac{1}{2} = \frac{V_E(\max)}{2}$$

$$t_{1/2} = 30 \text{ s} \quad \text{خذ من البيان:}$$



-8 يتحلل بيروكسوتنائي كبريتات البوتاسيوم في الماء:



$$[K^+] = 2 C_2 = 2 \times 0,1 = 0,2 \text{ mol/L}$$

يتحلل يود البوتاسيوم في الماء:



$$[K^+] = C_1 = 0,4 \text{ mol/L}$$

لما نخرج المحلولين ونوزعه في الأنايب:

$$[K^+] = \frac{0,2 \times 10 + 0,4 \times 10}{20} = 0,3 \text{ mol/L}$$

أو نحسبه قبل التقسيم. 9- السرعة الجمية للتفاعل:

$$v_{\text{vol}} = \frac{1}{V} \frac{dx}{dt} \quad \dots \dots (2)$$

$$x = \frac{1}{2} C_R V_E \quad \text{لدينا}$$

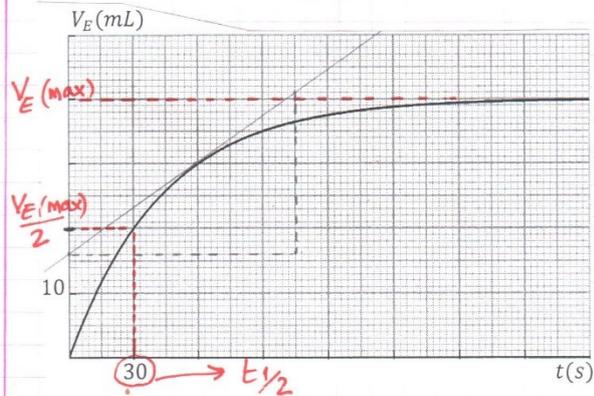
بإستقاق الطرفين بالنسبة للزمن:

$$\frac{dx}{dt} = \frac{1}{2} C_R \frac{dV_E}{dt}$$

$$v_{\text{vol}} = \frac{1}{V} \times \frac{1}{2} C_R \frac{dV_E}{dt} \quad \text{وبالتعويض في (2)}$$

$$= \frac{1}{0,02} \times 0,5 \times 0,05 \frac{dV_E}{dt}$$

$$v_{\text{vol}} = 1,25 \frac{dV_E}{dt}$$



عند اللحظة  $t = 60 \text{ s}$  لدينا ميل المماس

$$a = \frac{dV_E}{dt} = \frac{2,5 \times 10 \times 10^{-3}}{3,5 \times 30} = 2,4 \times 10^{-4}$$

$$v_{\text{vol}} = 1,25 \times 2,4 \times 10^{-4} \quad \text{وبالتالي}$$

$$v_{\text{vol}} = 3,0 \times 10^{-4} \text{ mol. L}^{-1} \text{ s}^{-1}$$