

التمرين 01

1 - التفاعل بطيء (يدوم حوالي 28 دقيقة) .
2 - جدول التقدّم :

$3H_2C_2O_4 + Cr_2O_7^{2-} + 8H^+ = 2Cr^{3+} + 6CO_2 + 7H_2O$					
3×10^{-3}	8×10^{-4}	/	0	0	/
$3 \times 10^{-3} - 3x$	$8 \times 10^{-4} - x$	/	$2x$	$6x$	/
$3 \times 10^{-3} - 3x_m$	$8 \times 10^{-4} - x_m$	/	$2x_m$	$6x_m$	/

$$n_1 = C_1V_1 = 3 \times 10^{-2} \times 0,1 = 3 \times 10^{-3} \text{ mol}$$

$$n_2 = C_2V_2 = 0,8 \times 10^{-2} \times 0,1 = 8 \times 10^{-4} \text{ mol}$$

من البيان :

$$n(Cr^{3+})_m = [Cr^{3+}]_m V_T = 8 \times 10^{-3} \times 0,2 = 1,6 \times 10^{-3} \text{ mol}$$

$$(1) \quad n(Cr^{3+})_m = 2x_m \text{ ولدينا من جدول التقدّم :}$$

$$3 \times 10^{-3} - 3x_m = 0 \Rightarrow x_m = 1 \times 10^{-3} \text{ mol} \text{ : من الجدول :}$$

$$. \quad x_m = 8 \times 10^{-4} \text{ mol} \text{ وبالتالي } 8 \times 10^{-4} - x_m = 0 \Rightarrow x_m = 8 \times 10^{-4} \text{ mol}$$

نعوّض في العلاقة (1) $n(Cr^{3+})_m = 2 \times 8 \times 10^{-4} \text{ mol} = 1,6 \times 10^{-3} \text{ mol}$ وبالتالي التفاعل تام .

3 - زمن نصف التفاعل هو الزمن اللازم لبلوغ تقدّم التفاعل نصف قيمته النهائية .

$$\text{من البيان } t_{1/2} \text{ يوافق } [Cr^{3+}] = \frac{[Cr^{3+}]_m}{2} = 4 \text{ mmol/L}$$

من البيان $t_{1/2} = 4 \text{ mn}$.

4 - أ / السرعة الحجمية للتفاعل هي مقدار تغيّر التقدّم في وحدة الزمن في لتر من المزيج المتفاعل .

$$\text{من جدول التقدّم لدينا } [Cr^{3+}]_m V_T = 2x \text{ ، ومنه } [Cr^{3+}] = \frac{V_T}{2} \times [Cr^{3+}]$$

$$\text{وباشتقاق الطرفين بالنسبة للزمن : } \frac{dx}{dt} = \frac{V_T}{2} \times \frac{d[Cr^{3+}]}{dt}$$

$$v_V = \frac{1}{2} \times \frac{d[Cr^{3+}]}{dt} \text{ وبالتالي } \frac{1}{V_T} \times \frac{dx}{dt} = \frac{1}{2} \times \frac{d[Cr^{3+}]}{dt}$$

$$\text{ب / } \frac{d[Cr^{3+}]}{dt} \text{ يمثّل ميل المماس للبيان عند اللحظة } t .$$

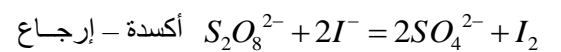
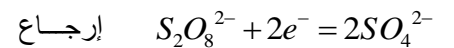
$$\text{عند اللحظة } t_0 = 0 : v_V = \frac{1}{2} \times \frac{3 \times 2}{1,1 \times 4} = 0,682 \text{ mmol.L}^{-1} \text{.mn}^{-1}$$

$$\text{عند اللحظة } t_1 = 8 \text{ mn} : v_V = \frac{1}{2} \times \frac{1,4 \times 2}{2 \times 4} = 0,175 \text{ mmol.L}^{-1} \text{.mn}^{-1}$$

ج / تناقص السرعة بسبب تناقص تراكيز المتفاعلات ، أي انخفاض عدد التصادمات الفعالة في الثانية بين المتفاعلات .

التمرين 02

1 - معادلة التفاعل :



جدول التقدّم :

$$n(I^-) = C_1V_1 = 0,6 \times 0,1 = 0,06 \text{ mol}$$

$$n(S_2O_8^{2-}) = C_2V_2 = 0,02 \times 0,1 = 0,002 \text{ mol}$$

$S_2O_8^{2-}$	$+ 2I^-$	$= 2SO_4^{2-}$	$+ I_2$
0,002	0,06	0	0
$0,002 - x$	$0,06 - 2x$	$2x$	x
$0,002 - x_m$	$0,06 - 2x_m$	$2x_m$	x_m

التقدّم الأعظمي :

$$0,002 - x_m = 0 \Rightarrow x_m = 2 \times 10^{-3} \text{ mol}$$

$$. x_m = 2 \times 10^{-3} \text{ mol} \text{ ، وبالتالي } 0,06 - 2x_m = 0 \Rightarrow x_m = 3 \times 10^{-2} \text{ mol}$$

2 - درجة الحرارة عامل حركي ، والوسيط يسرّع التفاعل ، وبالتالي :

البيان (a) ← التجربة الثالثة : ($\theta_2 + \theta_1$) الوسيط

البيان (b) ← التجربة الثانية : ($\theta_2 > \theta_1$)

البيان (c) ← التجربة الأولى : (θ_1)

- 3

* سرعة تشكّل ثنائي اليود تتناسب مع درجة الحرارة (صحيح) . لأن درجة الحرارة ترفع الطاقة الحركية للجزيئية للمتفاعلات ، وبالتالي يرتفع تواتر التصادمات الفعّالة ، فيتشكّل ثنائي اليود بكثرة في زمن قصير .

* وجود شوارد Fe^{2+} يساعد على خفض مدّة التفاعل (صحيح) : الوسيط يرفع السرعة ، وبالتالي المدة تنقص .

* البيانان (b) و (c) لا يصلان لنفس القيمة الحديّة التي يصل لها البيان (a) (خطأ) : العوامل الحركية والوسائط لا تغيّر تركيب المزيج

النهائي . (تنبيه : مثلنا البيانات فقط في المجال الزمني من صفر إلى 70 دقيقة ، هذا لا يعني أن التفاعل انتهى في اللحظة 70mn) .

4 - زمن نصف التفاعل في التجربة الثانية :

$$[I_2]_m = \frac{x_m}{V_T} = \frac{2 \times 10^{-3}}{0,2} = 0,01 \text{ mol/L} = 10 \text{ mmol/L} \text{ ، ومنه } [I_2]_m V_T = x_m \text{ ، أي } n(I_2)_m = x_m$$

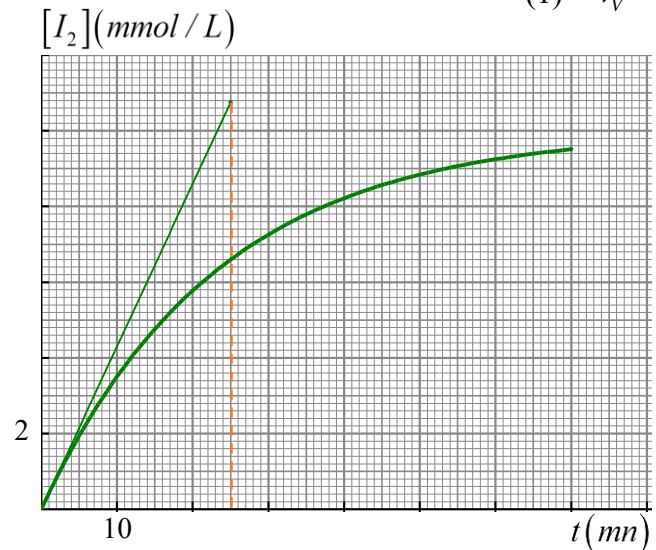
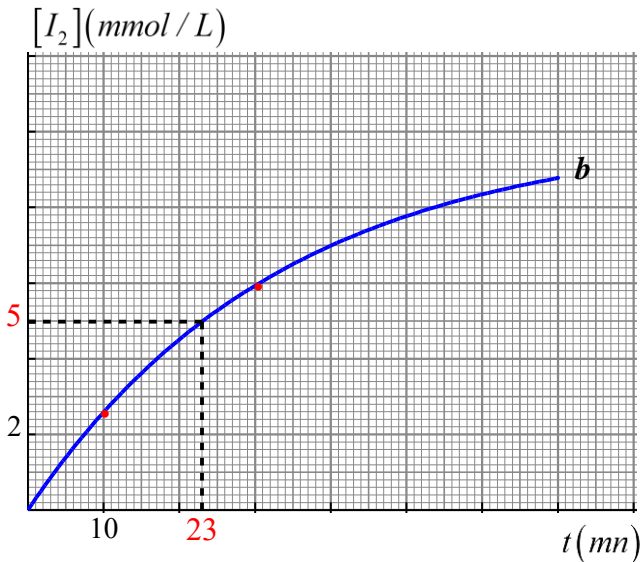
زمن نصف التفاعل يوافق $[I_2] = 5 \text{ mmol/L}$ ، أي $t_{1/2} = 23 \text{ mn}$

5 - السرعة الحجمية المتوسطة لتشكّل ثنائي اليود :

$$v_m(v) = \frac{[I_2]_2 - [I_2]_1}{t_2 - t_1} = \frac{6 - 2,6}{30 - 10} = 0,17 \text{ mmol.L}^{-1}.\text{mn}^{-1}$$

6 - السرعة الحجمية للتفاعل في اللحظة $t = 0$ في التجربة الثالثة :

$$(1) \quad v_V = \frac{1}{V_T} \frac{dx}{dt}$$



لدينا $x = [I_2] V_T$ ، وباشتقاق الطرفين بالنسبة للزمن : $\frac{dx}{dt} = V_T \frac{d[I_2]}{dt}$

وبالتالي $\frac{1}{V_T} \frac{dx}{dt} = \frac{d[I_2]}{dt}$ ، حيث $v_V = \frac{d[I_2]}{dt}$ يمثل ميل المماس للبيان في اللحظة t .

$$. v_V = \frac{5,4 \times 2}{2,5 \times 10} = 0,43 \text{ mmol.L}^{-1}.\text{mn}^{-1}$$

التمرين 03

1 - في التجريبتين (2) و (3) يكمن الفرق فقط في قيمة درجة الحرارة ، وبالتالي القيمة النهائية لـ $n(I^-)$ هي نفسها في التجريبتين .

لكن في التجربة (2) التفاعل أسرع مما في التجربة (3) . إذن :

البيان (A) ← التجربة (2)

البيان (B) ← التجربة (3)

في التجربة (1) القيمة النهائية لـ $n(I^-)$ مختلفة عن التجريبتين (2) و (3) (n_1) تختلف عن n_2 ، وبالتالي البيان (C) ← التجربة (1) .
 2 - في نهاية التفاعل لا تنتهي كمية $n(I^-)$ (حسب البيانات) ، إذن في كل التجارب المتفاعل المحد هو $S_2O_8^{2-}$.
 حساب n_1 :

$2I^- + S_2O_8^{2-} = I_2 + 2SO_4^{2-}$			
40	n_1	0	0
$40-2x$	n_1-x	x	$2x$
$40-2x_m$	n_1-x	x_m	$2x_m$

نشئ جدول التقدم في التجربة (1) :

حسب البيان (C) : $40-2x_m = 25 \Rightarrow x_m = 7,5mmol$ ، إذن $n_1 - x_m = 0 \Rightarrow n_1 = x_m = 7,5mmol$ بما أن $S_2O_8^{2-}$ هو المتفاعل المحد ،
 حساب n_2 : من البيان (A) أو (B) :

$$40-2x_m = 10 \Rightarrow x_m = 15mmol$$

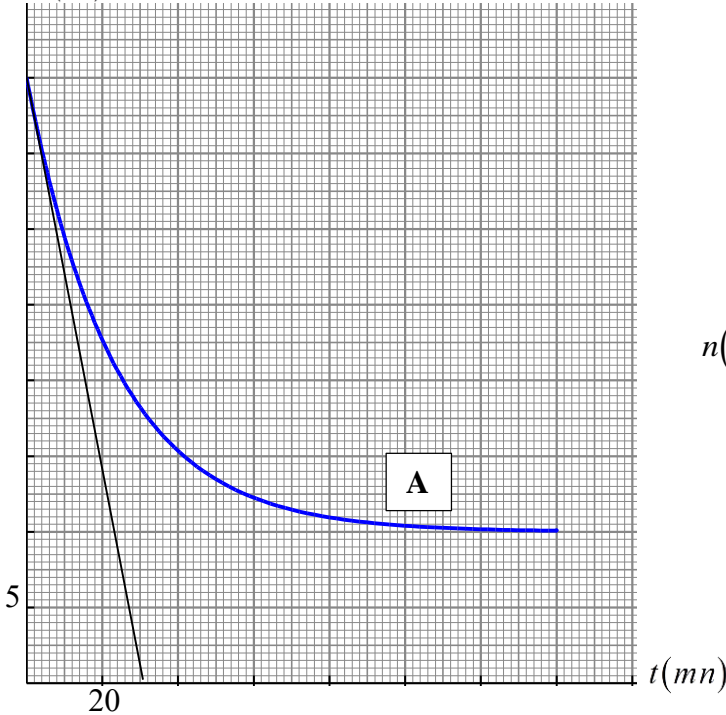
$$n_2 - x_m = 0 \Rightarrow n_2 = x_m = 15mmol$$

3 - أ / سرعة اختفاء I^- (السرعة المقصودة هي السرعة اللحظية ، لأن المطلوب حسابها عند اللحظة t) .
 هي مقدار تغيّر كمية مادة I^- في وحدة الزمن .

$$v(I^-) = -\frac{dn(I^-)}{dt} = -\left(-\frac{40}{31}\right) = 1,29mmol.mn^{-1}$$

ب / تتناسب السرعة مع ميل المماس للبيان ، ونلاحظ أنه كلما كان الزمن أكبر يكون ميل المماس أصغر ، وبالتالي السرعة تتناقص بمرور الزمن .

$n(I^-)(mmol)$



ج / التركيب المولي للمزيج عند اللحظة $t = 20mn$:
 جدول التقدم للتفاعل في التجربة (2) :

$2I^- + S_2O_8^{2-} = I_2 + 2SO_4^{2-}$			
40	15	0	0
$40-2x$	$15-x$	x	$2x$
$40-2x_m$	$15-x$	x_m	$2x_m$

من البيان لدينا عند اللحظة $t = 20mn$: $n(I^-) = 23mmol$ ، وبالتالي

$$40-2x = 23 \Rightarrow x = 8,5mmol$$

$$n(S_2O_8^{2-}) = 15-8,5 = 6,5mmol$$

$$n(I_2) = x = 8,5mmol$$

$$n(SO_4^{2-}) = 2x = 2 \times 8,5 = 17mmol$$

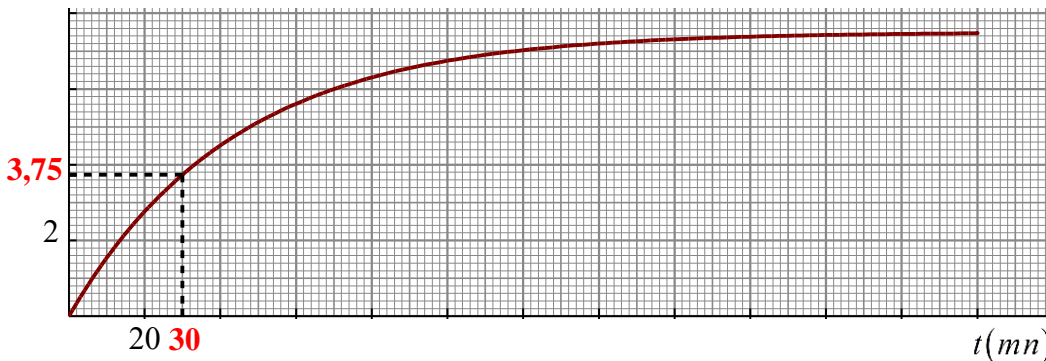
كمية مادة الشوارد غير الفعالة لا تتغير أثناء التفاعل .
 د /

لدينا في التجربة الأولى $x_m = 7,5mmol$ ، ولدينا في

جدول التقدّم $n(I_2)_m = x_m = 7,5mmol$.

من البيان (C) نحدد قيم التقدم في مختلف اللحظات ، ولدينا $n(I_2) = x$ ، ونمثّل البيان $n(I_2) = f(t)$.

$n(I_2)(mmol)$



هـ / زمن نصف التفاعل يوافق

$$n(I_2) = \frac{n(I_2)_m}{2}$$

$$t_{1/2} = 30mn$$

يمكن إيجاد زمن نصف التفاعل من
 البيان (C) .