

[www.sites.google.com/site/faresfergani](http://www.sites.google.com/site/faresfergani)  
Fares\_Fergani@yahoo.Fr

## تمارين مقترحة

### 3AS U01 - Exercice 006

المحتوى المعرفى : المتابعة الرسمية لتحول كيميائي .

تاريخ آخر تحدث : 2015/04/20

**نص التمرين :** (بكالوريا 2009 – علوم تجريبية ) (\*\*)

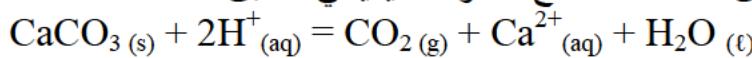
بهدف تتبع تطور التحول الكيميائي التام لتأثير حمض كلور الماء ( $\text{Cl}^- + \text{H}^+$ ) على كربونات الكالسيوم . نضع قطعة كتلتها g 2.0 من كربونات الكالسيوم  $\text{CaCO}_3$  داخل mL 100 من حمض كلور الماء تركيزه المولي  $\text{C}_1 = 1.0 \cdot 10^{-1} \text{ mol.L}^{-1}$ .

**الطريقة الأولى :**

نقيس ضغط غاز ثانوي أكسيد الكربون المنطلق و المحجوز في دورق حجمه لتر واحد (1L) تحت درجة حرارة ثابتة  $T = 25^\circ\text{C}$  ، فكانت النتائج المدونة في الجدول التالي :

t(s)	20	60	100
$P_{(\text{CO}_2)}(Pa)$	2280	5560	7170
$n_{(\text{CO}_2)}(mol)$			
x(mol)			

المعادلة الكيميائية المعتبرة عن التفاعل الممنذج للتحول الكيميائي السابق :



1- أنشئ جدول لتقدم التفاعل السابق .

2- ما العلاقة بين ((n)) كمية مادة الغاز المنطلق و (x) تقدم التفاعل ؟

3- بتطبيق قانون الغاز المثالي و الذي يعطى بالشكل ( PV = n R T ) ، أكمل الجدول السابق .

4- مثل بيان الدالة ( x = f(t) ) . يعطى : 1L =  $10^{-3} \text{ m}^3$  ، R = 8.31 SI .

**الطريقة الثانية :**

II- تتبع قيمة تركيز شوارد الهيدروجين ( $\text{H}^+$ ) في وسط التفاعل بدلالة الزمن أعطت النتائج المدونة في الجدول التالي :

t(s)	20	60	100
$[\text{H}^+](\text{mol.L}^{-1})$	0,080	0,056	0,040
$n_{(\text{H}^+)}(mol)$			
x(mol)			

1- أحسب ((n)) كمية مادة شوارد الهيدروجين في كل لحظة .

2- مستعينا بجدول تقدم التفاعل ، أوجد العبارة الحرفية التي تعطي ((n)) بدلالة التقدم (x) وكمية المادة الابتدائية ( $n_0$ ) لشوارد الهيدروجين الموجبة .

3- أحسب قيمة التقدم (x) في كل لحظة .

4- أنشئ البيان ( x = f(t) ) ماذا تستنتج ؟

5- حدد المتفاعل المد .

6- استنتاج زمان نصف التفاعل .

7- أحسب السرعة الحجمية للتفاعل في اللحظة  $t = 50 \text{ s}$ .

$$M(O) = 16 \text{ g/mol} , M(C) = 12 \text{ g/mol} , M(Ca) = 40 \text{ g/mol}$$

## حل التمرين

الطريقة الأولى :  
- جدول التقدم :

الحالة	التقدم	$\text{CaCO}_3 \text{(s)}$	$+ 2\text{H}^{\text{(aq)}}$	$= \text{CO}_2 \text{(g)}$	$+\text{Ca}^{2+} \text{(aq)}$	$+\text{H}_2\text{O} \text{(l)}$
ابتدائية	$x = 0$	$2 \cdot 10^{-2}$	$10^{-2}$	0	0	0
انتقالية	$x$	$2 \cdot 10^{-2} - x$	$10^{-2} - 2x$	$x$	$x$	$x$
نهائية	$x_f$	$2 \cdot 10^{-2} - x_f$	$10^{-2} - 2x_f$	$x_f$	$x_f$	$x_f$

$$\bullet n_0(\text{CaCO}_3) = \frac{m}{M(\text{CaCO}_3)}$$

$$M(\text{CaCO}_3) = 40 + 12 + (3 \cdot 16) = 100 \text{ g/mol}$$

$$n_0(\text{CaCO}_3) = \frac{2}{100} = 2 \cdot 10^{-2} \text{ mol}$$

$$\bullet n_0(\text{H}^+) = C_1 V_1 = 10^{-1} \cdot 0.1 = 10^{-2} \text{ mol}$$

- العلاقة بين  $(n(\text{CO}_2))$  كمية مادة الغاز المنطلق و  $(x)$  تقدم التفاعل :  
من جدول التقدم لدينا :

$$n(\text{CO}_2) = x$$

- إكمال الجدول :  
حسب قانون الغاز المثالي :

$$PV = n(\text{CO}_2) RT$$

ومنه :

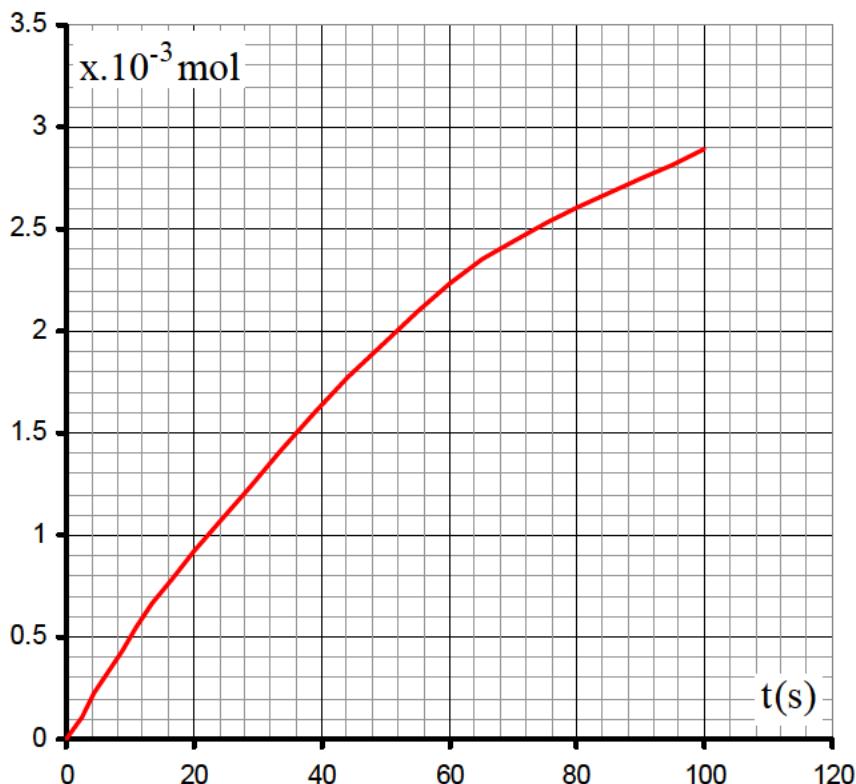
$$n(\text{CO}_2) = \frac{PV}{RT} = \frac{V}{RT} P = \frac{10^{-3}}{8.31 \cdot (25 + 273)} P$$

و حيث أن  $n(\text{CO}_2) = x$  يكون :

$$x = \frac{10^{-3}}{8.31 \cdot (25 + 273)} P$$

(نذكر أن الحجم يقدر بالمتر المكعب  $(\text{m}^3)$ )  
و من خلال هذه العلاقة نكمل الجدول حيث نحصل على الجدول التالي :

t(s)	20	60	100
P( $\text{CO}_2$ ) (Pa)	2280	5560	7170
$n(\text{CO}_2)$ mol	$0.92 \cdot 10^{-3}$	$2.24 \cdot 10^{-3}$	$2.89 \cdot 10^{-3}$
x (mol)	$0.92 \cdot 10^{-3}$	$2.24 \cdot 10^{-3}$	$2.89 \cdot 10^{-3}$

4- بيان الدالة :  $x = f(t)$ 

الطريقة الثانية :

1- حساب  $n(H^+)$  في كل لحظة :

$$\bullet n(H^+) = [H^+]V = [H^+] \cdot 0.1 \rightarrow n(H^+) = 0.1 [H^+]$$

و من خلال هذه العلاقة نملأ الجدول حيث نحصل على ما يلي :

$t$ (s)	20	60	100
$[H^+]$ (mol.L⁻¹)	0.080	0.056	0.040
$n(H^+)$ (mol)	$8.0 \cdot 10^{-3}$	$5.6 \cdot 10^{-3}$	$4.0 \cdot 10^{-3}$

2- عبارة  $n(H^+)$  بدلالة التقدم ( $x$ ) وكمية المادة الابتدائية ( $n_0$ ) لشوارد الهيدروجين :

من جدول التقدم :

$$n(H^+) = n_0(H^+) - 2x$$

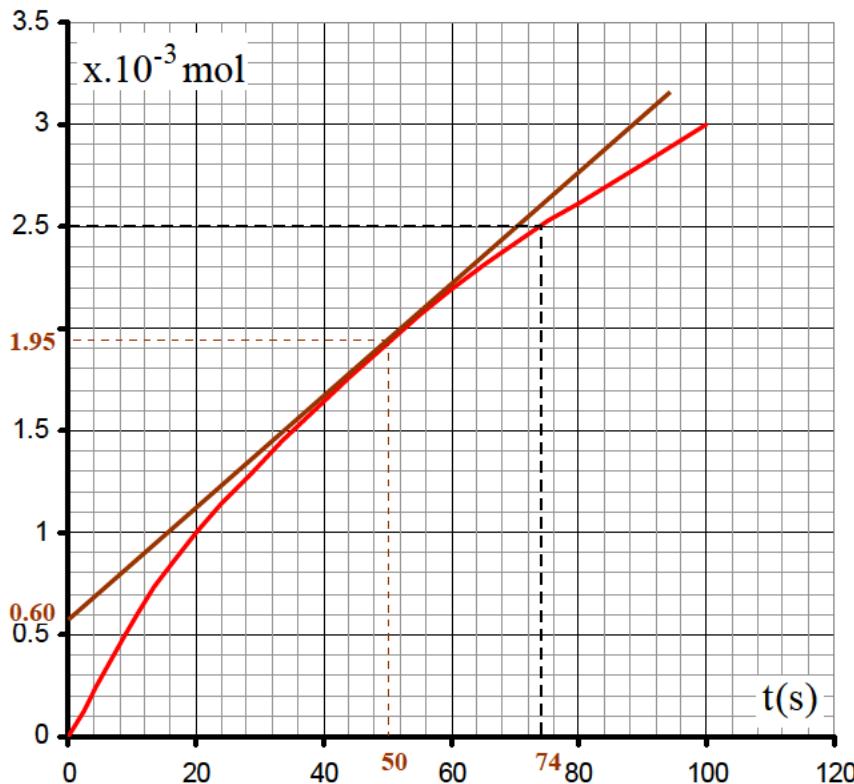
3- قيمة التقدم ( $x$ ) في كل لحظة :من العلاقة السابقة  $n(H^+) = n_0(H^+) - 2x$  يكون :

$$x = \frac{n_0(H^+) - n(H^+)}{2} = \frac{10^{-2} - n(H^+)}{2}$$

و من خلال هذه العلاقة نملأ الجدول حيث نحصل على ما يلي :

$t$ (s)	20	60	100
$[H^+]$ (mol.L⁻¹)	0.080	0.056	0.040
$n(H^+)$ (mol)	$8.0 \cdot 10^{-3}$	$5.6 \cdot 10^{-3}$	$4.0 \cdot 10^{-3}$
$x$ (mol)	$1.0 \cdot 10^{-3}$	$2.2 \cdot 10^{-3}$	$3.0 \cdot 10^{-3}$

- البيان (4)



الاستنتاج :

نحصل تقريبا على نفس مقدار التقدم في كل لحظة .

5- المتفاعل المد :

- إذا اختفى  $\text{CaCO}_3$  كليا :

- إذا اختفى  $\text{H}^+$  كليا :

$$2 \cdot 10^{-2} - x = 0 \rightarrow x = 2 \cdot 10^{-2} \text{ mol}$$

$$10^{-2} - 2x = 0 \rightarrow x = 5 \cdot 10^{-3} \text{ mol}$$

إذن  $5 \cdot 10^{-3} \text{ mol}$   $\text{x}_{\max} = \text{x}_f = 5 \cdot 10^{-3}$  و المتفاعل المد هو  $\text{H}^+$  .

6- زمن نصف التفاعل :

زمن نصف التفاعل هو الزمن الذي يكون فيه التقدم مساوي لنصف التقدم النهائي :

$$t = t_{1/2} \rightarrow x = x_{1/2} = \frac{x_f}{2} = \frac{5 \cdot 10^{-2}}{2} = 2.5 \cdot 10^{-2} \text{ mol}$$

بالإسقاط في البيان نجد :  $t_{1/2} = 74 \text{ s}$

7- السرعة الحجمية للتفاعل في اللحظة :

- لدينا حسب تعريف السرعة الحجمية :

$$v' = \frac{1}{V} \frac{dx}{dt}$$

من البيان عند اللحظة  $t = 50 \text{ s}$  يكون :

$$\frac{dx}{dt} = \frac{1.95 \cdot 10^{-3} - 0.60 \cdot 10^{-3}}{50 - 0} = 2.7 \cdot 10^{-5} \rightarrow v' = \frac{1}{0.1} 2.7 \cdot 10^{-5} = 2.7 \cdot 10^{-4} \text{ mol/min}$$