

**تمرين الكيمياء رقم 1 :**

ننجز احتراق 0,10 mol من برادة الحديد في حوالة تحتوي على 0,10 mol من ثنائي غاز الكلور  $Cl_2$ .

1- اكتب معادلة التفاعل الحاصل ووزنها .

2- أنشئ جدول تقم التفاعل ثم استنتج المتفاعل المحد والتقدم الأقصى.

3- اوجد كتلة كلورور الحديد III الناتج.

نعطي :  $M(Fe) = 55,8g/mol$  و  $M(Cl) = 35,5g/mol$

\*\*\*\*\*

**تمرين الكيمياء رقم 2 :**

ننجز احتراق قطعة من الكربون كتلتها  $m = 0,96g$  في حجم  $V = 120L$  من ثنائي الأوكسجين .

1 - اكتب معادلة التفاعل الحاصل.

2- حدد كمية المادة البدنية لكل من الكربون والأوكسجين .

3- أنشئ جدول التقدم المعبر عن حالات المجموعة البدنية والوسطية والنهائية .

4- أوجد قيمة التقدم الأقصى وحدد المتفاعل المحد .

5- استنتج كتلة الكربون المتبقية وحجم ثنائي أوكسيد الكربون المتكون عند نهاية التفاعل .

نعطي :  $M(C) = 12g/mol$  والحجم المولي :  $V_M = 24L/mol$

\*\*\*\*\*

**\* تمرين الكيمياء رقم 3 :**

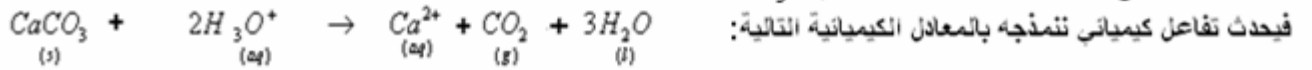
يتكون ثنائي أوكسيد الكربون  $CO_2$  في المغارات بتأثير المياه الحمضية على كربونات الكالسيوم  $CaCO_3$  الموجودة في الأحجار الكلسية.

معطيات: الكتل المولية الذرية ب  $(g/mol)$  :  $M_C = 12$  ،  $M_O = 16$  ،  $M_H = 1$  ،  $M_{Ca} = 40$

كثافة غاز بالنسبة للهواء تعطى بالعلاقة التالية:  $d = \frac{M}{29}$

لدراسة هذا التفاعل نصب في حوالة حجما  $V_s = 100mL$  من محلول حمض الكلوريدريك  $(H_3O^+ + Cl^-)$  تركيزه المولي  $c = 0,1mol/L$  ثم

نضيف إليه كتلة  $m = 2g$  من كربونات الكالسيوم  $CaCO_3$  .



1 - احسب كثافة الغاز الناتج بالنسبة للهواء . حدد في أي جزء من المغارة يتكون هذا الغاز؟

2- لماذا أيونات الكلورور  $Cl^-$  لا تظهر في المعادلة الكيميائية؟

3- احسب كمية المادة البدنية لكل من المتفاعلين.

4- أتمم ملء جدول تقدم التفاعل التالي. ثم استنتج التقدم الأقصى والمتفاعل المحد.

معادلة التفاعل					التقدم	الحالة				
$CaCO_3$	+	$2H_3O^+$	$\rightarrow$	$Ca^{2+}$			+	$CO_2$	+	$3H_2O$
كميات المادة (mol)										
				0		0		بوفرة	0	الحالة البدنية
								بوفرة	x	حالة التحول
								بوفرة	x max	الحالة النهائية

1-4) اجد الأيونات المتواجدة في المحلول خلال التحول.

4-2) أعط تعابير تراكيز الأيونات المتواجدة في المحلول خلال التحول.

**تمرين الكيمياء رقم 4 :**

نحرق 2,7g من الألومنيوم  $Al$  في حوالة تحتوي على 5L من ثنائي الأوكسجين وذلك في الظروف التي يكون فيها الحجم

المولي  $V_M = 24L/mol$  فنحصل على أوكسيد الألومنيوم (الألمين)  $Al_2O_3$  .

1) اكتب معادلة التفاعل ووزنها .

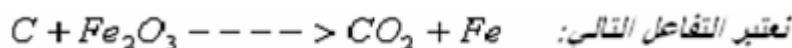
2) احسب كمية مادة المتفاعلات في الحالة البدنية.

3) باستعمال جدول التقدم احسب التقدم الأقصى واستنتج المتفاعل المحد.

4) احسب كتل الأنواع الكيميائية المكونة للحالة النهائية وكذا حجم ثنائي الأوكسجين المتبقى.

نعطي :  $M(O) = 16g/mol$  ،  $M(Al) = 27g/mol$

\*\*\*\*\*

**تمرين الكيمياء رقم 5 :**

1) وازن هذه المعادلة.

2) علما أن هذا التفاعل ينتج عنه 56g من الحديد عند نهاية التفاعل.

أ) اوجد كمية مادة الحديد الناتجة عن التفاعل.

(3) ما تركيب الخليط عند نهاية التفاعل عند استعمال 16g من  $Fe_2O_3$  ، و الكربون بوفرة ، وما كتلة الحديد الناتجة في هذه الحالة؟  
 نعطى :  $M(Fe) = 56g/mol$   $M(O) = 16g/mol$

### تمرين الكيمياء رقم 6 :

نضيف كتلة  $m = 0,1g$  من مسحوق الألمينيوم إلى حجم  $V_s = 150mL$  من محلول حمض الكلوريدريك  $(H_3O^+ + Cl^-)$  تركيزه  $Co = 0,1mol/L$   
 فيحدث التفاعل التالي :  $2Al + 6H_3O^+ \rightarrow 2Al^{3+} + 3H_2 + 6H_2O$

(1) أنشأ جدول تقدم هذا التفاعل.

(2) استنتج المتفاعل المحد.

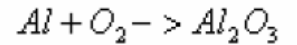
(3) احسب تراكيز الأنواع الكيميائية المتواجدة في المحلول في الحالة النهائية.

نعطى :  $M(Al) = 27g/mol$  والحجم المولي :  $V_M = 24L/mol$

\*\*\*\*\*

### تمرين الكيمياء رقم 7 :

يحترق مسحوق الألمينيوم في ثنائي الأوكسجين حسب المعادلة التالية:



(1) وازن هذه المعادلة.

(2) باستعمال جدول التقدم احسب كمية مادة ثنائي الأوكسجين المستهلك وكمية مادة أوكسيد الألمينيوم المكون عندما تختفي :  
 4mol من الألمينيوم.

\*\*\*\*\*

### تمرين الكيمياء رقم 8 :

تعتبر الاحتراق الكامل للبروبان  $C_3H_8$  في ثنائي الأوكسجين الذي ينتج عنه ثنائي أوكسيد الكربون والماء.

(1) اكتب معادلة التفاعل ووازنها.

(2) املأ جدول التقدم في كل من الحالتين التاليتين :

\* إذا كانت الحالة البدئية تتكون من 2mol من البروبان و 7mol من ثنائي الأوكسجين ، حدد الحالة النهائية.

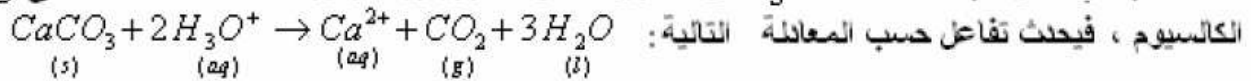
\* إذا كانت الحالة البدئية تتكون من 1,5mol من البروبان و 7,5mol من ثنائي الأوكسجين ، حدد الحالة النهائية.

### تمرين الكيمياء رقم 9 :

Al + O <sub>2</sub> → Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub>				المعادلة
n(Al)	n(O <sub>2</sub> )	n(Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub> )	التقدم ب :	الحالة
(mol)	(mol)	(mol)	(mol)	
7	6	...	...	الحالة البدئية
7-4x <sub>1</sub>	....	...	x <sub>1</sub>	حالة التحول 1
...	.....	...	x <sub>2</sub> = 0,5	حالة التحول 2
...	.....	2,5	x <sub>3</sub>	حالة التحول 3
.....	.....	....	x <sub>max</sub>	الحالة النهائية

### تمرين الكيمياء رقم 10 :

نصب في كأس حجما  $V_g = 100ml$  من محلول حمض الكلوريدريك تركيزه  $100m.mol/l$  على 2g من كربونات الكالسيوم ، فيحدث تفاعل حسب المعادلة التالية :



نقيس حجم ثنائي أوكسيد الكربون  $V_{(CO_2)}$  الناتج عن التفاعل عند درجة الحرارة  $20^\circ C$  وتحت الضغط  $1013hPa$ .

(1) احسب كمية مادة أيونات الأوكسونيوم البدئية وكمية مادة كربونات الكالسيوم البدئية ب: ال :  $m.mol$

(2) أنشء جدول التقدم الموافق للتفاعل الحاصل ثم أوجد قيمة التقدم الأقصى.

(3) أوجد حجم غاز  $CO_2$  الناتج عن التفاعل عند اللحظة التي يكون فيها التقدم  $x = \frac{x_{max}}{2}$ .

(4) حدد تركيز أيونات الكالسيوم عند نهاية التفاعل .

نعطى :  $M(CaCO_3) = 100g/mol$  ،  $R = 8,314J/mol.K$

## التصحيح correction

### تصحيح تمرين الكيمياء رقم 1



\*\*\*\*\*

2Fe	3Cl <sub>2</sub>	2FeCl <sub>3</sub>	معادلة التفاعل
0,10	0,10	0	الحالة البدئية
0,10-2x	0,10-3x	2x	حالة التحول
10-2x <sub>f</sub>	0,10-3x <sub>f</sub>	2x <sub>f</sub>	الحالة النهائية

(2)

إذا كان Fe هو المحد  $0,10-2x_{\max}=0 \Rightarrow x_{\max}=0,05\text{mol}$   
 إذا كان Cl<sub>2</sub> هو المحد  $0,10-3x_{\max}=0 \Rightarrow x_{\max}=0,033\text{mol}$   
 $x_{\max}=0,033\text{mol}$  إذن Cl<sub>2</sub> هو المحد  $0,033\text{mol} < 0,05\text{mol}$   
 في الحالة النهائية :  $n(\text{FeCl}_3)=2x_{\max}=0,066\text{mol}=m/M$   
 $m=M(\text{FeCl}_3)*0,066 = 162,3*0,066 = 10,7\text{g}$  ومنه

### تصحيح تمرين الكيمياء رقم 2:

$C + O_2 \rightarrow CO_2$  (1)  
 (2)-كمية مادة الكربون البدئية :  
 $n_o(C) = \frac{m(C)}{M(C)} = \frac{0,96\text{g}}{12} = 0,08\text{mol}$   
 كمية مادة الأوكسجين البدئية :  
 $n_o(O_2) = \frac{v(O_2)}{V_M} = \frac{120\text{L}}{24\text{L/mol}} = 5\text{mol}$

C + O <sub>2</sub> >> CO <sub>2</sub>			معادلة التفاعل	
كميات المادة ب mol			التقدم	الحالة
0,08	5	0	0	البدئية
0,08-x	5-x	x	x	التحول
0,08-x <sub>f</sub>	5-x <sub>f</sub>	x <sub>f</sub>	x <sub>f</sub>	النهائية

(3)

(4)  $x_{\max}=0,08\text{mol}$  المتفاعل المحد هو الكربون.(5) كتلة الكربون المتبقية منعدمة لأنه يستهلك كليا .  
 $V(\text{CO}_2) = 1,92\text{L}$  وحجم ثنائي أوكسيد الكربون المتكون

### تصحيح تمرين الكيمياء رقم 3 :

$$M(\text{CO}_2) = M(\text{C}) + 2M(\text{O}) = 12 + 32 = 44\text{g/mol}$$

- 1- كثافة غاز CO<sub>2</sub> بالنسبة للهواء :  $d = \frac{M}{29} = \frac{44}{29} \approx 1,5 > 1$  إذن غاز CO<sub>2</sub> أثقل من الهواء وبالتالي فهو يتكون في الجزء السفلي من المغارة.  
 2-  $Cl^-$  أيونات غير نشيطة - لا تشارك في التفاعل.

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

$$M(\text{CaCO}_3) = M_{\text{Ca}} + M_{\text{C}} + 3 M_{\text{O}} = 100\text{g} \cdot \text{mol}^{-1} \quad (3)$$

$$n(\text{H}_3\text{O}^+) = CV = 0,1\text{mol/L} \cdot 0,1\text{L} = 10^{-2}\text{mol}$$

(4)

CaCO <sub>3</sub> + 2H <sub>3</sub> O <sup>+</sup> >> Ca <sup>2+</sup> + CO <sub>2</sub> + 3H <sub>2</sub> O					معادلة التفاعل	
كميات المادة (mol)					التقدم	الحالة
2.10 <sup>-2</sup>	10 <sup>-2</sup>	0	0	excès	0	الحالة البدئية
2.10 <sup>-2</sup> - x	10 <sup>-2</sup> - 2x	x	x	excès	x	حالة التحول
2.10 <sup>-2</sup> - x <sub>m</sub>	10 <sup>-2</sup> - 2 x <sub>m</sub>	x <sub>m</sub>	x <sub>m</sub>	excès	x <sub>m</sub>	الحالة النهائية

إذا كان CaCO<sub>3</sub> هو المحد :  $2,0 \cdot 10^{-2} - x_{\max} = 0 \Rightarrow x_{\max} = 2,0 \cdot 10^{-2}\text{mol}$   
 إذا كان H<sub>3</sub>O<sup>+</sup> هو المحد :  $10^{-2} - 2x_{\max} = 0 \Rightarrow x_{\max} = 5 \cdot 10^{-3}\text{mol}$   
 بما أن المتفاعل المحد يوافق أصغر تقدم أقصى فإن H<sub>3</sub>O<sup>+</sup> هو المتفاعل المحد ومنه :  $x_{\max} = 5 \cdot 10^{-3}\text{mol}$

(5) 1-4  $Ca^{2+}$  ،  $Cl^-$  ،  $H_3O^+$ 

$$[H_3O^+] = \frac{10^{-2} - 2x}{V} \quad , \quad [Ca^{2+}] = \frac{x}{V} \quad , \quad [Cl^-] = C \quad 2-4$$

### تصحيح تمرين الكيمياء رقم 4 :

$$n = m/M = 12/63,5 = 0,19\text{mol} \quad - \quad 1-$$



1) معادلة التفاعل:  $4Al(s) + 3O_2(g) \rightarrow 2Al_2O_3(s)$

$$n(O_2) = \frac{v(O_2)}{V_M} = \frac{5L}{24L \cdot mol^{-1}} = 0,21 mol$$

$$n(Al) = \frac{2,7}{27} = \frac{2,7}{27} = 0,1 mol \quad (2)$$

4Al	+	3 O <sub>2</sub>	----->	2 Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	
0,1 mol		0,21 mol		0	الحالة البدئية
0,1-4x <sub>max</sub>		0,21-3·x <sub>max</sub>		2x <sub>max</sub>	حالة التحول

بالنسبة للألومنيوم:  $x_{max} = 0,025 mol \iff 0,1 - 4 \cdot x_{max} = 0$   
 وبالنسبة لثنائي الأوكسجين:  $x_{max} = 0,07 mol \iff 0,21 - 3 \cdot x_{max} = 0$   
 الألومنيوم هو المتفاعل المحد. هو الذي يختفي قبل ثنائي الأوكسجين.  
 إذن:  $x_{max} = 0,025 mol$

4] كميات مادة الأنواع الكيميائية المكونة للحالة النهائية :

$$n(Al) = 0,1 - 4 \cdot x_{max} = 0,1 - 4 \cdot (0,025) = 0$$

$$n(O_2) = 0,21 - 3 \cdot (0,025) = 0,125 mol$$

$$n(Al_2O_3) = 2 \cdot x_{max} = 2(0,025) = 0,05 mol.$$

كتل الأنواع الكيميائية المكونة للحالة النهائية :

$$m(Al) = n(Al) \cdot M(Al) = 0$$

$$n(O_2) = n(O_2) \cdot M(O_2) = 16g/mol \cdot 0,125 mol = 2g$$

$$M(Al_2O_3) = 2 \cdot (27) + 3 \cdot (16) = 102g/mol$$

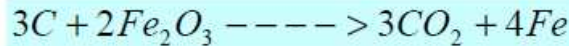
$$m(Al_2O_3) = M \cdot n = 102 \cdot 0,05 = 5,1g$$

$$n(O_2) = \frac{V(O_2)}{V_M}$$

حجم ثنائي الأوكسجين عند نهاية التفاعل:

$$V_{(O_2)} = n \cdot V_M = (0,125) \cdot 24 = 3L$$

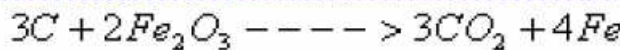
تصحیح تمرین الكيمياء رقم 5 :



1) معادلة الفاعل:

$$n(Fe) = \frac{m(Fe)}{M(Fe)} = \frac{56g}{56g/mol} = 1mol$$

(1) كمية مادة الحديد الناتجة عن التفاعل:



(ب)

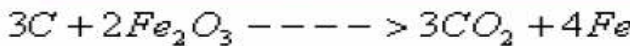
$$\begin{array}{cccc} n_o & n'o & 0 & 0 \\ n_o - 3x & n'o - 2x & 3x & 4x \end{array}$$

بما أننا نحصل عند نهاية التفاعل على 56g من الحديد ، فإن كمية مادة الحديد :  $n(Fe) = 1mol = 4x_{max}$

$$x_{max} = 0,25 mol \text{ : التقدّم الأقصى}$$

$$n(Fe_2O_3) = \frac{m(Fe_2O_3)}{M(Fe_2O_3)} = \frac{16g}{160g/mol} = 0,1 mol$$

(3)



$$\begin{array}{cccc} \text{بوفرة} & 0,1 & 0 & 0 \\ \text{بوفرة} & 0,1 - 2x & 3x & 4x \end{array}$$

$Fe_2O_3$  هو المتفاعل المحد .  $0,1 - 2x_{max} = 0$

$$x_{max} = 0,05 mol$$

ومنه:



وبالتالي تركيب الخليط عند نهاية التفاعل هو كما يلي :

$$\begin{array}{cccc} \text{بوفرة} & 0 & 0,15 & 0,2 \end{array}$$

تصحیح تمرین الكيمياء رقم 6 :

$$1 - \text{كمية مادة الألومنيوم البدئية} : n_o(Al) = \frac{m}{M(Al)} = \frac{0,1g}{27g/mol} = 3,7 \cdot 10^{-3} mol$$

$$2 - \text{كمية مادة الأيونات } H_3O^+ \text{ البدئية} : n_o(H_3O^+) = CV = 0,1 mol / L \cdot 0,150 L = 1,5 \cdot 10^{-2} mol$$

جدول التقدّم :

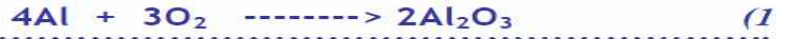
تم تحميل هذا الملف من موقع Talamid.com				6H <sub>2</sub> O
3,7.10 <sup>-3</sup>	1,5.10 <sup>-2</sup>	0	0	بوفرة
3,7.10 <sup>-3</sup> - 2x	1,5.10 <sup>-2</sup> - 6x	2x	3x	بوفرة
3,7.10 <sup>-3</sup> - 2x <sub>f</sub>	1,5.10 <sup>-2</sup> - 6x <sub>f</sub>	2x <sub>f</sub>	3x <sub>f</sub>	بوفرة

لأن المفاعل المحد هو الألومينيوم.  $x_{\max} = 1,85.m.mol$

$$[H_3O^+] = \frac{1,5 \cdot 10^{-2} - 6x_{\max}}{V} = 26 \cdot 10^{-3} mol/L \quad , \quad [Al^{3+}] = \frac{2x_{\max}}{V} = 2,47 \cdot 10^{-2} mol/L \quad - 3$$

الأيونات  $Cl^-$  غير نشيطة لم تتفاعل وبما أن حجم المحلول لم يتغير فإن تركيزها المولي الفعلي :  $[Cl^-] = 0,1 mol/L$ .

**تصحيح تمرين الكيمياء رقم 7 :**



(2) جدول تقدم التفاعل :

4Al + 3O <sub>2</sub> → 2Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub>		
n <sub>1</sub>	n <sub>2</sub>	0
n <sub>1</sub> -4x	n <sub>2</sub> -3x	2x

من خلال جدول التقدم لدينا:

• كمية مادة الأوكسجين المستهلك (أي المتفاعل) = 3x

• كمية مادة الألومينيوم المكون (أي الناتج عن التفاعل) = 2x

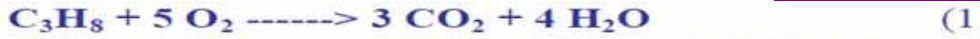
• 4x تمثل كمية مادة اوكسيد الألومينيوم المستهلك أو المختفي (أي المتفاعل).

أ) عندما تختفي 4mol من الألومينيوم لدينا: 4x = 4mol ومنه: x = 1mol

وبالتالي: كمية مادة ثنائي الأوكسجين المستهلك: n(O<sub>2</sub>) = 3x = 3.(1mol) = 3mol

وكمية مادة أو كسيد الألومونيوم المكون: n(Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub>) = 2.x = 2.(1mol) = 2mol

**تصحيح تمرين الكيمياء رقم 8 :**



(2) \* الحالة الأولى:

	C <sub>3</sub> H <sub>8</sub>	5O <sub>2</sub>	3CO <sub>2</sub>	4H <sub>2</sub> O
الحالة البدئية t=0	2 mol	7 mol	0	0
حالة التحول	2-x	7-5x	3 x	4 x
الحالة النهائية	2-x <sub>max</sub>	0	3x <sub>max</sub>	4x <sub>max</sub>

التقدم الأقصى يوافق الاختفاء الكلي للمتفاعل المحد.  $2-x_{\max} = 0 \rightarrow x_{\max} = 2 mol$

$7-5x_{\max} = 0 \rightarrow x_{\max} = 1,4 mol$

ومنه يتضح أن البروبان مستعمل بإفراط وبالتالي المتفاعل المحد هو الأوكسجين.

$x_{\max} = 1,4 mol$

	C <sub>3</sub> H <sub>8</sub>	5O <sub>2</sub>	3CO <sub>2</sub>	4H <sub>2</sub> O
الحالة النهائية	2-1,4 = 0,6 mol	0	3*1,4 = 4,2 mol	4*1,4 = 5,6 mol

نعطي التركيب النهائي للخليط في الجدول التالي:

\* الحالة الثانية:

	C <sub>3</sub> H <sub>8</sub>	5O <sub>2</sub>	3CO <sub>2</sub>	4H <sub>2</sub> O
الحالة البدئية t=0	1,5 mol	7,5 mol	0	0
حالة التحول	1,5-x	7,5-5x	3 x	4 x

$1,5-x_{\max} = 0 \rightarrow x_{\max} = 1,5 mol$

لنحدد التقدم الأقصى:

$7,5-5x_{\max} = 0 \rightarrow x_{\max} = 1,5 mol$

ومنه يتضح أن البروبان وثنائي الأوكسجين مستعملان بقيم ستوكيومترية، إذن هما متفاعلين محدين، يختفي كل منهما عند نهاية التفاعل.

	C <sub>3</sub> H <sub>8</sub>	5O <sub>2</sub>	3CO <sub>2</sub>	4H <sub>2</sub> O
الحالة انهائية	0	0	3.(1,5) = 4,5 mol	4.(1,5) = 6 mol

**تمرين الكيمياء رقم 9 :**

المعادلة				الحالة
$4Al$	$3O_2$	$2Al_2O_3$	التقدم ب:	
$n(Al) (mol)$	$n(O_2) (mol)$	$n(Al_2O_3)$	$(mol)$	
7	6	0	0	الحالة البدئية
$7-4x_1$	$6-3x_1$	$2x_1$	$x_1$	حالة التحول 1
5	4,5	1	$x_2 = 0,5$	حالة التحول 2
2	2,25	2,5	$x_3 = 1,25$	حالة التحول 3
0	0,75	3,5	$x_{max} = 1,75$	الحالة النهائية

تمرين الكيمياء رقم 10 :

$$n_{o(H_3O^+)} = c.V_S = 0,1l \times 100 \times 10^{-3} mol / L = 0,01 mol = 10 m.mol \quad (1)$$

$$n_o(CaCO_3) = \frac{m}{M} = \frac{2g}{100g/mol} = 0,02 mol = 20 m.mol$$

معادلة التفاعل					التقدم	الحالة
كميات المادة ب: mol						
$CaCO_3$	$+ 2H_3O^+$	$\rightarrow$	$Ca^{2+} + CO_2 + 3H_2O$		0	الحالة البدئية
20	10		0			عند اللحظة t
$20-x$	$10-2x$		$x$	$x$	$x$	بوفرة
$20-x_{max}$	$10-2x_{max}$		$x_{max}$	$x_{max}$	$x_{max}$	بوفرة

إذا اعتبرنا ان المتفاعل المحد هو  $CaCO_3$  لدينا  $x_{max} = 20 m.mol$  أي  $20 - x_{max} = 0 \Leftarrow$

و إذا اعتبرنا أن المتفاعل المحد هو  $H_3O^+$  لدينا  $x_{max} = 5 m.mol \Leftarrow 10 - 2x_{max} = 0 \Leftarrow$

التقدم الأقصى يوافق أصغر قيمة ل:  $x_{max}$ .

ومنه فإن المتفاعل المحد هو  $H_3O^+$

إذن:  $x_{max} = 5 m.mol$

(3) لدينا :

ومن خلال جدول التقدم لدينا :

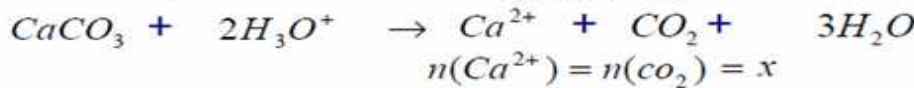
$$V_{(CO_2)} = \frac{x_{(t)} \cdot R \cdot T}{P} \quad \text{إذن:}$$

$$x = \frac{x_{max}}{2} = 2,5 \times 10^{-3} mol \quad (4)$$

وبذلك يمكننا تحديد حجم ثنائي اوكسيد الكربون :

$$V_{(CO_2)} = \frac{x \cdot R \cdot T}{P} = \frac{2,5 \times 10^{-3} mol \times 8,314 J \cdot mol^{-1} \cdot K^{-1} \times 293 K}{1013 \times 10^2 Pa} = 6 \times 10^{-5} m^3 = 60 m.L$$

لدينا من خلال المعادلة:



$$n(Ca^{2+}) = n(CO_2) = x$$

عند نهاية التفاعل ، لدينا ، من خلال جدول التقدم  $n(Ca^{2+}) = n(CO_2) = x_{max}$



$$n(Ca^{2+}) = n(CO_2) = x$$

لدينا من خلال المعادلة:

عند نهاية التفاعل ومن خلال جدول التقدم لدينا :

$$[Ca^{2+}] = \frac{n(Ca^{2+})}{V_S} = \frac{x_{max}}{V_S} = \frac{5 \times 10^{-3} mol}{0,1 L} = 0,05 mol / L$$