

**تمارين حول التركيز والمحاليل الإلكتروليتية**  
**الأولى بكالوريا علوم رياضية وتجريبية**  
**2007-2006**

**تمرين 1**

نعتبر ثلاث جزيئات : ثنائي أكسيد الكربون  $CO_2$  والأمونياك  $NH_3$  وكبريتور الهيدروجين  $H_2S$  .

- 1 - هل الروابط التساهمية في هذه الجزيئة مستقطبة .
- 2 - هل للجزيئات ميزة ثنائية قطبية ؟ علل إجابتك .
- 3 - فسر الذوبانية الضعيفة لثنائي أكسيد الكربون في الماء مقارنة مع ذوبانية الأمونياك وذوبانية كبريتور الهيدروجين .

**تمرين 2**

أثناء تجربة نافورة الماء تمت إذابة كمية من غاز كلورور الهيدروجين حجمها  $V = 250ml$  في حجم  $250ml$  من الماء

- 1 - أكتب معادلة ذوبان كلورور الهيدروجين في الماء .
- 2 - أحسب تركيز الأيونات  $H_{aq}^+$  و  $Cl_{aq}^-$  الموجودة في المحلول .

نعطي :  $V_m = 24l/mol$

**تمرين 3**

نقوم بمزج حجم  $V_1 = 50ml$  من محلول مائي لنترات النحاس II ذي تركيز  $C_1 = 0,25mol/l$  مع حجم

$V_2 = 100ml$  من محلول مائي لكلورور الصوديوم ذي تركيز  $C_2 = 0,10mol/l$  .

- 1 - أحسب التراكيز المولية الفعلية للأيونات المتواجدة في الخليط .
- 2 - تأكد أن المحلول المحصل عليه محايدا كهربائيا .

**تمرين 4**

كبريتات النحاس المميهة جسم صلب أبيض . عندما يتميه يصبح لونه أزرق . صيغته الكيميائية هي :  
 $CuSO_4(s), nH_2O$  ز نحضر محلولاً مائياً S حجمه  $V = 100ml$  بإذابة  $m = 10g$  من كبريتات النحاس II المميهة في الماء .

حدد قيمة  $n$  ، علما أن التركيز المولي الفعلي لأيونات النحاس في المحلول S هي :  $[Cu^{2+}] = 0,4mol/l$  .

**تمرين 5**

يتكون قرص دواء يستعمل لعلاج القرحة المعدية وذو كتلة إجمالية تساوي  $8,33g$  من المكونات التالية :

- $680mg$  من كربونات الكالسيوم
- $80mg$  من هيدروجينوكربونات المغنيزيوم .
- مواد محلية .
- 1 - أحسب كتلة المواد المحلية الموجودة في قرص الدواء .
- 2 - أعط صيغة كربونات الكالسيوم وهيدروجينوكربونات المغنيزيوم .
- 3 - نذيب قرصا في  $20cl$  من الماء المقطر . أكتب معادلتى ذوبان كربونات الكالسيوم وهيدروجينوكربونات المغنيزيوم في الماء .
- 4 - أحسب كميتي مادة كربونات الكالسيوم وهيدروجينوكربونات المغنيزيوم المستعملين .
- 5 - أحسب التراكيز المولية الفعلية لمختلف الأيونات الموجودة في المحلول المحصل عليه .

**تطبيقات لتتبع تحول كيميائي .**

**تمرين 1**

ننجز التفاعل الكيميائي بين  $11,2g$  من الحديد وغاز ثنائي الكلور الموجود في قنينة حجمها  $6l$  فنحصل على جسم صلب ، كلورور الحديد III صيغته الكيميائية  $FeCl_3$  .

- 1 - أكتب المعادلة الكيميائية لهذا التفاعل .
- 2 - حدد التقدم الأقصى للتفاعل والمتفاعل المحد .
- 3 - أعط حصيلة المادة عند نهاية التفاعل واستنتج كتلة أو حجم الجسم المستعمل بوفرة و كتلة كلورور الحديد III المتكون .
- 4 - إذا انطلقنا من خليط ستوكيومترى ، حدد كتلة الحديد الذي يمكن استعماله في حجم  $1l$  من غاز ثنائي الكلور .

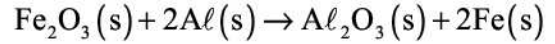
نعطي :

$$M(Fe) = 56g/mol; M(Cl) = 35,5g/mol$$

$$V_m = 24l/mol$$

## تمرين 2

من بين التقنيات المستعملة لتلحيم السكك الحديدية هناك تقنية تعتمد على تفاعلا كيميائيا ينتج عنه فلز الحديد ، وفق المعادلة التالية :



نتوفر على كمية بدئية من أوكسيد الحديد III كمية مادتها تساوي :  $n_1(\text{Fe}_2\text{O}_3) = 1,0\text{mol}$  .

- 1 - أحسب كمية مادة الألومينيوم اللازم استعمالها لكي يكون الخليط البدئي موافقا للمعاملات التناسبية .
- 2 - استنتج الكتلة الإجمالية البدئية للمتفاعلات .
- 3 - أنشئ الجدول الوصفي للتفاعل ، وحدد قيمة التقدم الأقصى  $x_{\max}$  .
- 4 - أحسب الكتلة الإجمالية النهائية للنواتج المحصل عليها . هل تغيرت كتلة المجموعة أثناء التحول ؟

## تمرين 3

نقوم بحرق كمية من تبين الحديد كتلتها  $m=0,5\text{g}$  في قنينة ذات حجم  $V = 500\text{ml}$  بها غاز ثنائي الكلور  $\text{Cl}_2$  تحت ضغط  $p_0 = 1,02 \cdot 10^5 \text{Pa}$  .

ينتج عن التفاعل دخان أشقر لكلورور الحديد III  $\text{FeCl}_3(\text{s})$  /

- 1 - أكتب معادلة التفاعل .
- 2 - نعتبر  $a_0$  و  $b_0$  كميتي مادتي  $\text{Fe}$  و  $\text{Cl}_2$  البدئيتين .
- أحسب  $a_0$  و  $b_0$  علما أن درجة الحرارة تساوي  $t = 20^\circ\text{C}$  .
- 3 - أنشئ الجدول الوصفي للتفاعل .
- 4 - أحسب التقدم الأقصى  $x_{\max}$  .
- 5 - استنتج الضغط النهائي  $p_f$  داخل القنينة عندما تأخذ درجة الحرارة قيمتها البدئية  $t = 20^\circ\text{C}$  .

## تمرين 4

لتعيين الصيغة الإجمالية لمركب هيدروكربوري  $\text{C}_x\text{H}_y$  نحرق  $0,14\text{g}$  من هذا المركب في كمية وافرة من ثنائي الأوكسجين الخالص .

علما أنه يتكون خلال هذا الاحتراق الماء وثنائي أوكسيد الكربون .

- 1 - أكتب المعادلة الكيميائية للتفاعل الحاصل معبرا عن المعاملات التناسبية بدلالة  $x$  و  $y$  .
- 2 - نحصل في الحالة النهائية على  $232\text{ml}$  من غاز ثنائي أوكسيد الكربون و  $0,217\text{g}$  من الماء . أحسب كمية مادة كل ناتج .

3 - أنشئ الجدول الوصفي للتفاعل واستنتج النسبة  $\frac{y}{x}$

- 4 - علما أن  $y$  عدد زوجي أصغر من 12 . أوجد جميع القيم الممكنة للعديدين  $x$  و  $y$  . واستنتج الصيغة الكيميائية للمركب الهيدروكربوري المدروس .
- نعطي :  $V_m = 24\ell/\text{mol}$  .

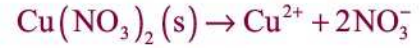
## تصحيح تمارين حول التركيز والمحاليل الإلكتروليتية .

### تمرين 3

1 — حساب التراكيز المولية الفعلية للأيونات المتواجدة في المحلول :

الأيونات المتواجدة في المحلول هي :  $\text{Cu}^{2+} + 2\text{NO}_3^-$  محلول نترات النحاس II ،  $\text{Na}^+ + \text{Cl}^-$  محلول كلورور الصوديوم كمية مادة الأيونات المتواجدة في كل محلول قبل مزج الخليطين :

معادلة ذوبان نترات النحاس II في الماء هي :



هذا الذوبان هو تفاعل تام أي أنه حسب الجدول الوصفي للتفاعل لدينا :

التقدم	$\text{Cu}(\text{NO}_3)_2(\text{s}) \rightarrow \text{Cu}^{2+} + 2\text{NO}_3^-$			
0	$n_0$	0	0	الحالة البدئية mol
x	$n_0 - x$	x	2x	الحالة النهائية mol
	0	$n_0$	$2n_0$	حصيلة المادة mol

$$n(\text{Cu}^{2+}) = C_1 V_1 = 0,25 \times 50.10^{-3} \text{ mol} = 12,5.10^{-3} \text{ mol}$$

$$n(\text{NO}_3^-) = 2n(\text{Cu}^{2+}) = 25.10^{-3} \text{ mol}$$

معادلة ذوبان كلورور الصوديوم في الماء لتعطي محلول مائي لكلورور الصوديوم



كمية مادة أيونات  $\text{Na}^+$  و  $\text{Cl}^-$  هي :

$$n(\text{Na}^+) = n(\text{Cl}^-) = C_2 V_2 = 10^{-2} \text{ mol}$$

تركيز الأيونات المتواجدة في الخليط بعد مزج المحلولين

$$V_T = V_1 + V_2 = 150 \text{ ml} \quad \text{حجم الخليط :}$$

\* تركيز أيونات  $\text{Cu}^{2+}$  :

$$[\text{Cu}^{2+}] = \frac{n(\text{Cu}^{2+})}{V_T} = \frac{12,5.10^{-3}}{150.10^{-3}} = 0,083 \text{ mol/l}$$

\* تركيز أيونات  $\text{NO}_3^-$  :

$$[\text{NO}_3^-] = \frac{n(\text{NO}_3^-)}{V_T} = \frac{2n(\text{Cu}^{2+})}{V_T} = 2[\text{Cu}^{2+}] = 0,167 \text{ mol/l}$$

تركيز أيونات  $\text{Cl}^-$

$$[\text{Cl}^-] = \frac{n(\text{Cl}^-)}{V_T} = \frac{n(\text{Na}^+)}{V_T} = \frac{10^{-2}}{150.10^{-3}} = [\text{Na}^+] = 0,067 \text{ mol/l}$$

2 — التأكد من حياد الخليط المحصل عليه :

في محلول مائي ، يكون محايدا كهربائيا إذا كانت كميات الشحنات الكهربائية الموجبة المحمولة من طرف الكاتيونات مساوية لكميات الشحنات السالبة المحمولة من طرف الأنيونات . أي أن :

$$n(\text{Na}^+) + 2n(\text{Cu}^{2+}) = n(\text{NO}_3^-) + n(\text{Cl}^-)$$

$$\frac{n(\text{Na}^+)}{V_T} + 2 \frac{n(\text{Cu}^{2+})}{V_T} = \frac{n(\text{NO}_3^-)}{V_T} + \frac{n(\text{Cl}^-)}{V_T}$$

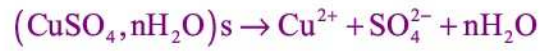
$$[\text{Na}^+] + 2[\text{Cu}^{2+}] = [\text{NO}_3^-] + [\text{Cl}^-]$$

$$0,067 \text{ mol/l} + 0,166 \text{ mol/l} = 0,167 \text{ mol/l} + 0,067 \text{ mol/l}$$

مما يؤكد أن الخليط محايدا كهربائيا .

#### تمرين 4

معادلة ذوبان كبريتات النحاس II المميهة في الماء :



الجدول الوصفي للتفاعل هو :

$(\text{CuSO}_4, n\text{H}_2\text{O})_s \rightarrow \text{Cu}^{2+} + \text{SO}_4^{2-} + n\text{H}_2\text{O}$				التقدم	
$n_0$	0	0	متب	0	الحالة البدئية mol
$n_0 - x$	x	x	متب	x	الحالة النهائية mol
0	$n_0$	$n_0$			حصة المادة mol

حساب  $n_0$  كمية مادة كبريتات النحاس II المميهة :

$$n_0 = \frac{m}{159,5 + 18n} \text{ أي أن } M = 159,5 + 18n \text{ بحيث أن } n_0 = \frac{m}{M}$$

$$[\text{Cu}^{2+}] = [\text{SO}_4^{2-}] = \frac{n_0}{V_T} = \frac{m}{(159,5 + 18n) \cdot V_T}$$

$$[\text{Cu}^{2+}] \cdot (159,5 + 18n) \cdot V_T = m$$

$$18[\text{Cu}^{2+}] \cdot 0V_T \cdot n = m - [\text{Cu}^{2+}] \cdot 159,5 \cdot V_T \quad \text{تركيز الأيونات المتواجدة في المحلول هي}$$

$$n = \frac{m - [\text{Cu}^{2+}] \cdot 159,5 \cdot V_T}{18[\text{Cu}^{2+}] \cdot V_T}$$

تطبيق عددي :  $n=5$

#### تمرين 5

1 — كتلة المواد المحلية الموجودة في قرص من الدواء :

نضع  $M=8,33\text{g}$  الكتلة الإجمالية للقرص و  $m_1 = 0,680\text{g}$  كتلة كربونات الكالسيوم و  $m_2 = 0,080\text{g}$  كتلة هيدروجينوكربونات المغنيزيوم .  $m$  كتلة المواد المحلية .

$$M = m_1 + m_2 + m \Rightarrow m = M - (m_1 + m_2) = 7,57\text{g}$$

2 — صيغة كربونات الكالسيوم  $\text{CaCO}_3$  لأن أيون الكربونات :  $\text{CO}_3^{2-}$  وأيون الكالسيوم  $\text{Ca}^{2+}$

صيغة هيدروجينوكربونات المغنيزيوم  $\text{Mg}(\text{HCO}_3)_2$  لأن أيون الهيدروجينوكربونات  $\text{HCO}_3^-$  وأيون المغنيزيوم  $\text{Mg}^{2+}$

3 — عند إذابة القرص في الماء ( $20\text{cl} = 20.10^{-2}\ell = 200\text{ml}$ )

معادلة ذوبان كربونات الكالسيوم في الماء :  $\text{CaCO}_3(\text{s}) \rightarrow \text{Ca}^{2+} + \text{CO}_3^{2-}$

معادلة ذوبان هيدروجينو كربونات المغنيزيوم في الماء :  $\text{Mg}(\text{HCO}_3)_2(\text{s}) \rightarrow \text{Mg}^{2+} + 2\text{HCO}_3^-$

4 — حساب كمية مادة كربونات الكالسيوم المستعملة :

$$n(\text{CaCO}_3) = \frac{m(\text{CaCO}_3)}{M(\text{CaCO}_3)} = 6,79.10^{-2}\text{ mol}$$

كمية مادة هيدروجينو كربونات المغنيزيوم :

$$n(\text{Mg}(\text{HCO}_3)_2) = \frac{m(\text{Mg}(\text{HCO}_3)_2)}{M(\text{Mg}(\text{HCO}_3)_2)} = 5,46.10^{-4}\text{ mol}$$

5 — حساب التراكيز الفعلية لمختلف الأيونات الموجودة في المحلول .

الأيونات الموجودة في المحلول هي :  $\text{Ca}^{2+}, \text{Mg}^{2+}, \text{CO}_3^{2-}, \text{HCO}_3^-$

حساب تركيز أيونات الكالسيوم :

$$[\text{Ca}^{2+}] = \frac{n(\text{Ca}^{2+})}{V} = \frac{n(\text{CaCO}_3)}{V}$$

$$[\text{Ca}^{2+}] = 0,034\text{mol} / \ell$$

حساب تركيز أيونات الكربونات:

$$[\text{CO}_3^{2-}] = \frac{n(\text{CO}_3^{2-})}{V} = \frac{n(\text{CaCO}_3)}{V} = [\text{Ca}^{2+}] = 0,034\text{mol} / \ell$$

حساب تركيز أيونات المغنيزيوم

$$[\text{Mg}^{2+}] = \frac{n(\text{Mg}^{2+})}{V} = \frac{n(\text{Mg}(\text{HNO}_3)_2)}{V} = 0,273.10^{-2}\text{mol} / \ell$$

$$[\text{HCO}_3^-] = \frac{n(\text{HCO}_3^-)}{V}$$

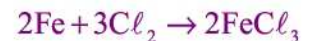
$$\frac{n(\text{HCO}_3^-)}{2} = n(\text{Mg}(\text{HCO}_3)_2) \Rightarrow n(\text{HCO}_3^-) = 2n(\text{Mg}(\text{HCO}_3)_2)$$

$$[\text{HCO}_3^-] = 2[\text{Mg}^{2+}] = 0,546.10^{-2}\text{mol} / \ell$$

## تطبيقات للتبع تحول كيميائي

### تمرين 1

1 — المعادلة الكيميائية للتفاعل :



2 — الجدول الوصفي للتفاعل :

$$n_0(\text{Fe}) = \frac{m}{M(\text{Fe})} = 0,2\text{mol} \text{ : حساب كمية المادة البدئية للحديد}$$

$$n_0(\text{Cl}_2) = \frac{V}{V_m} = 0,25\text{mol} \text{ : كمية المادة البدئية للكلور}$$

$2\text{Fe} + 3\text{Cl}_2 \rightarrow 2\text{FeCl}_3$	التقدم	
0,20      0,25      0	0	الحالة البدئية inol
$0,20-2x$ $0,25-3x$ $2x$	$x$	أثناء التفاعل
$0,20-2x_{\max}$ $0,25-3x_{\max}$ $2x_{\max}$	$x_{\max}$	حالة النهائية inol

3 — المتفاعل المحد : نفترض أ، المتفاعل المحد هو Fe :  $0,20 - 2x_{\max} = 0 \Rightarrow x_{\max} = 0,10 \text{ mol}$

نعوض في المعادلة  $0,25 - 0,3 < 0$  وبالتالي فالمتفاعل المحد هو ثنائي الكلور والتقدم الأقصى هو :

$$0,25 - 3x_{\max} = 0 \Rightarrow x_{\max} = 0,083 \text{ mol}$$

وبالتالي فحصول المادة هي :

$$n(\text{Fe}) = 0,033 \text{ mol}$$

$$n(\text{Cl}_2) = 0$$

$$n(\text{FeCl}_3) = 0,166 \text{ mol}$$

الجسم المستعمل بوفرة هو الحديد والكتلة المتبقية من هذا الجسم هي :

$$n(\text{Fe}) = \frac{m'}{M(\text{Fe})} \Rightarrow m' = n(\text{Fe}) \cdot M(\text{Fe}) = 1,85 \text{ g}$$

وكتلة كلورور الحديد III المتكون هي :

$$n(\text{FeCl}_3) = \frac{m''}{M(\text{FeCl}_3)} \Rightarrow m'' = n(\text{FeCl}_3) \cdot M(\text{FeCl}_3) = 26,97 \text{ g}$$

سؤال لإضافي : تأكد من انحفاظ الكتلة خلال هذا التفاعل .

4 — نطلق من خليط ستوكيومترى أي سيصبح الجدول الوصفي على الشكل التالي :

يكون الخليط ستوكيومترى إذا كانت كميات المادة البدئية للمتفاعلة متوفرة حسب المعاملات التناسبية للمتفاعلات في المعادلة . وتخفي المتفاعلات كليا عند نهاية التفاعل .

$2\text{Fe} + 3\text{Cl}_2 \rightarrow 2\text{FeCl}_3$	التقدم	
$n_0(\text{Fe})$ $n_0(\text{Cl}_2)$ 0	0	الحالة البدئية inol
$n_0(\text{Fe}) - 2x$ $n_0(\text{Cl}_2) - 3x$ $2x$	$x$	أثناء التفاعل
$n_0(\text{Fe}) - 2x_{\max}$ $n_0(\text{Cl}_2) - 3x_{\max}$ $2x_{\max}$	$x_{\max}$	حالة النهائية inol

من خلال الجدول الوصفي يتبين أن :

$$\frac{n_0(\text{Fe})}{2} = \frac{n_0(\text{Cl}_2)}{3} \Rightarrow n_0(\text{Fe}) = \frac{2}{3} n_0(\text{Cl}_2)$$

$$\frac{m}{M(\text{Fe})} = \frac{2}{3} \frac{v}{V_m} \Rightarrow m = \frac{2}{3} \frac{v \cdot M(\text{Fe})}{V_m} = 1,55 \text{ g}$$

## تمرين 2

1 — حساب كمية مادة الألومينيوم اللازم استعمالها لكي الخليط البدئي موافقا للمعاملات التناسبية :  
حسب معادلة التفاعل :

$$\frac{n_i(\text{Fe}_2\text{O}_3)}{1} = \frac{n_i(\text{Al})}{2} \Rightarrow n_i(\text{Al}) = 2n_i(\text{Fe}_2\text{O}_3)$$

$$n_i(\text{Al}) = 2,0\text{mol}$$

2 — الكتلة الإجمالية البدئية للمتفاعلات هي :

$$m_i = m_i(\text{Al}) + m_i(\text{Fe}_2\text{O}_3)$$

$$m_i = M(\text{Al}) \cdot n_i(\text{Al}) + M(\text{Fe}_2\text{O}_3) \cdot n_i(\text{Fe}_2\text{O}_3)$$

$$m_i = 54\text{g} + 159,6\text{g} = 213,6\text{g}$$

3 — الجدول الوصفي للتفاعل:

$\text{Fe}_2\text{O}_3(s) + 2\text{Al}(s) \rightarrow \text{Al}_2\text{O}_3(s) + 2\text{Fe}(s)$				التقدم	
1,0mol	2,0mol	0	0	0	الحالة البدئية
1-x	2-2x	x	2x	x	أثناء التفاعل
1-x <sub>max</sub>	2-2x <sub>max</sub>	x <sub>max</sub>	2x <sub>max</sub>	x <sub>max</sub>	لحالة النهائية
0	0	1mol	2mol	1mol	حصول المادة

الكتلة الإجمالية للناتج :

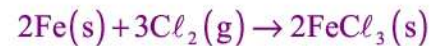
$$m_f = m_f(\text{Al}_2\text{O}_3) + m_f(\text{Fe})$$

$$m_f = M(\text{Al}_2\text{O}_3) \cdot n_f(\text{Al}_2\text{O}_3) + M(\text{Fe}) \cdot n_f(\text{Fe})$$

$$m_f = 102\text{g} + 111,6\text{g} = 213,6\text{g}$$

## تمرين 3

1 — معادلة التفاعل



2 — حساب كمية المادة البدئية للحديد  $a_0$  بحيث أن :

$$a_0 = \frac{m(\text{Fe})}{M(\text{Fe})} = 8,96 \cdot 10^{-3} \text{mol}$$

حساب كمية المادة البدئية لغاز الكلور :

نعتبر غاز الكلور كامل ونطبق علاقة الغازات الكاملة :

$$p_0 V_0 = b_0 R \cdot T \Rightarrow b_0 = \frac{p_0 V_0}{R \cdot T}$$

$$b_0 = 20,9 \cdot 10^{-3} \text{mol}$$

3 — الجدول الوصفي للتفاعل :

حساب التقدم الأقصى :  $9 - 2x_{\text{max}} = 0 \Rightarrow x_{\text{max}} = 4,5 \text{mmol}$

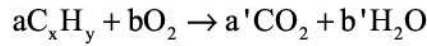
$2\text{Fe}(s) + 3\text{Cl}_2(g) \rightarrow 2\text{FeCl}_3(s)$	النقطة	
9mmol    20,9mmol    0	0	الحالة البدئية
$9-2x$ $20,9-3x$ $2x$	$x$	أثناء التفاعل
$9-2x_{\max}$ $20,9-3x_{\max}$ $2x_{\max}$	$x_{\max}$	الحالة النهائية
0    7,4mmol    9mmol	4,5mmol	حصول المادة

4 — الضغط النهائي عندما تأخذ درجة الحرارة قيمتها البدئية  $20^\circ\text{C}$

$$p_f V_i = n_f(\text{Cl}_2) RT_i \Rightarrow p_f = \frac{n_f(\text{Cl}_2) RT_i}{V_i} = \frac{7,4 \cdot 10^{-3} \cdot 8,314 \cdot 293}{500 \cdot 10^{-6}} = 36,05 \cdot 10^3 \text{ Pa}$$

**تمرين 4**

1 — معادلة التفاعل الحاصل



$$ax = a'$$

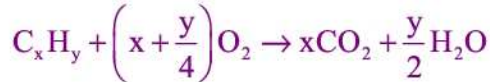
$$ay = 2b'$$

$$2b = 2a' + b'$$

$$a = 1 \Rightarrow a' = x$$

$$b' = \frac{y}{2}$$

$$b = x + \frac{y}{4}$$



2 — حساب كمية مادة كل ناتج :

كمية مادة غاز ثنائي أو أكسيد الكربون :

$$n_f(\text{CO}_2) = \frac{v}{V_m} = \frac{232 \cdot 10^{-3}}{24} = 9,66 \cdot 10^{-3} \text{ mol}$$

كمية مادة الماء :

$$n_f(\text{H}_2\text{O}) = \frac{m}{M} = \frac{0,217}{18} = 12 \cdot 10^{-3} \text{ mol}$$

3 — الجدول الوصفي للتفاعل :

حسب الجدول الوصفي للتفاعل لدينا :

$$x \cdot z_{\max} = 9,66 \cdot 10^{-3} \text{ mol}$$

$$\frac{y \cdot z_{\max}}{2} = 12 \cdot 10^{-3} \text{ mol}$$

$$\frac{2x}{y} = \frac{9,66}{12} \Rightarrow \frac{y}{x} = 2,5 \Rightarrow y = 2,5x$$



$C_xH_y$	+	$\left(x + \frac{y}{4}\right)O_2$	$\rightarrow$	$xCO_2$	+	$\frac{y}{2}H_2O$	التقدم	
$\frac{0,14}{12x+y}$		$n_i(O_2)$		0		0	0	الحالة البدئية
$\frac{0,14}{12x+y} - z$		$n_i(O_2) - z\left(x + \frac{y}{4}\right)$		$zx$		$\frac{yz}{2}$	$z$	أثناء التفاعل
$\frac{0,14}{12x+y} - z_{max}$		$n_i(O_2) - z_{max}\left(x + \frac{y}{4}\right)$		$xz_{max}$		$\frac{yz_{max}}{2}$	$z_{max}$	حالة النهائية
				9,66mmol		12mmol		

4 \_ لتحقيق الشرط التالي :  $y$  عدد زوجي أصغر من 12

$y = 2,5.x$  يجب أن تكون  $x = 4$  و  $y = 10$  وبالتالي فالصيغة الكيميائية للمركب  $C_xH_y$  هي  $C_4H_{10}$ .

## تمرين الكيمياء رقم 1 :

- ننجز احتراق 0,10 mol من برادة الحديد في حوطة تحتوي على 0,10 mol من ثنائي غاز الكلور  $Cl_2$ .
- 1- اكتب معادلة التفاعل الحاصل ووزنها .
  - 2- أنشئ جدول نغم التفاعل ثم استنتج المتفاعل المحد والتقدم الأقصى.
  - 3- أوجد كتلة كلورور الحديد III الناتج.

$$M(Fe) = 55,8g/mol \quad \text{و} \quad M(Cl) = 35,5g/mol$$

\*\*\*\*\*

## 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 البنئية لكل من الكربون والأوكسجين .
- 3- أنشئ جدول التقدم المعبر عن حالات المجموعة البنئية والوسطية والنهائية .
- 4- أوجد قيمة التقدم الأقصى وحدد المتفاعل المحد .
- 5- استنتج كتلة الكربون المتبقية وحجم ثنائي أوكسيد الكربون المتكون عند نهاية التفاعل .

$$M(C) = 12g/mol \quad \text{والحجم المولي} : V_M = 24L/mol$$

\*\*\*\*\*

## \* تمرين الكيمياء رقم 3 :

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

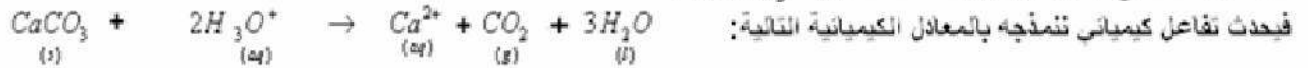
معطيات: الكتل المولية الذرية ب (g/mol) :  $M_C = 12$  ،  $M_O = 16$  ،  $M_H = 1$  ،  $M_{Ca} = 40$

$$d = \frac{M}{29}$$

كثافة غاز بالنسبة للهواء تعطى بالعلاقة التالية:

لدراسة هذا التفاعل نصب في حوطة 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 البنئية 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 البنئية
								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 حوطة 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 البنئية.

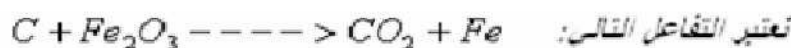
3) باستعمال جدول التقدم احسب التقدم الأقصى واستنتج المتفاعل المحد.

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

$$M(Al) = 27g/mol \quad \text{و} \quad M(O) = 16g/mol$$

\*\*\*\*\*

## تمرين الكيمياء رقم 5 :



1) وازن هذه المعادلة.

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

أوجد كمية مادة الحديد الناتجة عن التفاعل

ب) باستعمال جدول التقدم أوجد التقدم الأقصى لهذا 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 :

لضيف 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.

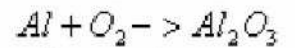
3) احسب تراكيز الأنواع الكيميائية المتواجدة في المحلول في الحالة النهائية.

نعطى :  $M(Al) = 27g/mol$  والحجم المولي :  $V_{3M} = 24L/mol$

\*\*\*\*\*

### 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.

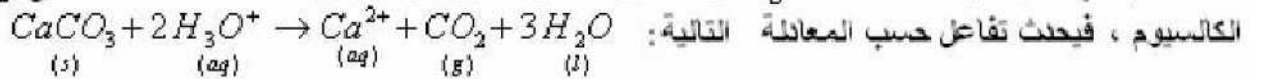
\* إذا كانت الحالة البدئية تتكون من 1,5mol من البروبان و 7,5mol من ثنائي الأوكسجين ، حدد الحالة النهائية.

### 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  $V_s = 100ml$  من محلول حمض الكلوريدريك تركيزه  $100m.mol/l$  على 2g من كربونات



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) أنشئ 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)

$$0,10-2x_{\max}=0 \Rightarrow x_{\max}=0,05\text{mol}$$

إذا كان Fe هو المحد

$$0,10-3x_{\max}=0 \Rightarrow x_{\max}=0,033\text{mol}$$

إذا كان Cl<sub>2</sub> هو المحد

$$x_{\max}=0,033\text{mol}$$

0,033mol < 0,05mol إذن Cl<sub>2</sub> هو المحدفي 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:**

$$n_o(C) = \frac{m(C)}{M(C)} = \frac{0,96\text{g}}{12} = 0,08\text{mol}$$

(2)-كمية مادة الكربون البدئية :

$$n_o(O_2) = \frac{v(O_2)}{V_M} = \frac{120\text{L}}{24\text{L/mol}} = 5\text{mol}$$
 كمية مادة الأوكسجين البدئية:

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.وحجم ثنائي أوكسيد الكربون المتكون  $V(\text{CO}_2) = 1,92\text{L}$ 

(5) - كتلة الكربون المتبقية منعدمة لأنه يستهلك كلياً .

**تصحيح تمرين الكيمياء رقم 3 :**

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

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-  $\text{Cl}^-$  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	
(mol) كميات المادة					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 :  $2,0 \cdot 10^{-2} - x_{\max} = 0 \iff x_{\max} = 2,0 \cdot 10^{-2}\text{mol}$ إذا كان H<sub>3</sub>O<sup>+</sup> هو المحد :  $10^{-2} - 2x_{\max} = 0 \iff x_{\max} = 5 \cdot 10^{-3}\text{mol}$ 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  $\text{Ca}^{2+}$  ،  $\text{Cl}^-$  ،  $\text{H}_3\text{O}^+$ 

$$[\text{H}_3\text{O}^+] = \frac{10^{-2} - 2x}{V} \quad , \quad [\text{Ca}^{2+}] = \frac{x}{V} \quad , \quad [\text{Cl}^-] = c \quad 2-4$$

تصحيح تمرين الكيمياء رقم 4 :  $n = m/M = 2/63 = 0,0317\text{mol}$  - 1-



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

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

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

4 كميات مادة الأنواع الكيميائية المكونة للحالة النهائية :

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

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

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

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:

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

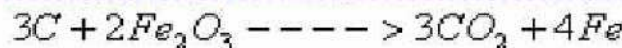
### تصحيح تمرين الكيمياء رقم 5 :



(1) معادلة الفاعل:

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

(1) كمية مادة الحديد الناتجة عن التفاعل:



(ب)

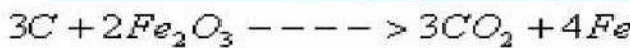
$$\begin{array}{cccc} n_o & n' & 0 & 0 \\ n_o - 3x & n' - 2x & 3x & 4x \end{array}$$

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

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

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

(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 :

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

### تصحيح تمرين الكيمياء رقم 6 :

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

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

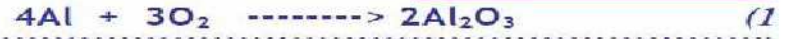
$2Al + 6H_3O^+ \rightarrow 2Al^{3+} + 3H_2 + 6H_2O$				
$3,7 \cdot 10^{-3}$	$1,5 \cdot 10^{-2}$	0	0	بوفرة
$3,7 \cdot 10^{-3} - 2x$	$1,5 \cdot 10^{-2} - 6x$	$2x$	$3x$	بوفرة
$3,7 \cdot 10^{-3} - 2x_f$	$1,5 \cdot 10^{-2} - 6x_f$	$2x_f$	$3x_f$	بوفرة

$x_{max} = 1,85 \text{ mol}$  لأن المتفاعل المحد هو الألومنيوم.

$$[H_3O^+] = \frac{1,5 \cdot 10^{-2} - 6x_{max}}{V} = 2610^{-3} \text{ mol/L} \quad , \quad [Al^{3+}] = \frac{2x_{max}}{V} = 2,47 \cdot 10^{-2} \text{ mol/L} \quad -3$$

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

**تصحيح تمرين الكيمياء رقم 7:**



(2) جدول تقدم التفاعل:

$4Al + 3O_2 \rightarrow 2Al_2O_3$		
$n_1$	$n_2$	0
$n_1 - 4x$	$n_2 - 3x$	$2x$

من خلال جدول التقدم لدينا:

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

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

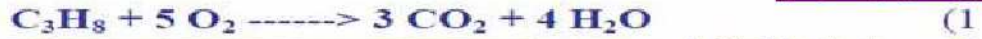
•  $4x$ : تمثل كمية مادة أوكسيد الألومنيوم المستهلك أو المختفي (أي المتفاعل).

أ) عندما تختفي  $4 \text{ mol}$  من الألومنيوم لدينا:  $4x = 4 \text{ mol}$  ومنه:  $x = 1 \text{ mol}$

وبالتالي: كمية مادة ثنائي الأوكسجين المستهلك:  $n(O_2) = 3x = 3 \cdot (1 \text{ mol}) = 3 \text{ mol}$

وكمية مادة أو كسيد الألومنيوم المكون:  $n(Al_2O_3) = 2 \cdot x = 2 \cdot (1 \text{ mol}) = 2 \text{ mol}$

**تصحيح تمرين الكيمياء رقم 8:**



(2) \* الحالة الأولى:

	$C_3H_8$	$5O_2$	$3CO_2$	$4H_2O$
الحالة البدئية $t=0$	2 mol	7 mol	0	0
حالة التحول	$2-x$	$7-5x$	$3x$	$4x$
الحالة النهائية	$2-x_{max}$	0	$3x_{max}$	$4x_{max}$

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

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

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

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

	$C_3H_8$	$5O_2$	$3CO_2$	$4H_2O$
الحالة النهائية	$2-1,4 = 0,6 \text{ mol}$	0	$3 \cdot 1,4 = 4,2 \text{ mol}$	$4 \cdot 1,4 = 5,6 \text{ mol}$

نعطي التركيب النهائي للخليط في الجدول التالي:

\* الحالة الثانية:

	$C_3H_8$	$5O_2$	$3CO_2$	$4H_2O$
الحالة البدئية $t=0$	1,5 mol	7,5 mol	0	0
حالة التحول	$1,5-x$	$7,5-5x$	$3x$	$4x$

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

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

لنحدد التقدم الأقصى:

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

	$C_3H_8$	$5O_2$	$3CO_2$	$4H_2O$
الحالة النهائية	0	0	$3 \cdot (1,5) = 4,5 \text{ mol}$	$4 \cdot (1,5) = 6 \text{ mol}$

**تمرين الكيمياء رقم 9:**

				المعادلة	
$4Al$	+	$3O_2$	$\rightarrow$	$2Al_2O_3$	
$n(Al) (mol)$		$n(O_2) (mol)$		$n(Al_2O_3)$	
			التقدم ب:	الحالة	
			$(mol)$		
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 :

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

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

(2)

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

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

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

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 :

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

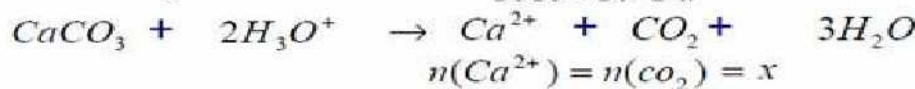
$$P \cdot V_{(CO_2)} = n_{(CO_2)} \cdot R \cdot T$$

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

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

لدينا من خلال المعادلة:



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

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

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