

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 حصيللة 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 .

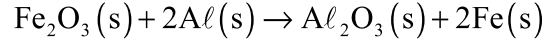
نعطي :

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

$$V_m = 24l/mol$$

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 تبن الحديد كتلتها $m=0,5\text{g}$ في قنينة ذات حجم $V = 500\text{ml}$ بها غاز ثنائي الكلور 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 Fe و 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 C_xH_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 232ml 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 : $V_m = 24\ell / \text{mol}$.

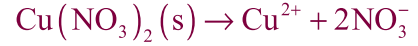
تصحيح تمارين حول التركيز والمحاليل الإلكترونية.

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 :

$\text{Cu}(\text{NO}_3)_2(\text{s}) \rightarrow \text{Cu}^{2+} + 2\text{NO}_3^-$			التقدم	
n_0	0	0	0	الحالة البدئية inol
$n_0 - x$	x	2x	x	الحالة النهائية inol
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 Na^+ و 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 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 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 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 :

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

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

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

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

كما يؤكد أن الخليط محايداً كهربائياً .

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	مُنِيب	0	الحالة البدئية mol
$n_0 - x$	x	x	مُنِيب	x	الحالة النهائية mol
0	n_0	n_0			حصيلة المادة mol

حساب n_0 كمية مادة كبريتات النحاس II المميهة :

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

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

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

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

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

تطبيق عددي : $n=5$

تمرين 5

1 — كتلة المواد الخلية 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 هيدروجينو كربونات المغنيزيوم . m كتلة المواد الخلية .

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

2 — صيغة كربونات الكالسيوم CaCO_3 لأن أيون الكربونات : CO_3^{2-} وأيون الكالسيوم Ca^{2+}

صيغة هيدروجينو كربونات المغنيزيوم $\text{Mg}(\text{HCO}_3)_2$ لأن أيون الهيدروجينو كربونات HCO_3^- وأيون المغنيزيوم 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 :

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

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

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

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 الحفاظ 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 mol
$n_0(\text{Fe}) - 2x$ $n_0(\text{Cl}_2) - 3x$ $2x$	x	أثناء التفاعل
$n_0(\text{Fe}) - 2x_{\max}$ $n_0(\text{Cl}_2) - 3x_{\max}$ $2x_{\max}$	x_{\max}	حالة النهائية mol

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 الألويمينوم 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 _{max}	2-2x _{max}	x _{max}	2x _{max}	x _{max}	الحالة النهائية
0	0	1mol	2mol	1mol	حصول المادة

الكتلة الإجمالية للناتج :

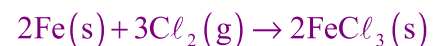
$$m_f = m_f(\text{Al}_2\text{O}_3) + m_f(\text{Fe})$$

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

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

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

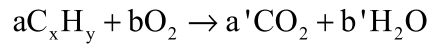
$2\text{Fe}(s) + 3\text{Cl}_2(g) \rightarrow 2\text{FeCl}_3(s)$	النقمة	
9mmol 20,9mmol 0	0	الحالة البدئية
$9-2x$ $20,9-3x$ $2x$	x	أثناء التفاعل
$9-2x_{\max}$ $20,9-3x_{\max}$ $2x_{\max}$	x_{\max}	الحالة النهائية
0 7,4mmol 9mmol	4,5mmol	حصول المادة

4 — الضغط النهائي عندما تأخذ درجة الحرارة قيمتها البدئية 20°C

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

تقرين 4

1 — معادلة التفاعل الحاصل



$$ax = a'$$

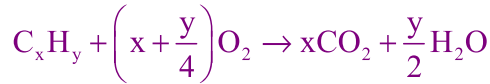
$$ay = 2b'$$

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

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

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

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



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	+	$\frac{y}{2}H_2O$	التنغم	
$\frac{0,14}{12x+y}$		$n_i(O_2)$		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}		$\frac{y \cdot z_{max}}{2}$	z_{max}	حالة النهائية
				9,66mmol		12mmol		

4 — لتحقيق الشرط التالي : y عدد زوجي أصغر من 12

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