

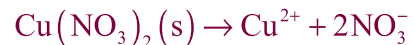
## تصحيح تمارين حول التركيز والمحاليل الإلكترونية.

### 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      | الحالة البدئية<br>mol  |
| $n_0 - x$  | x      | 2x     | الحالة النهائية<br>mol |
| 0  | $n_0$  | $2n_0$ | حصيلة المادة<br>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 :

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

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

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

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

كما يؤكد أن الخليط محايدًا كهربائيًا .

#### 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     | مُنْبِ | 0      | الحالة البدئية<br>mol  |
| $n_0 - x$  | x     | x     | مُنْبِ | x      | الحالة النهائية<br>mol |
| 0  | $n_0$ | $n_0$ |        |        | حصيلة المادة<br>mol    |

حساب  $n_0$  كمية مادة كبريتات النحاس II المميهة :

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

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

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

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

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

تطبيق عددي :  $n=5$

#### تمرين 5

1 — كتلة المواد 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 هيدروجينوكربونات 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  $\text{CaCO}_3$  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 (  $20\text{cl} = 20.10^{-2}\text{ l} = 200\text{ml}$  )

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

معادلة ذوبان هيدروجينوكربونات 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 هيدروجينوكربونات 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 :

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

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

حساب تركيز أيونات الكربونات:

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

حساب تركيز أيونات المغنيزيوم

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

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

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

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

## تطبيقات للتبع تحول كيميائي

### تمرين 1

1 — المعادلة الكيميائية للتفاعل :



2 — الجدول الوصفي للتفاعل :

$$n_0(\text{Fe}) = \frac{m}{M(\text{Fe})} = 0,2\text{mol}$$

حساب كمية المادة البدئية للحديد :

$$n_0(\text{Cl}_2) = \frac{V}{V_m} = 0,25\text{mol}$$

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<br>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<br>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 — ننتقل 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<br>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<br>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 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 :

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

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

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

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 :

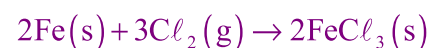
$$m_f = m_f(\text{Al}_2\text{O}_3) + m_f(\text{Fe})$$

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

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

## تمرين 3

1 — معادلة التفاعل



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

$$a_0 = \frac{m(\text{Fe})}{M(\text{Fe})} = 8,96.10^{-3}\text{mol}$$

حساب كمية المادة البدئية لغاز الكلور :

نعتبر غاز الكلور كامل ونطبق علاقة الغازات الكاملة :

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

$$b_0 = 20,9.10^{-3}\text{mol}$$

3 — الجدول الوصفي للتفاعل :

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

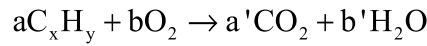
| $2\text{Fe}(s) + 3\text{Cl}_2(g) \rightarrow 2\text{FeCl}_3(s)$ |                  |             | النقمة     |                 |
|---|------------------|-------------|------------|-----------------|
| 9mmol   | 20,9mmol         | 0           | 0          | الحالة البدئية  |
| $9-2x$  | $20,9-3x$ 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

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

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

**قربان 4**

1 — معادلة التفاعل الحاصل



$$ax = a'$$

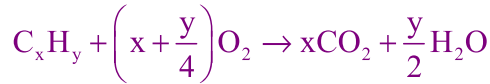
$$ay = 2b'$$

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

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

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

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



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 :

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

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

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

|                                |   |  |               |            |   |                             |           |                |
|--------------------------------|---|--|---------------|------------|---|-----------------------------|-----------|----------------|
| $C_xH_y$                       | + | $\left(x + \frac{y}{4}\right)O_2$                | $\rightarrow$ | $xCO_2$    | + | $\frac{y}{2}H_2O$           | النفخ     |                |
| $\frac{0,14}{12x+y}$           |   | $n_i(O_2)$                                       |               | 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  $C_4H_{10}$ .