

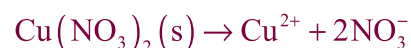
تصحيح تمارين حول التركيز والمخاليل الإلكتروليتية .

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

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

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

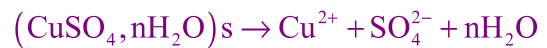
$$[\text{Na}^+] + 2[\text{Cu}^{2+}] = [\text{NO}_3^-] + [\text{Cl}^-]$$

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

مما يؤكد أن الخليط محايداً كهربائياً .

تمرين 4

معادلة ذوبان كبريتات النحاس II المميهة في الماء :



الجدول الوصفي للتفاعل هو :

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

حساب n₀ كمية مادة كبريتات النحاس II المميهة :

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

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

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

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

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

تطبيق عددي : n=5

تمرين 5

1 — كتلة المواد 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 CaCO_3 لأن أيون الكربونات : CO_3^{2-} وأيون الكالسيوم Ca^{2+}

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

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

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

حساب تركيز أيونات الكربونات:

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

حساب تركيز أيونات المغنيزيوم

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

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

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

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

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 mol
$0,20-2x$ $0,25-3x$ $2x$	x	أثناء التفاعل
$0,20-2x_{\max}$ $0,25-3x_{\max}$ $2x_{\max}$	$x_{\max}$	الحالة 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 — 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 . وتختفي 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
$n_0(\text{Fe}) - 2x_{\max}$ $n_0(\text{Cl}_2) - 3x_{\max}$ $2x_{\max}$	$x_{\max}$	الحالة 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 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 :

النقمة				
$\text{Fe}_2\text{O}_3(s) + 2\text{Al}(s) \rightarrow \text{Al}_2\text{O}_3(s) + 2\text{Fe}(s)$				
1,0mol	2,0mol	0	0	0
1-x	2-2x	x	2x	x
1-x _{max}	2-2x _{max}	x _{max}	2x _{max}	x _{max}
0	0	1mol	2mol	1mol

الكتلة الإجمالية للنواتج :

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

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

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

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

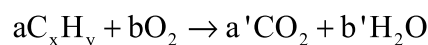
$2\text{Fe}(s) + 3\text{Cl}_2(g) \rightarrow 2\text{FeCl}_3(s)$			النقمة	
9mmol	20,9mmol	0	0	الحالة البدئية
$9-2x$	$20,9-3x$	$2x$	x	أثناء التفاعل
$9-2x_{\max}$	$20,9-3x_{\max}$	$2x_{\max}$	$x_{\max}$	الحالة النهائية
0	7,4mmol	9mmol	4,5mmol	حصول المادة

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

$$p_f V_i = n_f (Cl_2) RT_i \Rightarrow p_f = \frac{n_f (Cl_2) RT_i}{V_i} = \frac{7,4 \cdot 10^{-3} \cdot 8,314 \cdot 293}{500 \cdot 10^{-6}} = 36,05 \cdot 10^3 \text{ Pa}$$

تقرين 4

1 — معادلة التفاعل الحاصل



$$ax = a'$$

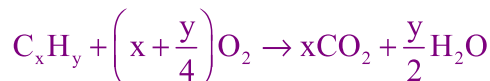
$$ay = 2b'$$

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

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

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

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



2 — حساب كمية مادة كل ناتج :

كمية مادة غاز ثنائي أكسيد الكربون :

$$n_f(CO_2) = \frac{v}{V_m} = \frac{232 \cdot 10^{-3}}{24} = 9,66 \cdot 10^{-3} \text{ mol}$$

كمية مادة الماء :

$$n_f(H_2O) = \frac{m}{M} = \frac{0,217}{18} = 12 \cdot 10^{-3} \text{ mol}$$

3 — الجدول الوصفي للتفاعل :

حسب الجدول الوصفي للتفاعل لدينا :

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

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

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

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

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} .