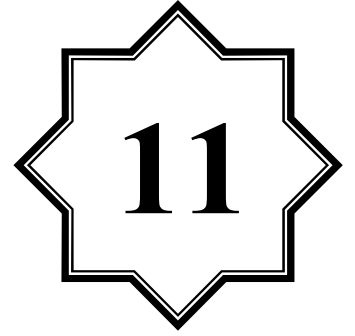


# تمارين محلولة



المادة و تحولاتها

المقاربة الكمية لتفاعل كيميائي

الشعبة : جذع مشترك  
علوم و تكنولوجيا

\*\*\*\*\*

[www.sites.google.com/site/faresfergani](http://www.sites.google.com/site/faresfergani)

تاريخ آخر تحديث : 2013/03/22

## التمرين (1) :

1- أكتب معادلات التفاعلات الكيميائية التالية :

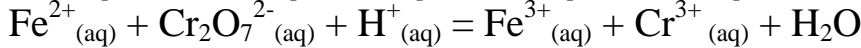
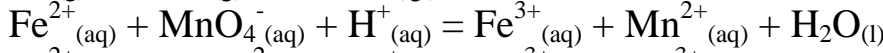
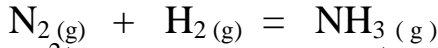
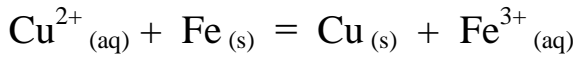
أ- الإحترق التام للإيثان  $CH_4$  بغاز ثنائي الأوكسجين  $O_2$  ينتج ثنائي أكسيد الكربون  $CO_2$  و ماء  $H_2O$  .

ب- الماء الأوكسجيني  $H_2O_2$  يتحلل إلى ماء  $H_2O$  و غاز ثنائي الأوكسجين  $O_2$  .

ج- تسخين كربونات الكالسيوم  $CaCO_3$  الصلب ينتج أكسيد الكالسيوم  $CaO$  و ثنائي أكسيد الكربون  $CO_2$  .

د- وضع قطعة من الزنك الصلب  $Zn$  داخل وعاء يحتوي على محلول كلور الهيدروجين  $(H^+ + Cl^-)$  يحدث تفاعل بين الزنك  $Zn$  و شوارد الهيدروجين  $H^+$  لينتج غاز ثنائي الهيدروجين  $H_2$  و شوارد الزنك  $Zn^{2+}$  .

2- أكمل المعادلة الكيميائية التالية :



3- حمض الكبريت النقي نوع كيميائي صيغته الجزيئية  $H_2SO_4$  و صيغته الشارديّة  $(2H_3O^+_{(aq)} + SO_4^{2-}_{(aq)})$  .

نحضر محلول (A) لحمض الكبريت بحل كمية من حمض الكبريت النقي كتلتها  $m = 1.96$  g في  $100$  mL من الماء المقطر .

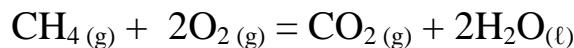
أ- أحسب التركيز المولي للمحلول الناتج ، ثم استنتج تركيز المحلول الناتج بالشوارد  $SO_4^{2-}$  ،  $H_3O^+$  .

يعطى :  $M(S) = 32$  g/mol ،  $M(O) = 16$  g/mol ،  $M(H) = 1$  g/mol .

## الحل :

1- كتابة المعادلات :

أ- الإحترق التام للميثان :

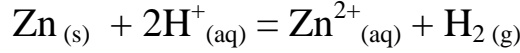


ب- تحلل الماء الأوكسجيني :

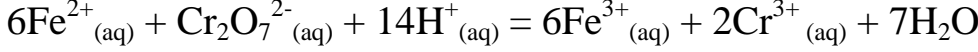
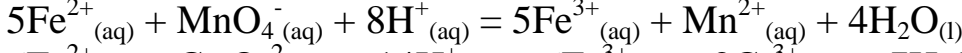
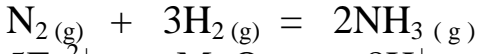
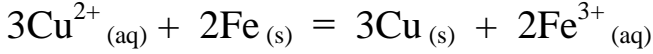


ج- تسخين كربونات الكالسيوم :



د- تفاعل Zn مع H<sup>+</sup> :

2- إكمال المعادلات :



3- أ- التركيز المولي للمحلول الناتج :

$$C = \frac{n_0(\text{H}_2\text{SO}_4)}{V} = \frac{m}{M \cdot V}$$

$$M = M(\text{H}_2\text{SO}_4) = 2 \times 32 + (4 \times 16) = 98 \text{ g/mol}$$

$$C = \frac{1.96}{98 \cdot 0.1} = 0.2 \text{ mol/L}$$

ب- التركيز المولي للمحلول الناتج بالشوارد H<sub>3</sub>O<sup>+</sup> ، SO<sub>4</sub><sup>2-</sup> من صيغة المحلول (2H<sub>3</sub>O<sup>+</sup> + SO<sub>4</sub><sup>2-</sup>) يكون :

$$[\text{H}_3\text{O}^+] = 2C = 2 \cdot 0.2 = 0.4 \text{ mol/L}$$

$$[\text{SO}_4^{2-}] = C = 0.2 = 0.2 \text{ mol/L}$$

**التمرين (2) :** ( امتحان الثلاثي الثالث – 2006/2005 )

نسخن سلكا من الحديد Fe حتى الإحمرار ، ثم ندخله بسرعة داخل قارورة تحتوي على غاز الكلور Cl<sub>2</sub> ، نلاحظ تشكل دخان يميز كلور الحديد الثلاثي FeCl<sub>3</sub> .

1- أكتب معادلة التفاعل الكيميائي المنمذج لهذا التحول الكيميائي .

2- نعتبر الجملة الكيميائية تتكون في الحالة الابتدائية من 44.8 g من الحديد ، و 20.16 L من غاز الكلور Cl<sub>2</sub> مقاس في الشرطين النظاميين .

أ- أحسب عدد مولات كل من الحديد و غاز الكلور في الحالة الابتدائية .

ب- بين إن كان هذا التحول الكيميائي في الشرط الستوكيومترية أم لا .

ج- مثل جدول تقدم التفاعل لهذا التحول الكيميائي ، ثم عين التقدم النهائي و و المتفاعل المحد إن وجد .

3- ما هي الأنواع الكيميائية المتواجد في الجملة الكيميائية عند نهاية التفاعل . أحسب كتلتها .

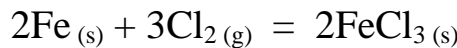
4- مثل البيانين n(Cl<sub>2</sub>) = f<sub>2</sub>(x) ، n(Fe) = f<sub>1</sub>(x) .

5- نعتبر الآن الجملة تتكون في الحالة الابتدائية (t = 0) من 0.2 mol من الحديد ، و n mol من غاز الكلور . عين قيمة n حتى يكون التفاعل في الشروط الستوكيومترية .

يعطى : M(Cl) = 35.5 g/mol ، M(Fe) = 56 g/mol .

**الحل :**

1- معادلة التفاعل :



2- أ- عدد مولات Fe ، Cl<sub>2</sub> في الحالة الابتدائية :

$$n_0(\text{Fe}) = \frac{m}{M} = \frac{44.8}{56} = 0.8 \text{ mol}$$

$$n_0(\text{Cl}_2) = \frac{V(\text{Cl}_2)}{V_M} = \frac{20.16}{22.4} = 0.9 \text{ mol}$$

ب- إثبات أن التحول في الشروط الستوكيومترية أم لا :

يكون التحول الكيميائي المنمذج بالمعادلة السابقة في الشروط الستوكيومترية إذا تحقق :

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

مما سبق :

$$\bullet n_0(\text{Fe}) = 0.8 \text{ mol} \rightarrow \frac{n_0(\text{Fe})}{2} = 0.4 \text{ mol}$$

$$\bullet n_0(\text{Cl}_2) = 0.9 \text{ mol} \rightarrow \frac{n_0(\text{Cl}_2)}{3} = 0.3 \text{ mol}$$

نلاحظ :  $\frac{n_0(\text{Fe})}{2} \neq \frac{n_0(\text{Cl}_2)}{3}$  ، إذن التفاعل المنمذج بالمعادلة السابقة ليس في الشروط الستوكيومترية .

ج- جدول التقدم :

حالة الجملة	التقدم	2Fe <sub>(s)</sub> + 3Cl <sub>2(g)</sub> = 2FeCl <sub>3</sub>		
ابتدائية	x = 0	0.8	0.9	0
انتقالية	x	0.8 - 2x	0.9 - 3x	2x
نهائية	x <sub>f</sub>	0.8 - 2x <sub>f</sub>	0.9 - 3x <sub>f</sub>	2x <sub>f</sub>

• التقدم النهائي :

- إذا اختفى Fe كلياً :

$$0.8 - 2x = 0 \rightarrow x = 0.4 \text{ mol}$$

- إذا اختفى Cl<sub>2</sub> كلياً :

$$0.9 - 3x = 0 \rightarrow x = 0.3 \text{ mol}$$

إذن  $x_{\text{max}} = x_f = 0.3 \text{ mol}$  و المتفاعل المحد هو Cl<sub>2</sub> .

3- الأنواع الكيميائية المتواجدة في الجملة و كتلتها :

الأنواع الكيميائية :

▪ كلور الحديد الثلاثي FeCl<sub>3</sub> ناتج .

▪ الحديد المتبقي من التفاعل .

الكتل :

▪ من جدول التقدم عدد مولات كلور الحديد الثلاثي الناتج في نهاية التفاعل هو :  $2x_f$  ( FeCl<sub>3</sub> ) ومنه :

$$n_f(\text{FeCl}_3) = 2 \cdot 0.3 = 0.6 \text{ mol}$$

$$n_f(\text{FeCl}_3) = \frac{m_f(\text{FeCl}_3)}{M} \rightarrow m_f(\text{FeCl}_3) = n_f(\text{FeCl}_3) \cdot M(\text{FeCl}_3)$$

$$M(\text{FeCl}_3) = 25 + (3 \cdot 35.5) = 162.5 \text{ g/mol}$$

$$m_f(\text{FeCl}_3) = 0.6 \cdot 162.5 = 97.5 \text{ g}$$

من جدول التقدم أيضا يكون عدد مولات الحديد الناتج في نهاية التفاعل هو :  $n_f(\text{Fe}) = 0.8 - 2x_f$  ومنه :

$$n_f(\text{Fe}) = 0.8 - (2 \cdot 0.3) = 0.2 \text{ mol}$$

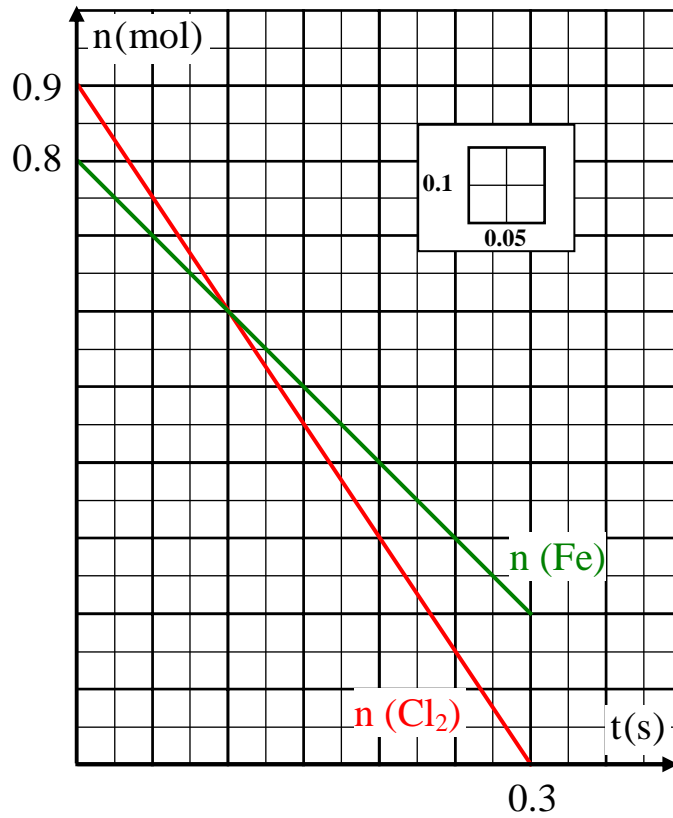
$$n_f(\text{Fe}) = \frac{m_f(\text{Fe})}{M} \rightarrow m_f(\text{Fe}) = n_f(\text{Fe}) \cdot M(\text{Fe})$$

$$m_f(\text{Fe}) = 0.2 \cdot 56 = 11.2 \text{ g}$$

4- البيانات  $n = f(x)$  :

من جدول التقدم :  $n(\text{Fe}) = 0.8 - 2x$  ،  $n(\text{Cl}_2) = 0.3 - 3x$  ومنه يكون الجدول :

x (mol)	0	0.1	0.2	0.3
n(Fe) mol	0.8	0.6	0.4	0.2
n(Cl <sub>2</sub> ) mol	0.9	0.6	0.3	0



5- قيمة n حتى يكون التفاعل في الشروط الستوكيومترية :

حالة الجملة	التقدم	$2\text{Fe}_{(s)} + 3\text{Cl}_{2(g)} = 2\text{FeCl}_3$		
ابتدائية	$x = 0$	0.2	n	0
انتقالية	x	$0.8 - 2x$	$n - 3x$	$2x$
نهائية	$x_f$	$0.8 - 2x_f$	$n - 3x_f$	$2x_f$

التفاعل في الشروط الستوكيومترية لذا يكون :

$$0.2 - 2x_f = 0 \dots\dots\dots (1)$$

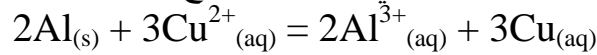
$$n - 3 x_f = 0 \dots\dots\dots (2)$$

من العلاقة (1) :  $x_f = 0.1 \text{ mol}$  بالتعويض في العلاقة (2) :

$$n = 3x_f \rightarrow n = 3 \cdot 0.1 = 0.3 \text{ mol}$$

### التمرين (3) : ( امتحان الثلاثي الثالث - 2007/2006 )

لدينا محلول من كبريتات النحاس ( $\text{Cu}^{2+}_{(aq)} + \text{SO}_4^{2-}$ ) ذو اللون الأزرق حجمه 600 mL ، تركيزه المولي  $C = 0.6 \text{ mol/L}$  ، أدخلنا فيه صفيحة من الألمنيوم كتلتها  $m = 13.5 \text{ g}$  . نلاحظ حدوث تحول كيميائي مرفوق باختفاء كلي للون الأزرق . التحول الكيميائي الحادث منمذج بالمعادلة :



- 1- على ماذا يدل اختفاء اللون الأزرق .
- 2- أنشئ جدول التقدم لهذا التفاعل .
- 3- أوجد مقدار التقدم النهائي  $x_f$  محدد المتفاعل المحد .
- 4- اعتمادا على جدول التقدم أوجد في نهاية التفاعل :
  - أ- كتلة النحاس المترسبة .
  - ب- كتلة الألمنيوم المتبقية .
  - ج- كتلة الألمنيوم المتفاعلة .
  - د- تركيز المحلول الناتج بالشوارد  $\text{Al}^{3+}$  .
- 5- عند ترشيح المحلول الناتج و تبخيره نحصل على نوع كيميائي . ما إسمه و ما هي صيغته الجزيئية (الإحصائية) يعطى : ،  $M(\text{Cu}) = 63.5 \text{ g/mol}$  ،  $M(\text{Al}) = 27 \text{ g/mol}$  .

### الحل :

- 1- يدل اختفاء اللون الأزرق على اختفاء كلي لشوارد النحاس  $\text{Cu}^{2+}$  (أصل هذا اللون) .
- 2- جدول التقدم :

حالة الجملة	التقدم	$2\text{Al}_{(s)} + 3\text{Cu}^{2+}_{(aq)} = 2\text{Al}_{(s)} + 3\text{Cu}_{(s)}$			
ابتدائية	$x = 0$	0.5	0.36	0	0
انتقالية	$x$	$0.5 - 2x$	$0.36 - 3x$	$2x$	$3x$
نهائية	$x_f$	$0.58 - 2x_f$	$0.36 - 3x_f$	$2x_f$	$3x_f$

$$n_0(\text{Cu}^{2+}) = [\text{Cu}^{2+}]V = CV = 0.6 \cdot 0.6 = 0.6 \text{ mol}$$

$$n_0(\text{Al}) = \frac{m(\text{Al})}{M} = \frac{13.5}{27} = 0.5 \text{ mol}$$

- 3- مقدار التقدم النهائي و المتفاعل المحد :
- إذا اختفى Al كليا :

$$0.5 - 2x = 0 \rightarrow x = 0.25$$

- إذا اختفى  $\text{Cu}^{2+}$  كليا :

$$0.36 - 3x = 0 \rightarrow x = 0.12 \text{ mol}$$

إذن  $x_{\text{max}} = x_f = 0.12 \text{ mol}$  و المتفاعل المحد هو  $\text{Cu}^{2+}$  .

4- أ- كتلة النحاس المترسبة :

من جدول التقدم عدد مولات النحاس المترسبة في نهاية التفاعل هي :  $n_f(\text{Cu}) = 3x_f$  ومنه :

$$n_f(\text{Cu}) = 3 \cdot 0.12 = 0.36 \text{ mol}$$

$$n_f(\text{Cu}) = \frac{m_f(\text{Cu})}{M} \rightarrow m_f(\text{Cu}) = n_f(\text{Cu}) \cdot M(\text{Cu})$$

$$m_f(\text{Cu}) = 0.36 \cdot 63.5 = 22.86 \text{ g}$$

ب- كتلة الألمنيوم المتبقية :

من جدول التقدم عدد مولات الألمنيوم المتبقية في نهاية التفاعل هو :  $n_f(\text{Al}) = 0.5 - 2x_f$  ومنه :

$$n_f(\text{Al}) = 0.5 - (2 \cdot 0.12) = 0.26 \text{ mol}$$

$$n_f(\text{Al}) = \frac{m_f(\text{Al})}{M} \rightarrow m_f(\text{Al}) = n_f(\text{Al}) \cdot M(\text{Al})$$

$$m_f(\text{Al}) = 0.26 \cdot 27 = 7.02 \text{ g}$$

ج- كتلة الألمنيوم المتفاعلة :

من جدول التقدم عدد مولات الألمنيوم المتفاعلة في نهاية التفاعل هو :  $n_f(\text{Al}) = 2x_f$  ومنه :

$$n_f(\text{Al}) = 2 \cdot 0.12 = 0.24 \text{ mol}$$

$$n_f(\text{Al}) = \frac{m_f(\text{Al})}{M} \rightarrow m_f(\text{Al}) = n_f(\text{Al}) \cdot M(\text{Al})$$

$$m_f(\text{Al}) = 0.24 \cdot 27 = 6.48 \text{ g}$$

د- تركيز المحلول الناتج بالشوارد  $[\text{Al}^{3+}]_f$  في نهاية التفاعل :

$$[\text{Al}^{3+}]_f = \frac{n_f(\text{Al}^{3+})}{V} \quad (V = 600 \text{ mL} = 0.6 \text{ L})$$

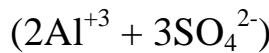
من جدول التقدم عدد مولات شوارد الألمنيوم المتشكلة عند نهاية التفاعل هي :  $n_f(\text{Al}^{3+}) = 2x_f$  ومنه :

$$n_f(\text{Al}) = 2 \cdot 0.12 = 0.24 \text{ mol}$$

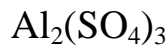
بالتعويض في عبارة  $[\text{Al}^{3+}]_f$  نجد :

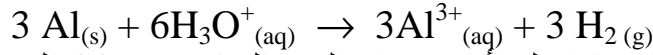
$$[\text{Al}^{3+}]_f = \frac{0.24}{0.6} = 0.4 \text{ mol/L}$$

هـ- اسم و صيغة المحلول الناتج :

المحلول الناتج يحتوي على شوارد الألمنيوم  $\text{Al}^{3+}$  الناتجة عن التفاعل و شوارد الكبريت  $\text{SO}_4^{2-}$  التي لم تدخل في التفاعل و عليه اسم المحلول الناتج هو كبريتات الألمنيوم صيغته الشاردية :

و صيغته الإحصائية :

**التمرين (4) :** ( امتحان الثلاثي الثالث - 2007/2006 )نضع قطعة من الألمنيوم  $\text{Al}$  كتلتها  $m = 40.5 \text{ g}$  في  $600 \text{ mL}$  من محلول حمض الكبريت  $(2\text{H}_3\text{O}^+_{(\text{aq})} + \text{S}_2\text{O}_4^{2-})$  تركيزه المولي  $(C = 2 \text{ mol/L})$  ، نلاحظ حدوث تحول كيميائي مصحوب بانطلاق غاز الهيدروجين  $\text{H}_2$  يمكن نمذجته بمعادلة التفاعل الكيميائي التالية :



1- مثل جدول تقدم التفاعل ، و اعتمادا عليه أوجد مقدار التقدم النهائي  $x_f$  و كذا المتفاعل المحد إن وجد .

2- في الشرطين النظاميين أوجد عند نهاية التفاعل حجم غاز كلور الهيدروجين  $\text{H}_2$  المنطلق ، و اذكر كيفية على هذا الغاز .

3- زمن نصف التفاعل الذي يرمز له بـ  $t_{1/2}$  هو الزمن الذي يكون فيه تقدم التفاعل مساوي لنصف التقدم النهائي أي :

$$t = t_{1/2} \rightarrow x_{1/2} = \frac{x_{\max}}{2}$$

أوجد حجم غاز الهيدروجين المنطلق عن زمن نصف التفاعل .

يعطى :  $M(\text{Al}) = 27 \text{ g/mol}$  .

### الـحل :

1- جدول التقدم :

حالة الجملة	التقدم	$3\text{Al}_{(s)} + 6\text{H}_3\text{O}^+_{(aq)} = 3\text{Al}^{3+}_{(aq)} + 3\text{H}_2(g)$			
ابتدائية	$x = 0$	1.5	2.4	0	0
انتقالية	$x$	$1.5 - 3x$	$2.4 - 6x$	$3x$	$3x$
نهائية	$x_f$	$1.5 - 3x_f$	$2.4 - 6x_f$	$3x_f$	$3x_f$

$$n_0(\text{Al}) = \frac{m(\text{Al})}{M(\text{Al})} = \frac{40.5}{27} = 1.5 \text{ mol}$$

$$n_0(\text{H}_3\text{O}^+) = [\text{H}_3\text{O}^+]V = 2CV = 2 \cdot 2 \cdot 0.6 = 2.4 \text{ mol}$$

● التقدم النهائي و المتفاعل المحد :

- إذا اختفى Al كليا :

$$1.5 - 3x = 0 \rightarrow x = 0.5 \text{ mol}$$

- إذا اختفى  $\text{H}_3\text{O}^+$  كليا :

$$2.4 - 6x = 0 \rightarrow x = 0.4 \text{ mol}$$

إذن  $x_{\max} = x_f = 0.4 \text{ mol}$  و المتفاعل المحد هو  $\text{H}_3\text{O}^+$  .

2- حجم  $\text{H}_2$  المنطلق في نهاية التفاعل :

من جدول التقدم عدد مولات  $\text{H}_2$  الناتجة عند نهاية التفاعل هو  $n_f(\text{H}_2) = 3x_f$  ومنه :

$$n_f(\text{H}_2) = 3 \cdot 0.4 = 1.2 \text{ mol}$$

$$n_f(\text{H}_2) = \frac{V_f(\text{H}_2)}{V_M} \rightarrow V_f(\text{H}_2) = n_f(\text{H}_2) \cdot V_M$$

$$V_f(\text{H}_2) = 1.2 \cdot 22.4 = 26.88 \text{ L}$$

● الكشف عن غاز الهيدروجين :

للكشف عن غاز الهيدروجين نقرب فوهة الأنبوب إلى لهب ، إذا حدث فرقعة فهذا دليل على أن الغاز الملامس للهب هو غاز الهيدروجين .

3- حجم غاز الهيدروجين المنطلق عند زمن نصف التفاعل :  
حسب تعريف زمن نصف التفاعل يكون :

$$t = t_{1/2} \rightarrow x = x_{1/2} = \frac{x_f}{2} = \frac{0.4}{2} = 0.2 \text{ mol}$$

من جدول التقدم عدد مولات  $H_2$  الناتجة عند زمن نصف التفاعل هو  $n_f(H_2) = 3x_{1/2}$  ومنه :

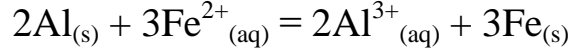
$$n_{1/2}(H_2) = 3 \cdot 0.2 = 0.6 \text{ mol}$$

$$n_{1/2}(H_2) = \frac{V_{1/2}(H_2)}{V_M} \rightarrow V_{1/2}(H_2) = n_{1/2}(H_2) \cdot V_M$$

$$V_{1/2}(H_2) = 0.6 \cdot 22.4 = 13.44 \text{ L}$$

### التمرين (5):

لدينا محلول من كبريتات الحديد الثنائي ( $Fe^{2+}_{(aq)} + SO_4^{2-}_{(aq)}$ ) حجمه 200 mL ، تركيزه المولي  $C_0$  ، أدخلنا فيه صفيحة من الألمنيوم Al كتلتها  $m_0$  . نلاحظ حدوث تحول كيميائي مرفوق باختفاء كلي للون الأخضر المميز لشوارد الحديد الثنائي  $Fe^{2+}$  كما نلاحظ أيضا اختفاء كلي لقطعة الألمنيوم و تشكل راسب نزنه بعد ترشيح المحلول الناتج فنجد  $m = 6.72 \text{ g}$  . التحول الكيميائي الحادث نمذج بالمعادلة :



- 1- على ماذا يدل اختفاء اللون الأخضر .
- 2- أنشئ جدول التقدم لهذا التفاعل .
- 3- هل يوجد متفاعل محد ؟ أوجد مقدار التقدم النهائي  $x_f$  .
- 4- اعتمادا على جدول التقدم أوجد :  
أ- كتلة الألمنيوم الابتدائية  $m_0$  .  
ب- التركيز المولي  $C_0$  لمحلول كبريتات الحديد الثنائي .  
ج- تركيز المحول الناتج بالشوارد  $Al^{3+}$  و بالشوارد  $SO_4^{2-}$  في نهاية التفاعل .  
يعطى :  $M(Al) = 27 \text{ g/mol}$  ،  $M(Fe) = 56 \text{ g/mol}$  .

### الحل :

- 1- يدل اختفاء اللون الأخضر على اختفاء كلي لشوارد الحديد الثنائي  $Fe^{2+}$  أصل هذا اللون .
- 2- جدول التقدم :

حالة الجملة	التقدم	$2Al_{(s)} + 3Fe^{3+}_{(aq)} = 2Al^{3+}_{(aq)} + 3Fe_{(s)}$			
ابتدائية	$x = 0$	$n_{01}$	$n_{02}$	0	0
انتقالية	$x$	$n_{01} - 2x$	$n_{02} - 3x$	$2x$	$3x$
نهائية	$x_f$	$n_{01} - 2x_f$	$n_{02} - 3x_f$	$2x_f$	$3x_f$

### 3- المتفاعل المحد :

- لا يوجد متفاعل محد لأن كل من المتفاعلين  $Al$  و  $Fe^{2+}$  اختفى كلياً في نهاية التفاعل أي أن التفاعل في الشروط الستوكيومترية .

### • التقدم النهائي :

النوع الكيميائي الذي قمنا بترشيحه هو النوع الكيميائي المترسب في نهاية التفاعل و هو الحديد ، لذا كتلة الحديد المترسبة في نهاية التفاعل هي  $m_f = 6.72 \text{ g}$  و لدينا :



$$n_f(\text{Fe}) = \frac{m_f(\text{Fe})}{M(\text{Fe})} = \frac{6.72}{56} = 0.12 \text{ mol}$$

من جدول التقدم و عند نهاية التفاعل يكون :

$$n_f(\text{Fe}) = 3x_f \rightarrow x_f = \frac{n_f(\text{Fe})}{3}$$

$$x_f = \frac{0.12}{3} = 0.04 \text{ mol}$$

4- أ- كتلة الألمنيوم الابتدائية :

الألمنيوم اختفى كلياً في نهاية التفاعل لذا يكون :

$$n_{01} - 2x_f = 0 \rightarrow n_{01} = 2 \cdot 0.04 = 0.08 \text{ mol}$$

و لدينا :

$$n_{01} = \frac{m_0}{M(\text{Al})} \rightarrow m_0 = n_{01} \cdot M(\text{Al})$$

$$m_0 = 0.08 \cdot 27 = 2.16 \text{ g}$$

ب- التركيز  $C_0$  لمحلول كبريتات الحديد الثنائي :

بما أن شوارد الحديد الثنائي اختفت كلياً في نهاية التفاعل يكون :

$$n_{02} - 3x_f = 0 \rightarrow n_{02} = 3 x_f = 3 \cdot 0.04 = 0.12 \text{ mol}$$

و لدينا :

$$n_{02} = [\text{Fe}^{3+}]_0 V = C_0 V \rightarrow C_0 = \frac{n_{02}}{V}$$

$$C_0 = \frac{0.12}{0.2} = 0.6 \text{ mol/L}$$

ج- التركيز المولي للمحلول الناتج بالشوارد  $\text{Al}^{3+}$  ،  $\text{SO}_4^{2-}$  :

$$\bullet [\text{Al}^{3+}] = \frac{n_f(\text{Al}^{3+})}{V}$$

من جدول التقدم عدد مولات شوارد الألمنيوم الناتجة عند نهاية التفاعل هو :  $n_f(\text{Al}^{3+}) = 2x_f$  ومنه :

$$n_f(\text{Al}^{3+}) = 2 \cdot 0.04 = 0.08 \text{ mol}$$

- حجم المحلول أثناء التحول الكيميائي لا يتغير و يبقى على حاله كما كان في الحالة الابتدائية أي  $V = 0.2 \text{ L}$  ومنه :

$$[\text{Al}^{3+}]_f = \frac{0.08}{0.2} = 0.4 \text{ mol/L}$$

$$\bullet [\text{SO}_4^{2-}]_f = \frac{n_f(\text{SO}_4^{2-})}{V}$$

شوارد  $\text{SO}_4^{2-}$  لم تدخل إلى التفاعل و عليه فإن عدد مولات  $\text{SO}_4^{2-}$  في نهاية التفاعل هو نفسه عدد مولات  $\text{SO}_4^{2-}$  في الحالة الابتدائية لذا يكون

$$n_f(\text{SO}_4^{2-}) = n_0(\text{SO}_4^{2-}) = [\text{SO}_4^{2-}]_0 V = C_0 V$$

يصبح لدينا :

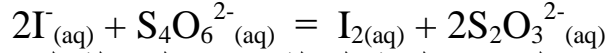
$$[\text{SO}_4^{2-}]_0 = \frac{C_0 V}{V} = C_0 = 0.6 \text{ mol/L}$$

**التمرين (6) :**

لدينا محلول اليود  $\text{I}_2$  تركيزه المولي  $C_1$  ، و محلول آخر لثيوكبريتات الصوديوم  $(2\text{Na}^+ + \text{S}_2\text{O}_3^{2-})$  تركيزه المولي  $C_2$  .

نأخذ حجم  $V_1$  من محلول اليود و نضيف له قطرات من صمغ النشاء فيصبح لونه أزرق و بعدها نضيف إلى المحلول الناتج تدريجيا حجم  $V_2$  من ثيوكبريتات الصوديوم .

نلاحظ اختفاء اللون الأزرق عند إضافة حجم معين من محلول ثيوكبريتات الصوديوم و ليكن  $V_{2E}$  ، أثناء هذه العملية يحدث تحول كيميائي منمذج بالمعادلة :



تسمى هذه العملية بالمعايرة (نتطرق إليها في السنة المقبلة) ، و المرحلة التي يختفي فيها اللون الأزرق تدعى بالتكافؤ ، إذا علمت أن عند التكافؤ يكون التفاعل في الشروط الستوكيومترية ، أوجد عند التكافؤ العلاقة بين  $C_1$  ،  $V_1$  ،  $C_2$  ،  $V_{2E}$  . ( نعتبر  $x_E$  هو مقدار التقدم عند حدوث التكافؤ )

**الحل :**

العلاقة بين  $C_1$  و  $V_1$  و  $C_2$  و  $V_{2E}$  :  
نمثل أولا جدول التقدم حيث نعتبر :

حالة الجملة	التقدم	$\text{I}_{2(\text{aq})} + 2\text{S}_2\text{O}_3^{2-}_{(\text{aq})} = 2\text{I}^-_{(\text{aq})} + \text{S}_4\text{O}_6^{2-}_{(\text{aq})}$			
ابتدائية	$x = 0$	$n_{01}$	$n_{02}$	0	0
انتقالية	$x$	$n_{01} - x$	$n_{02} - 2x$	$2x$	$x$
تكافؤ	$x_E$	$n_{01} - x_E$	$n_{02} - 2x_E$	$2x_E$	$x_E$

$$n_0(\text{I}_2) = n_{01}$$

$$n_0(\text{S}_2\text{O}_3^{2-}) = n_{0n}$$

التفاعل عن التكافؤ يكون في الشروط الستوكيومترية لذا يكون :

$$n_{01} - x_E = 0 \dots\dots\dots (1)$$

$$n_{02} - 2 x_E = 0 \dots\dots\dots (2)$$

من العلاقتين (1) ، (2) يكون :

$$x_E = n_{01} = n_0(\text{I}_2)$$

$$x_E = \frac{n_{02}}{2} = \frac{n_0(\text{S}_2\text{O}_3^{2-})}{2}$$

ومنه يصبح :

$$n_0(\text{I}) = \frac{n_0(\text{S}_2\text{O}_3^{2-})}{2} \rightarrow C_1 V_1 = \frac{[\text{S}_2\text{O}_3^{2-}] V_{2E}}{2} \rightarrow C_1 V_1 = \frac{C_2 V_{2E}}{2}$$

$$2C_1 V_1 = C_2 V_{2E}$$

**\*\* الأستاذ : فرقاني فارس \*\***  
ثانوية مولود قاسم نايت بلقاسم  
الخروب - قسنطينة  
Fares\_Fergani@yahoo.Fr  
Tel : 0771998109

نرجو إبلاغنا عن طريق البريد الإلكتروني بأي خلل في الدروس أو التمارين و حلولها .  
وشكرا مسبقا

لتحميل نسخة من هذه الوثيقة و للمزيد . أدخل موقع الأستاذ ذو العنوان التالي :

[www.sites.google.com/site/faresfergani](http://www.sites.google.com/site/faresfergani)