سلاسل المنجد - دروس و تمارين

1AS

جذع مشترك علوم و تكنولوجيا

علوم فيزيائية

السلسلة 1-08-1

المقاربة الكمية لتفاعل كيميائي

عرض نظري و تمارين

يمكن تحميل نسخة من هذا الملف من الموقع :

www.sites.google.com/site/faresfergani

للمزيد (عرض نظري مفصل – تمارين – فيديوهات .....)
يرجى زيارتنا على صفحة الوحدة في الموقع الإلكتروني

لكي يصلك جديد الموقع تابع صفحة الفايسبوك التالية :

الأستاذ فرقاني فارس أستاذ العلوم الفيزيائية Fergani Fares

الأستاذ فرقاني فارس
ثانوية مولود قاسم نايت بلقاسم - الخروب - قسنطينة
fares_fergani@yahoo.fr

الإصدار : أفريل/2022

www.dzexams.com



www.dzexams.com

سلاسل المنجد في العلوم الفيزيائية – أولى ثانوي – الوحدة 08

المقاربة الكمية لتفاعل كيميائي

إعداد الأستاذ فرقاني فارس
ثانوية مولود قاسم نايت بلقاسم - الخروب - قسنطينة
www.sites.google.com/site/faresfergani

****

السلسلة 1-08- 01

عرض نظري و تمارين

1- الجملة الكيميائية و التحول الكيميائي

• الجملة الكيميائية :

الجملة الكيميائية هي مزيج من أنواع كيميائية ، و من أجل وصف حالة جملة كيميائية في السلم العياني يجب الإشارة إلى :

- طبيعة و مكونات مختلف الأنواع الكيميائية الموجودة .
- كمية المادة لكل نوع .
- حالاتها الفيزيائية صلب (S) ، سائل (ℓ) ، غاز (g) أو محلول مائي (aq) .
- درجة الحرارة T و الضغط P خاصة في حالة الغازات .
- لون المتفاعلات .

مثال :

محلول كبريتات النحاس هي جملة كيميائية تتكون من : شوارد النحاس $Cu^{+2}_{(aq)}$ ذات اللون الأزرق ، شوارد الكبريتات $SO_4^{-2}{}_{(aq)}$ عديمة اللون ، جزيئات الماء $H_2O_{(\ell)}$ عديمة اللون .

• التحول الكيميائي :

- نقول أنه حدث تحول كيميائي في جملة كيميائية ما ، إذا حدث تغير في حالة هذه الجملة ، كاختفاء أنواع كيميائية و ظهور أنواع كيميائية جديدة .

• التفاعل الكيميائي :

- التفاعل الكيميائي هو نموذج للتحول الكيميائي يتم على المستوى المجهري ، أي يتم بين أفراد الأنواع الكيميائية ، كارتباط فرد كيميائي (ذرة ، جزئ ، شاردة ...) أو أكثر لنوع كيميائي ، مع فرد كيميائي أو أكثر لنوع كيميائي آخر قصد تشكيل فرد كيميائي جديد لنوع كيميائي آخر .

www.dzexams.com

• معادلة التفاعل الكيميائي :

- يعبر عن التفاعل الكيميائي بمعادلة تسمى **معادلة التفاعل الكيميائي**، و التي تتكون من طرفين:

الطرف الأول:

يكون على اليسار و فيه تكتب رموز و صيغ الأفراد الكيميائية المختفية خلال التفاعل الكيميائي و التي تسمى **متفاعلات** .

الطرف الثاني :

- يكون على اليمين و فيه تكتب رموز و صيغ الأفراد الكيميائية المتشكلة خلال التفاعل الكيميائي و التي تسمى **نواتج** .

وبين الطرفين الأول و الثاني يوضع رمز تساوي (=) و اصطلاحا تكون جهة التفاعل من الطرف الأول (اليسار) إلى الطرف الثاني (اليمين) .

- تضاف إلى رموز و صيغ المتفاعلات و النواتج رموز أخرى صغيرة تدل على طبيعة النوع الكيميائي و هي :

(s ← صلب) ، (ℓ ← سائل) ، (g ← غاز) ، (aq ← شاردة أو محلول) .

- لكي يتحقق ما يسمى بمبدأ إنحفاظ العنصر الكيميائي (عدد ذرات كل عنصر قبل التفاعل الكيميائي مساوي لعدد ذرات نفس العنصر بعد التفاعل الكيميائي) ، و مبدأ انحفاظ الشحنة (مجموع شحن الأفراد الكيميائية المتفاعلة مساوي لمجموع شحن الأفراد الكيميائية الناتجة) ، توضع أمام صيغ و رموز الأنواع الكيميائية معاملات (أرقام) تدعى **المعاملات الستوكيومترية** ، بحيث تكون هذه المعاملات أصغر عدد طبيعي ممكن، ونحصل بذلك على الشكل النهائي لمعادلة التفاعل الكيميائي .

أمثلـــة:

$2\,H_{2\,(g)} + O_{2\,(g)} = 2\,H_2O_{(\ell)}$

$CH_{4\,(g)} + 2\,O_{2\,(g)} = CO_{2\,(g)} + 2\,H_2O_{(\ell)}$

$Cu^{2+}_{(aq)} + Fe_{(s)} = Cu_{(s)} + Fe^{2+}_{(aq)}$

$N_{2\,(g)} + 3\,H_{2\,(g)} = 2\,NH_{3\,(g)}$

$5Fe^{2+}_{(aq)} + MnO_4^-{}_{(aq)} + 8H^+_{(aq)} = 5Fe^{3+}_{(aq)} + Mn^{2+}_{(aq)} + 4H_2O_{(\ell)}$

$6Fe^{2+}_{(aq)} + Cr_2O_7^{2-}{}_{(aq)} + 14H^+_{(aq)} = 6Fe^{3+}_{(aq)} + 2Cr^{3+}_{(aq)} + 7H_2O_{(\ell)}$

2- تقدم التفاعل وجدول التقدم

• مفهوم تقدم التفاعل :

من أجل متابعة تحول كيميائي لجملة في المستوى العياني من حالة ابتدائية إلى نهائية يقترح الاتحاد الدولي للكيمياء البحتة والتطبيقية " IUAPC " وسيلة تدعى تقدم التفاعل x (مقدرا بالمول mol) والذي يمكن توضيحه كالتالي :

- نعتبر التحول الكيميائي المتمثل في احتراق الميثان بغاز الأكسجين و المنمذج بالمعادلة الكيميائية التالية :

$$CH_{4\,(g)} + 2\,O_{2\,(g)} = CO_{2\,(g)} + 2\,H_2O_{(\ell)}$$

من هذه المعادلة يمكن قول ما يلي :

- على المستوي المجهري :

▪ لو حدث التفاعل مرة : يختفي 1 جزئ من CH_4 ، 2 جزئ من O_2 ، ليتشكل 1 جزئ من CO_2 ، 2 جزئ من الماء .

▪ لو حدث التفاعل 2 مرة : يختفي 2 جزئ من CH_4 ، 4 جزئ من O_2 ، ليتشكل 2 جزئ من CO_2 ، 4 جزئ من الماء .

www.dzexams.com

▪ لو حدث التفاعل 3 مرة : يختفي 3 جزئ من CH_4 ، 6 جزئ من O_2 ، ليتشكل 3 جزئ من CO_2 ، 6 جزئ من الماء . .....

- على المستوى العياني :

▪ لو حدث التفاعل N_A مرة : يختفي (N_A) جزئ من CH_4 ، ($2N_A$) جزئ من O_2 ، ليتشكل (N_A) جزئ من CO_2 ، ($2N_A$) جزئ من الماء .

أو : يختفي (1 mol) جزئ من CH_4 ، (2 mol) جزئ من O_2 ليتشكل (1 mol) جزئ من CO_2 ، (2 mol) جزئ من الماء .

▪ لو حدث التفاعل ($2\ N_A$) مرة : يختفي (2 mol) جزئ من CH_4 ، (4 mol) جزئ من O_2 ليتشكل (2 mol) جزئ من CO_2 ، (4 mol) جزئ من الماء .

▪ لو حدث التفاعل ($3\ N_A$) مرة : يختفي (3 mol) جزئ من CH_4 ، (6 mol) جزئ من O_2 ليتشكل (3 mol) جزئ من CO_2 ، (6 mol) جزئ من الماء .

.....

▪ لو حدث التفاعل ($x\ N_A$) مرة : يختفي (x mol) جزئ من CH_4 ، (2x mol) جزئ من O_2 ، ليتشكل (x mol) جزئ من CO_2 ، (2x mol) جزئ من الماء .

يدعى المقدار x **تقدم التفاعل**

و هو يمثل عدد مرات حدوث التفاعل السابق مقدرا بـ (أفوقادرو مرة) أو بالمول (mol) و يستعمل في المستوى العياني فقط .

● جدول التقدم و التقدم الأعظمي x_{max} :

- جدول التقدم هو عبارة عن جدول وصفي للجملة يمكن خلاله تناول الحصيلة الكمية من حالة ابتدائية إلى حالة نهائية ، مرورا بحالة انتقالية لحظية كما موضح في المثال التالي :

حالة الجملة	التقدم x (mol)	$N_{2\,(g)}$ +	$3\ H_{2\,(g)}$ →	$2\ NH_{3\,(g)}$
الحالة الابتدائية $t = 0$	0	1	4	0
الحالة الانتقالية t	x	1 - x	4 - 3x	2x
الحالة النهائية t_f	x_f	$1 - x_f$	$4 - 3x_f$	$2x_f$

- يعبر جدول التقدم على كميات المادة للأنواع الكيميائية المتواجدة في الجملة الكيميائية (متفاعلات و نواتج) في لحظة معينة من التحول الكيميائي .

- يسمى العدد الأعظمي لمرات حدوث التفاعل مقدر بأفوقادرو مرة (أو بالمول) بالتقدم الأعظمي ، يرمز له بـ x_{max} ، و يسمى المتفاعل الذي اختفى كليا و الذي كان سبب في توقف تطور التفاعل بالمتفاعل المحد .

www.dzexams.com

- إذا توقف تطور التفاعل بسبب اختفاء كلي لأحد المتفاعلات يكون التقدم النهائي x_f مساوي للتقدم الأعظمي x_{max} و يقال عن هذا التفاعل أنه **تام** .
- إذا اختفت كل المتفاعلات كليا في نهاية التفاعل يقال عن التفاعل أنه في الشروط الستوكيومترية .
- في التفاعل المنمذج بالمعادلة الكيميائية التالية :

$$\alpha A + \beta B = \delta C + \lambda D$$

يمكن إثبات أن هذا التحول الكيميائي المنمذج بهذا التفاعل يكون في الشروط الستوكيومترية إذا تحقق :

$$\frac{n_0(A)}{\alpha} = \frac{n_0(B)}{\beta}$$

التمرين (1) : (التمرين : 001 في بنك التمارين على الموقع) (*)

نسخن سلكا من الحديد Fe حتى الإحمرار ، ثم ندخله بسرعة داخل قارورة تحتوي على غاز الكلور Cl_2 ، نلاحظ تشكل دخان يميز كلور الحديد الثلاثي $FeCl_3$.

1- أكتب معادلة التفاعل الكيميائي المنمذج لهذا التحول الكيميائي .

2- نعتبر الجملة الكيميائية تتكون في الحالة الإبتدائية من 44.8 g من الحديد ، و 20.16 L من غاز الكلور Cl_2 مقاس في الشرطين النظاميين .

أ- أحسب كمية مادة كل من الحديد Fe و غاز الكلور Cl_2 في الحالة الابتدائية .

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

جـ- مثل جدول تقدم التفاعل لهذا التحول الكيميائي ، ثم عين التقدم الأعظمي x_{max} و المتفاعل المحد إن وجد .

3- ما هي الأنواع الكيميائية المتواجد في الجملة الكيميائية عند نهاية التفاعل . أحسب كتلها ثم أحسب حجم غاز الكلور Cl_2 المتفاعل عند نهاية التفاعل في الشرطين النظاميين .

4- مثل في نفس البيان المنحنيين : $n(Fe) = f_1(x)$ ، $n(Cl_2) = f_2(x)$.

الأجوبة :

1- معادلة التفاعل :

$$2Fe_{(s)} + 3Cl_{2\,(g)} = 2FeCl_{3\,(s)}$$

2- أ- كمية مادة Fe ، Cl_2 في الحالة الابتدائية :

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

$$n_0(Cl_2) = \frac{V(Cl_2)}{V_M} = \frac{20.16}{22.4} = 0.9\,mol$$

ب- إثبات أن التحول في الشروط الستوكيومترية أم لا :

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

$$\frac{n_0(Fe)}{2} = \frac{n_0(Cl_2)}{3}$$

مما سبق :

- $\frac{n_0(Fe)}{2} = \frac{0.8}{2} = 0.4\,mol$
- $\frac{n_0(Cl_2)}{3} = \frac{0.9}{3} = 0.3\,mol$

www.dzexams.com

نلاحظ : $\frac{n_0(Fe)}{2} \neq \frac{n_0(Cl_2)}{3}$ ، إذن التفاعل المنمذج بالمعادلة السابقة ليس في الشروط الستوكيومترية .

جـ- جدول التقدم :

حالة الجملة	التقدم	$2Fe_{(s)} + 3Cl_{2(g)} = 2FeCl_{3(s)}$		
ابتدائية	$x = 0$	0.8	0.9	0
انتقالية	x	$0.8 - 2x$	$0.9 - 3x$	$2x$
نهائية	$x_f = x_{max}$	$0.8 - 2\,x_{max}$	$0.9 - 3\,x_{max}$	$2\,x_{max}$

● التقدم الأعظمي:

- إذا اختفى Fe كليا :

$0.8 - 2\,x_{max} = 0 \rightarrow x_{max} = 0.4\ mol$

- إذا اختفى Cl_2 كليا :

$0.9 - 3\,x_{max} = 0 \rightarrow x_{max} = 0.3\ mol$

إذن $x_{max} = 0.3\ mol$ و المتفاعل المحد هو Cl_2 .

3- الأنواع الكيميائية المتواجدة في الجملة و كتلتها :

الأنواع الكيميائية :

- كلور الحديد الثلاثي $FeCl_3$ الناتج .
- الحديد Fe المتبقي من التفاعل .

الكتل :

- كتلة $FeCl_3$ الناتج في نهاية التفاعل :

- من جدول التقدم كمية مادة كلور الحديد الثلاثي الناتج في نهاية التفاعل هو :

$x_f(FeCl_3) = 2\,x_{max} = 2 \,.\, 0.3 = 0.6\ mol$

لدينا :

$$n_f(FeCl_3) = \frac{m_f(FeCl_3)}{M} \rightarrow m_f(FeCl_3) = n_f(FeCl_3) \,.\, M(FeCl_3)$$

و منه :

- $M(FeCl_3) = 25 + (3 \,.\, 35.5) = 162.5\ g/mol$
- $m_f(FeCl_3) = 0.6 \times 162.5 = 97.5\ g$

- كتلة Fe المتبقي في نهاية التفاعل :

- من جدول التقدم كمية مادة الحديد الناتج في نهاية التفاعل هو :

$n_f(Fe) = 0.8 - 2\,x_{max} = 0.8 - (2 \,.\, 0.3) = 0.2\ mol$

لدينا :

$$n_f(Fe) = \frac{m_f(Fe)}{M} \rightarrow m_f(Fe) = n_f(Fe) \,.\, M(Fe)$$

و منه :

$m_f(Fe) = 0.2 \,.\, 56 = 11.2\ g$

- حجم غاز الكلور Cl_2 في نهاية التفاعل :

من جدول التقدم كمية مادة Cl_2 المتفاعلة في نهاية التفاعل هي :

$n_f(Cl_2) = 3\,x_{max} = 3 \,.\, 0.3 = 0.9\ mol$

www.dzexams.com

لدينا :

$$n_f(Cl_2) = \frac{V_f(Cl_2)}{V_M} \rightarrow V_f(Cl_2) = n_f(Cl_2) . V_M$$

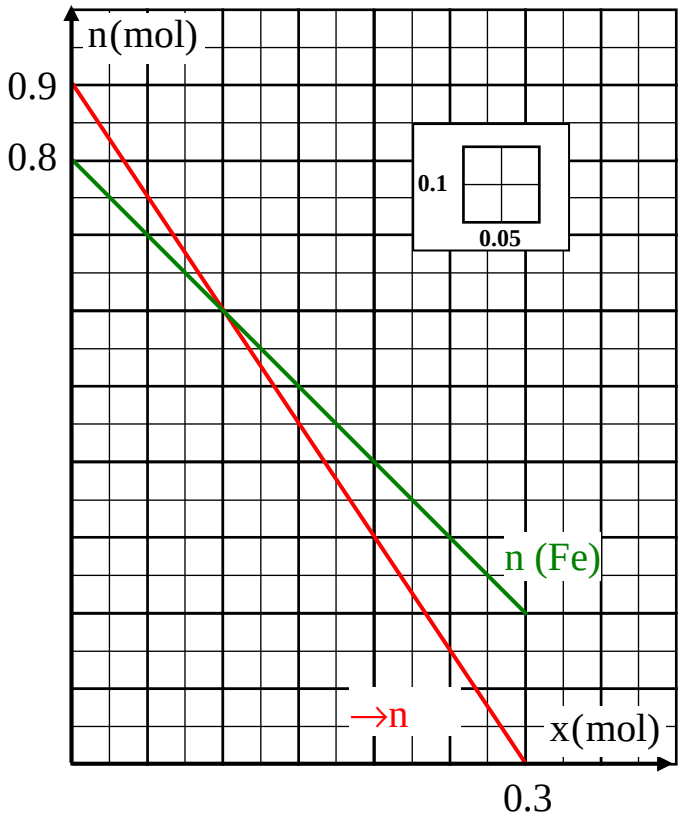
و منه :

$$V_f(Cl_2) = 0.9 \ . \ 22.4 = 20.16\,L$$

4- البيانات $n = f(x)$:

من جدول التقدم : $n(Fe) = 0.8 - 2x$ ، $n(Cl_2) = 0.9 - 3x$ ومنه يكون الجدول :

x (mol)	0	0.1	0.2	0.3
n(Fe) mol	0.8	0.6	0.4	0.2
$n(Cl_2)$ mol	0.9	0.6	0.3	0



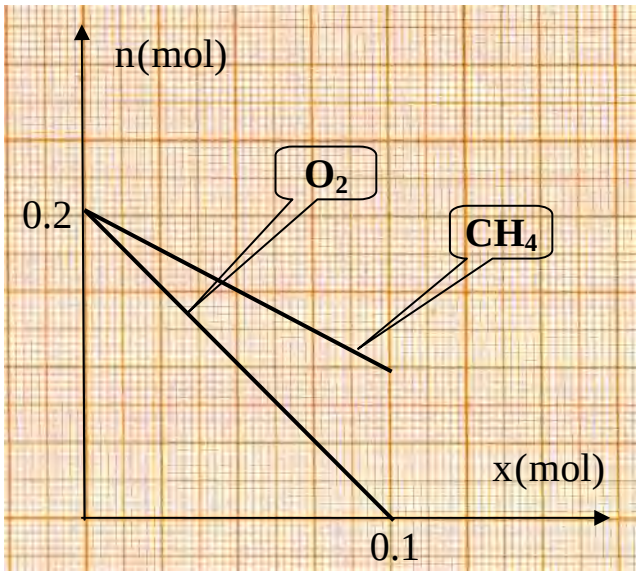
التمرين (2) : (التمرين : 006 في بنك التمارين على الموقع) (*)

ينمذج احتراق غاز الميثان CH_4 بالأكسجين O_2 بالمعادلة التالية:

$$CH_{4(g)} + 2O_{2(g)} = CO_{2(g)} + 2H_2O_{(g)}$$

- المنحنيين $n(CH_4) = f(x)$ و $n(O_2) = g(x)$ التاليين يمثلان على الترتيب تغيرات كمية مادة غاز الميثان CH_4 و كمية مادة غاز ثنائي الأكسجين O_2 بدلالة تقدم التفاعل x .

www.dzexams.com



أنشئ جدولا لتقدم التفاعل .

2- اعتمادا على البيان :

أ- عين كميتي المادة الابتدائية لكل من الميثان CH_4 و ثنائي الأكسجين O_2 .

ب- حدد المتفاعل المحد إن وجد ثم عين التقدم الأعظمي x_{max} .

3- اعتمادا على جدول التقدم أوجد في نهاية التفاعل :

أ- كتلة الماء H_2O الناتج .

ب- حجم CO_2 الناتج في نهاية التفاعل مقاس في الشرطين النظاميين .

يعطى : $M(H) = 1\ g/mol$ ، $M(C) = 16\ g/mol$.

الأجوبة :

1- جدول التقدم :

الحالة	التقدم	CH_4 +	$2O_2$ =	CO_2 +	$2H_2O$
ابتدائية	$x = 0$	$n_0(CH_4)$	$n_0(CO_2)$	0	0
انتقالية	x	$n_0(CH_4) - x$	$n_0(CO_2) - 2x$	x	$2x$
نهائية	x_{max}	$n_0(CH_4) - x_{max}$	$n_0(CO_2) - 2x_{max}$	x_{max}	$2x_{max}$

2- أ- كميتي المادة الابتدائية لكل من الميثان CH_4 و ثنائي الأكسجين O_2 :

من البيان :

$$n_0(CH_4) = n(O_2) = 0.2\ mol$$

ب- المتفاعل المحد و التقدم الأعظمي x_{max} :

نلاحظ أن ثنائي الأكسجين O_2 اختفى كليا قبل غاز الميثان CH_4 و عليه :

- المتفاعل المحد هو CH_4 .
- التقدم الأعظمي : $x_{max} = 0.1\ mol$.

3- أ- كتلة الماء الناتج في نهاية التفاعل :

- من جدول التقدم كمية مادة الماء الناتج في نهاية التفاعل :

$$n_f(H_2O) = 2\ x_{max} = 2 \cdot 0{,}1 = 0{,}2\ mol$$

لدينا :

$$n_f(H_2O) = \frac{m_f(H_2O)}{M} \rightarrow m_f(H_2O) = M \cdot n_f(H_2O)$$

و منه :

- $M(H_2O) = (2 \cdot 1) + 16 = 18\ g/mol$
- $m_f(H_2O) = 0{,}2 \cdot 18 = 3.6\ g$

ب- حجم CO_2 الناتج في نهاية التفاعل :

من جدول التقدم كمية مادة CO_2 الناتجة في نهاية التفاعل :

$$n_f(CO_2) = x_{max} = 0{,}1\ mol$$

www.dzexams.com

لدينا :

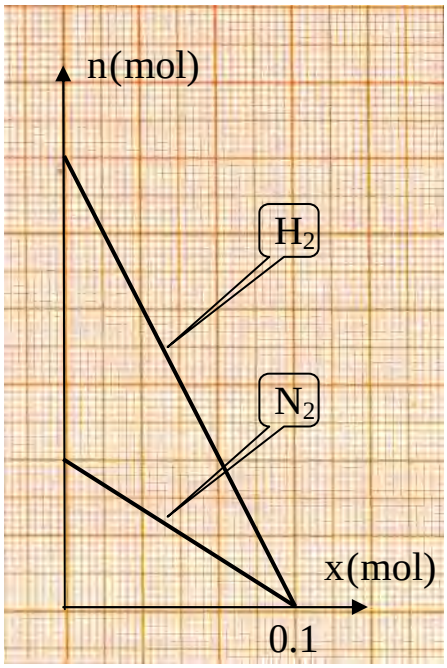
$$n_f(CO_2) = \frac{V(CO_2)}{V_M} \rightarrow V(CO_2) = n_f(CO_2) \cdot V_M$$

و منه :

$$V(CO_2) = 0,1 \cdot 22.4 = 2.24 \text{ L}$$

التمرين (3) : (التمرين : 002 في بنك التمارين على الموقع) (*)

يمثل الشكل التالي منحنيي تغيرات $n(N_2)$ و $n(H_2)$ بدلالة تقدم التفاعل x ، خلال التحول الكيميائي الحادث عند مزج حجمين من غازي الآزوت N_2 و الهيدروجين H_2 في الشرطين النظاميين ، لينتج اثر ذلك غاز النشادر NH_3 في شروط معينة .



1- أكتب معادلة التفاعل المنمذج لهذا التحول .

2- مثل جدول تقدم التفاعل .

3- هل يوجد متفاعل محد ؟ برر إجابتك .

4- عين قيمة التقدم الأعظمي x_{max} ثم استنتج كميات المادة الابتدائية للمتفاعلات .

5- استنتج سلم الرسم لمحور كمية المادة $n(x)$.

6- جد ما يلي :

أ- حجم غازي الهيدروجين H_2 و الآزوت N_2 قبل حدوث التفاعل (الحالة الابتدائية) .

ب- حجم غاز النشادر NH_3 الناتج في نهاية التفاعل .

جـ- كتلة غاز الهيدروجين المتفاعلة في نهاية التفاعل .

7- مثل المنحنى البياني $n(NH_3) = f(x)$. يعطى : $M(H) = 1 \text{ g/mol}$.

يعطى : $V_M = 22.4 \text{ L/mol}$ ، $M(H) = 1 \text{ g/mol}$.

الأجوبة :

1- معادلة التفاعل :

$$3H_{2\,(g)} + N_{2\,(g)} = 2NH_{3\,(g)}$$

2- جدول التقدم :

الحالة	التقدم	$3\,H_2$	+ N_2	= $2NH_3$
ابتدائية	$x = 0$	$n_0(H_2)$	$n_0(N_2)$	0
انتقالية	x	$n_0(H_2) - 3x$	$n_0(N_2) - x$	$2x$
نهائية	x_{max}	$n_0(H_2) - 3x_{max}$	$n_0(N_2) - x_{max}$	$2\,x_{max}$

3- لا يوجد متفاعل محد لأن كل من H_2 و N_2 اختفى كليا عند نهاية التفاعل و ذلك اعتمادا على الوثيقة ، بمعنى أن التحول الكيميائي الحادث في شروط ستوكيومترية .

4- التقدم الأعظمي x_{max} و كميات المادة الابتدائية للمتفاعلات :

- من البيان : $x_{max} = 0.1 \text{ mol}$.

- بما أن غاز ثنائي الهيدروجين H_2 اختفى كليا في نهاية التفاعل يكون من جدول التقدم :

$$n_0(H_2) - 3x_{max} = 0 \rightarrow n_0(H_2) = 3x_{max} = 3 \cdot 0,1 = 0.3 \text{ mol}$$

www.dzexams.com

- بما أن غاز الآزوت N_2 اختفى كليا في نهاية التفاعل يكون من جدول التقدم :

$n_0(N_2) - x_{max} = 0 \rightarrow n_0(N_2) = x_{max} = 0{,}1 \text{ mol}$

5- سلم الرسم لمحور كميات المادة :

القيمة $n_0(N_2) = 0.1 \text{ mol}$ تقابلها في البيان (2cm) و عليه :

$$\begin{cases} 2 \text{ cm} \rightarrow 0.1 \text{ mol} \\ 1 \text{ cm} \rightarrow X \text{ mol} \end{cases}$$

و منه :

$$X = \frac{1 \cdot 0{,}1}{2} = 0.05 \text{ mol}$$

إذن سلم الرسم لمحور كميات المادة هو : $1 \text{ cm} \rightarrow 0.05 \text{ mol}$

6-أ- حجمي غازي H_2 ، N_2 قبل حدوث التفاعل :

- $n_0(H_2) = \frac{V(H_2)}{V_M} \rightarrow V_0(H_2) = n_0(H_2) \cdot V_M$

$$V_0(H_2) = 0.3 \cdot 22.4 = 6.72 \text{ L}$$

- $n_0(N_2) = \frac{V(N_2)}{V_M} \rightarrow V_0(N_2) = n_0(N_2) \cdot V_M$

$$V_0(H_2) = 0.1 \cdot 22.4 = 2.24 \text{ L}$$

ب- حجم غاز النشادر NH_3 في نهاية التفاعل :

عند نهاية التفاعل و اعتمادا على جدول التقدم ، كمية مادة NH_3 الناتجة في نهاية التفاعل هي :

$n_f(NH_3) = 2\, x_{max} = 2 \cdot 0.1 = 0.2 \text{ mol}$

و لدينا :

$$n_f(NH_3) = \frac{V_f(NH_3)}{V_M} \rightarrow V_f(NH_3) = n_f(NH_3) \cdot V_M$$

$$V_f(NH_3) = 0.2 \cdot 22.4 = 4.48 \text{ L}$$

جـ- كتلة غاز الهيدروجين المتفاعلة في نهاية التفاعل :

من جدول التقدم ، كمية مادة H_2 المتفاعلة في نهاية التفاعل هي :

$n_f(H_2) = 3x_{max} = 3 \cdot 0.1 = 0.3 \text{ mol}$

و لدينا :

$$n_f(H_2) = \frac{m_f(H_2)}{M(H_2)} \rightarrow m_f(H_2) = n_f(H_2) \cdot M(H_2)$$

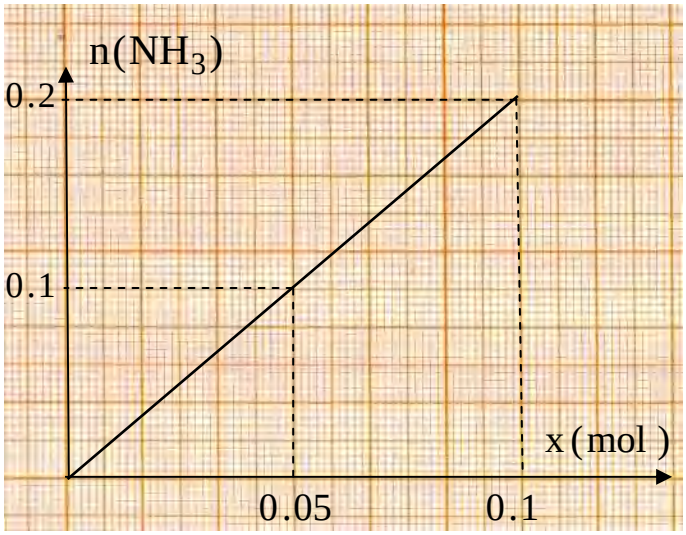
- $M(H_2) = 2 \cdot 1 = 2 \text{ g/mol}$
- $m_f(NH_3) = 0.3 \cdot 2 = 0.6 \text{ g}$

7- المنحنى $n(NH_3) = f(x)$:

x (mol)	0	0.05	0.1
$N(NH_3) = 2x$	0	0.1	0.2

www.dzexams.com

و منه المنحنى البياني $n(NH_3) = f(x)$ يكون كما يلي :



3- التراكيز المولية لمحلول بشواردة

• التركيز المولي لمحلول بشواردة :

نعتبر نوع كيميائي من الشكل $A_\alpha B_\beta$ ، ينحل في حجم V من الماء المقطر ، التفاعل الكيميائي المنمذج لهذا الانحلال يعبر عنه بالمعادلة الكيميائية التالية :

$$A_\alpha B_\beta = \alpha\, A^{n+} + \beta\, B^{m-}$$

إذا كانت n_0 هي كمية المادة للنوع الكيميائي $A_\alpha B_\beta$ المنحلة في حجم V من الماء المقطر يعبر عن التركيز المولي للمحلول الناتج بالعبارة :

$$C = \frac{n_0}{V}$$

- يعرف التركيز المولي للمحلول الناتج بالشوارد A^{n+} ، B^{m-} و الذي يرمز له على الترتيب بـ $[A^{+n}]$ ، $[B^{m-}]$ بالعلاقة :

$$[A^{n+}] = \frac{n(A^{n+})}{V} \quad , \quad [B^{m-}] = \frac{n(B^{m-})}{V}$$

حين $n(A^{n+})$ ، $n(B^{m-})$ هي كمية مادة كل A^{n+} و B^{m-} في المحلول الناتج .

- في محلول مائي شاردي (لا يكون وسط تفاعلي) تركيزه المولي C و صيغة الشاردية $(\alpha\, A^{n+} + \beta\, B^{m-})$ يكون :

$$[A^{n+}] = \alpha\, C \quad , \quad [B^{m-}] = \beta\, C$$

www.dzexams.com

مثال :

- لدينا محلول كبريتات الحديد الثلاثي ($2Fe^{3+} + 3SO_4^{2-}$) ، تركيزه المولي $C = 0.2\ mol/L$ ، في هذا المحلول يكون :

$$\left[Fe^{3+}\right] = 2\,C = 2\,.\,0.2 = 0.4\ mol/L$$
$$\left[SO4^{2-}\right] = 3\,C = 3\,.\,0.2 = 0.6\ mol/L$$

التمرين (4) : (التمرين : 004 في بنك التمارين على الموقع) (*)

لدينا محلول من كبرتات النحاس ($Cu^{2+}_{(aq)} + SO_4^{2-}$) ذو اللون الأزرق حجمه 600 mL ، تركيزه المولي $C = 0.6\ mol/L$ ، أدخلنا فيه صفيحة من الألمنيوم Al كتلتها $m = 13,5\ g$. نلاحظ حدوث تحول كيميائي مرفق باختفاء كلي للون الأزرق . التحول الكيميائي الحادث منمذج بالمعادلة الكيميائية التالية :

$$2Al_{(s)} + 3Cu^{2+}_{(aq)} = 2Al^{3+}_{(aq)} + 3Cu_{(s)}$$

1- على ماذا يدل اختفاء اللون الأزرق .

2- أنشئ جدولا لتقدم التفاعل .

3- جِد قيمة التقدم الأعظمي x_{max} و حدد المتفاعل المحد .

4- اعتمادا على جدول التقدم ، جِد ما يلي في الحالة النهائية :

أ- كتلة النحاس Cu المترسبة .

ب- كتلة الألمنيوم Al المتبقية .

جـ- كتلة الألمنيوم Al المتفاعلة .

د- تركيز المحلول الناتج بالشوارد Al^{3+} .

5- عند ترشيح المحلول الناتج و تبخيره نحصل على نوع كيميائي . ما اسمه ؟ و ما هي صيغته الجزيئية ؟

يعطى : $M(Cu) = 63,5\ g/mol$ ، $M(Al) = 27\ g/mol$.

رموز بعض الشوارد و أسمائها			
الشاردة	اسمها	الشاردة	اسمها
Na^+	الصوديوم	Cl^-	الكلور
Al^{+3}	الألمنيوم	NO_3^-	النترات
Fe^{2+}	الحديد الثنائي	SO_4^{-2}	الكبريتات

الأجوبة :

1- يدل اختفاء اللون الأزرق على اختفاء كلي لشوارد النحاس Cu^{2+} (أصل هذا اللون) .

2- جدول التقدم :

حالة الجملة	التقدم	$2Al_{(s)}$ +	$3Cu^{2+}_{(aq)}$ =	$2Al^{3+}_{(s)}$ +	$3\ Cu_{(s)}$
ابتدائية	x = 0	0,5	0,36	0	0
انتقالية	x	0,5 – 2x	0,36 – 3x	2x	3x
نهائية	x_{max}	$0,5 - 2x_{max}$	$0,36 - 3x_{max}$	$2x_{max}$	$3x_{max}$

$$n_0(Cu^{2+}) = CV = 0,6\,.\,0,6 = 0,36\ mol$$
$$n_0(Al) = \frac{m(Al)}{M} = \frac{13,5}{27} = 0,5\ mol$$

www.dzexams.com

3- مقدار التقدم الأعظمي x_{max} و المتفاعل المحد :

- بفرض أن Al متفاعل محد :

$$0,5 - 2x_{max} = 0 \rightarrow x_{max} = 0,25$$

- بفرض أن Cu^{2+} متفاعل محد :

$$0,36 - 3\,x_{max} = 0 \rightarrow x_{max} = 0,12\ mol$$

إذن $x_{max} = 0,12\ mol$ و المتفاعل المحد هو Cu^{2+} .

4- أ- كتلة النحاس المترسبة :

من جدول التقدم كمية مادة النحاس المترسبة في نهاية التفاعل هي :

$$n_f(Cu) = 3x_{max} = 3 \,.\, 0,12 = 0,36\ mol$$

و منه :

$$n_f(Cu) = \frac{m_f(Cu)}{M} \rightarrow m_f(Cu) = n_f(Cu) \,.\, M(Cu)$$

$$m_f(Cu) = 0,36 \,.\, 63,5 = 22,86\ g$$

ب- كتلة الألمنيوم المتبقية :

من جدول التقدم كمية مادة الألمنيوم المتبقية في نهاية التفاعل هي :

$$n_f(Al) = 0,5 - 2x_{max} = 0,5 - (2 \,.\, 0,12) = 0,26\ mol$$

$$n_f(Al) = \frac{m_f(Al)}{M} \rightarrow m_f(Al) = n_f(Al) \,.\, M(Al) \rightarrow m_f(Al) = 0,26 \,.\, 27 = 7,02\ g$$

جـ- كتلة الألمنيوم المتفاعلة :

من جدول التقدم كمية مادة الألمنيوم المتفاعلة في نهاية التفاعل هي :

$$n_f(Al) = 2x_{max} = 2 \,.\, 0,12 = 0,24\ mol$$

و منه :

$$n_f(Al) = \frac{m_f(Al)}{M} \rightarrow m_f(Al) = n_f(Al) \,.\, M(Al) \rightarrow m_f(Al) = 0,24 \,.\, 27 = 6,48\ g$$

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

$$[Al^{3+}]_f = \frac{n_f(Al^{3+})}{V} \quad (\ V = 600\ mL = 0,6\ L\ )$$

من جدول التقدم كمية مادة شوارد الألمنيوم المتشكلة عند نهاية التفاعل هي :

$$n_f(Al^{3+}) = 2x_{max} = 2 \,.\, 0,12 = 0,24\ mol$$

إذن :

$$[Al^{3+}]_f = \frac{0,24}{0,6} = 0,4\ mol/L$$

هـ- اسم و صيغة المحلول الناتج :

المحلول الناتج يحتوي على شوارد الألمنيوم Al^{3+} الناتجة عن التفاعل و شوراد الكبريتات SO_4^{2-} التي لم تدخل في التفاعل و عليه اسم المحلول الناتج هو كبريتات الألمنيوم صيغته الشاردية : $(2Al^{+3} + 3SO_4^{2-})$

و صيغته الإحصائية : $Al_2(SO_4)_3$

www.dzexams.com

التمرين (5) : (التمرين : 007 في بنك التمارين على الموقع) (**)

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 مرفق باختفاء كلي للون الأخضر كما نلاحظ أيضا اختفاء كلي لقطعة الألمنيوم Al و تشكل راسب نزنه بعد ترشيح المحلول الناتج فنجد m = 6,72 g . التحول الكيميائي الحادث منمذج بالمعادلة :

$$2Al_{(s)} + 3Fe^{2+}_{(aq)} = 2Al^{3+}_{(aq)} + 3Fe_{(s)}$$

1- على ماذا يدل اختفاء اللون الأخضر .

2- أنشئ جدولا لتقدم التفاعل .

3- هل التفاعل الجادث في شروط ستوكيومترية ؟ أوجد قيمة التقدم الأعظمي x_{max} .

4- اعتمادا على جدول التقدم ، جِد :

أ- كتلة الألمنيوم Al الابتدائية m_0 .

ب- التركيز المولي C_0 لمحلول كبريتات الحديد الثنائي .

جـ- تركيز المحول الناتج بالشوارد Al^{3+} و بالشوارد SO_4^{2-} في نهاية التفاعل .

يعطى : M(Fe) = 56 g/mol ، M(Al) = 27 g/mol .

الأجوبة :

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

2- جدول التقدم :

حالة الجملة	التقدم	$2Al_{(S)}$ +	$3Fe^{2+}_{(aq)}$ =	$2Al^{3+}_{(aq)}$ +	$3Fe_{(s)}$
ابتدائية	x = 0	$n_0(Al)$	$n_0(Fe^{2+})$	0	0
انتقالية	x	$n_0(Al) - 2x$	$n_0(Fe^{2+}) - 3x$	2x	3x
نهائية	x_{max}	$n_0(Al) - 2x_{max}$	$n_0(Fe^{2+}) - 3x_{max}$	$2x_{max}$	$3x_{max}$

3- المتفاعل المحد :

- كل من المتفاعلين Fe^{2+} و Al اختفى كليا في نهاية التفاعل و عليه التفاعل الحادث في شروط ستوكيومترية .

● التقدم الأعظمي x_{max} :

النوع الكيميائي الذي قمنا بترشيحه هو النوع الكيميائي المترسب في نهاية التفاعل و هو الحديد (علما أن الألمنيوم تفاعل كليا و لايوجد في نهاية التفاعل) و عليه كتلة الحديد المترسبة في نهاية التفاعل هي $m_f(Fe) = 6,72$ g و لدينا :

$$n_f(Fe) = \frac{m_f(Fe)}{M(Fe)} = \frac{6,72}{56} = 0,12 \text{ mol}$$

من جدول التقدم و عند نهاية التفاعل يكون :

$$n_f(Fe) = 3x_{max} \rightarrow x_{max} = \frac{n_f(Fe)}{3} \rightarrow x_{max} = \frac{0,12}{3} = 0,04 \text{ mol}$$

4- أ- كتلة الألمنيوم الابتدائية :

الألمنيوم إختفى كليا في نهاية التفاعل و عليه يكون :

$$n_0(Al) - 2x_{max} = 0 \rightarrow n_0(Al) = 2x_{max} = 2 \cdot 0,04 = 0,08 \text{ mol}$$

www.dzexams.com

و لدينا :

$$n_0(Al) = \frac{m_0(Al)}{M(Al)} \rightarrow m_0(Al) = n_0(Al).M \rightarrow m_0(Al) = 0,08 \cdot 27 = 2,16\ g$$

ب- التركيز المولي C_0 لمحلول كبريتات الحديد الثنائي :

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

$$n_0(Fe^{2+}) - 3x_{max} = 0 \rightarrow n_0(Fe^{2+}) = 3\ x_{max} = 3 \cdot 0,04 = 0,12\ mol$$

و لدينا :

$$n_0(Fe^{2+}) = C_0\ V \rightarrow C_0 = \frac{n_0(Fe^{2+})}{V} \rightarrow C_0 = \frac{0,12}{0,2} = 0,6\ mol/L$$

جـ- التركيز المولي للمحلول الناتج بالشوارد Al^{3+} ، SO_4^{2-} :

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

من جدول التقدم كمية مادة شوارد الألمنيوم الناتجة عند نهاية التفاعل هي :

$$n_f(Al^{3+}) = 2x_{max} = 2 \cdot 0,04 = 0,08\ mol$$

- حجم المحلول أثناء التحول الكيميائي لا يتغير و يبقى على حاله كما كان في الحالة الابتدائية أي $V = 0,2\ L$ ومنه :

$$[Al^{3+}]_f = \frac{0,08}{0.2} = 0,4\ mol/L$$

- $[SO_4^{2-}]_f = \frac{n_f(SO_4^{-2})}{V}$

شوارد SO_4^{2-} لم تدخل إلى التفاعل و عليه فإن كمية مادة SO_4^{2-} في نهاية التفاعل هي نفسها كمية مادة SO_4^{2-} في الحالة الابتدائية و عليه يكون :

$$n_f(SO_4^{2-}) = n_0(SO_4^{2-}) = C_0\ V = 0,6 \cdot 0,2 = 0,12\ mol$$

إذن :

$$[SO_4^{2-}]_f = \frac{0,12}{0,2} = 0,6\ mol/L$$

www.dzexams.com

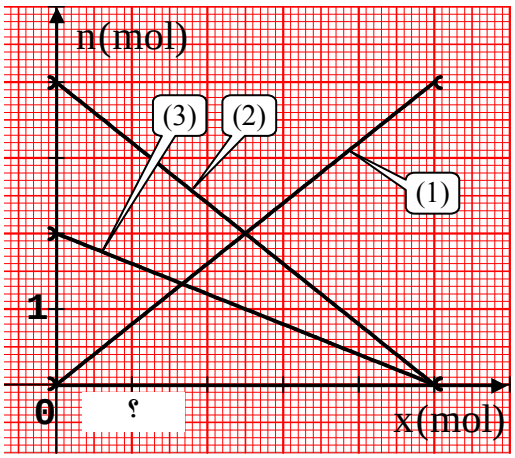
4- تمارين متنوعة

التمرين (6) : (التمرين : 008 في بنك التمارين على الموقع) (**)

يمكن تشكيل الماء انطلاقا من غازي الأكسجين و الهيدروجين وفق التحول الكيميائي المنمذج المعادلة الكيميائية التالية :

$$2H_{2\,(g)} + O_{2\,(g)} = 2H_2O_{(\ell)}$$

الشكل التالي يمثل المنحنيات البيانية الموافقة لتغيرات كمية مادة الأنواع الكيميائية المشكلة للجملة الكيميائية :



1- أحد المنحنيين (1) ، (2) يمثل تغيرات كمية مادة غاز الهيدروجين (H_2) بدلالة الزمن و الثاني يمثل تغيرات كمية مادة الماء H_2O بدلالة الزمن ، عين المنحنى الموافق لكل نوع كيميائي . مع التعليل ، استنتج ماذا يمثل المنحنى (3)

2- حدد التركيب المولي للمزيج الابتدائي .

3- أنجز جدولا لتقدم التفاعل .

4- هل يوجد متفاعل محد ؟ علل .

5- أحسب قيمة التقدم الأعظمي x_{max} ، ثم استنتج سلم الرسم الناقص البيان .

6- أحسب في نهاية التفاعل :

أ- كتلة الماء الناتج .

ب- حجم غاز الأكسجين المتفاعل في الشرطين النظاميين .

7- أوجد التركيب المولي للأنواع الكيميائية المتواجدة في الجملة الكيميائية من أجل تقدم $x = 0.5\ mol$.

8- اعتمادا على جدول التقدم حدد قيمة التقدم x التي من أجلها تتساوى كمية مادة غاز ثنائي الهيدروجين (H_2) مع كمية مادة غاز ثنائي الأكسجين (O_2) . تأكد من هذه القيمة بيانيا .

الأجوبة :

1- المنحنى الموافق لكل نوع كيميائي :

- غاز الهيدروجين H_2 متفاعل و الماء H_2O ناتج ، و بالتالي تتناقص كمية مادة غاز الهيدروجين H_2 و تتزايد كمية مادة H_2O ، و عليه :

$n(H_2O)$ ← المنحنى (1)

$n(H_2)$ ← المنحنى (2)

- يمثل المنحنى (3) تغيرات $n(O_2)$ بدلالة تقدم التفاعل x

2- التركيب المولي للمزيج الابتدائي :

من البيان :

- $n_0(H_2) = 4\ mol$
- $n_0(O_2) = 2\ mol$

3- جدول التقدم :

الحالة	التقدم	$2H_2$	+ O_2	= $2H_2O$
ابتدائية	$x = 0$	4	2	0
انتقالية	x	$4 - 2x$	$2 - x$	$2x$
نهائية	x_{max}	$4 - 2x_{max}$	$2 - x_{max}$	$2x_{max}$

www.dzexams.com

4- كل من المتفاعلين H_2 ، O_2 اختفى كليا في نهاية التفاعل ، إذن لا يوجد متفاعل محد ، أي أن التفاعل في شروط ستوكيومترية .

5- التقدم الأعظمي :

طريقة (1) :

H_2 اختفى كليا في نهاية التفاعل و منه من جدول التقدم يكون :

$$4 - 2x_{max} = 0 \rightarrow x_{max} = 2 \text{ mol}$$

طريقة (2) :

O_2 اختفى كليا في نهاية التفاعل و منه من جدول التقدم يكون :

$$2 - x_{max} = 0 \rightarrow x_{max} = 2 \text{ mol}$$

سلم الرسم التاقص :

القيمة $x_{max} = 2$ mol توافق في البيان 5 cm و عليه :

$$\begin{cases} 5 \text{ cm} \rightarrow 2 \text{ mol} \\ 1 \text{ cm} \rightarrow X \end{cases}$$

$$X = \frac{1 . 2}{5} = 0.4$$

إذن سلم الرسم هو :

1 cm → 0.4 mol

6- أ- كتلة H_2O الناتج في نهاية التفاعل :

- من جدول التقدم كمية مادة H_2O الناتج في نهاية التفاعل :

$$n_f(H_2O) = 2x_{max} = 2 . 2 = 4 \text{ mol}$$

لدينا :

$$n_f(H_2O) = \frac{m_f(H_2O)}{M} \rightarrow m_f(H_2O) = n_f(H_2O) . M$$

و منه :

- $M(H_2O) = (2 . 1) + 16 = 18$ g/mol
- $m_f(H_2O) = 4 . 18 = 72$ g

ب- حجم O_2 المتفاعل في نهاية التفاعل :

- من جدول التقدم كمية مادة O_2 المتفاعلة في نهاية التفاعل :

$$n_f(O_2) = x_{max} = 2 \text{ mol}$$

لدينا :

$$n_f(O_2) = \frac{V(CO_2)}{V_M} \rightarrow V(CO_2) = n_f(O_2) . V_M$$

و منه :

$$V(CO_2) = 2 . 22.4 = 44.8 \text{ L}$$

www.dzexams.com

7- التركيب المولي للأنواع الكيميائية المتواجدة في الجملة الكيميائية من أجل x = 0,5 mol :
بالاعتماد على جدول التقدم :

- $n(H_2) = 4 - 2x = 4 - (2 \cdot 0,5) = 3$ mol
- $n(O_2) = 2 - x = 2 - 0,5 = 1.5$ mol
- $n(H_2O) = 2x = 2 \cdot 0,5 = 1$ mol

8- قيمة x التي يكون فيها $n(H_2) = n(H_2O)$:
من جدول التقدم :

- $n(H_2) = 4 - 2x$
- $n(H_2O) = 2x$

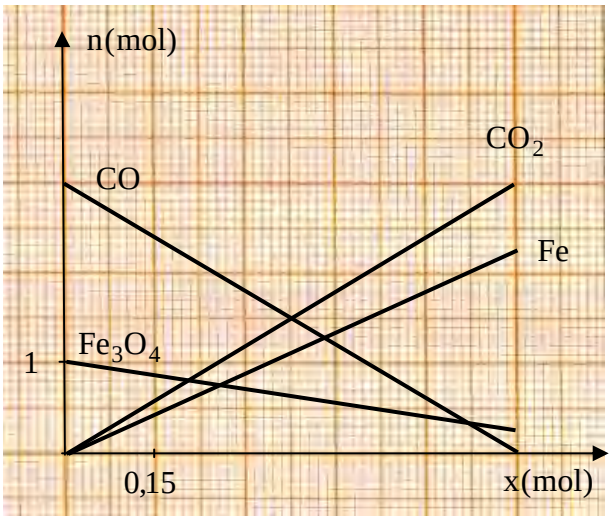
$n(H_2) = n(H_2O) \rightarrow 4 - 2x = 2x$

$4 = 4x \rightarrow x = 1$ mol

و هي توافق نقطة تقاطع المنحنيين $n(H_2) = f_1(x)$ ، $n(H_2O) = f_2(x)$.

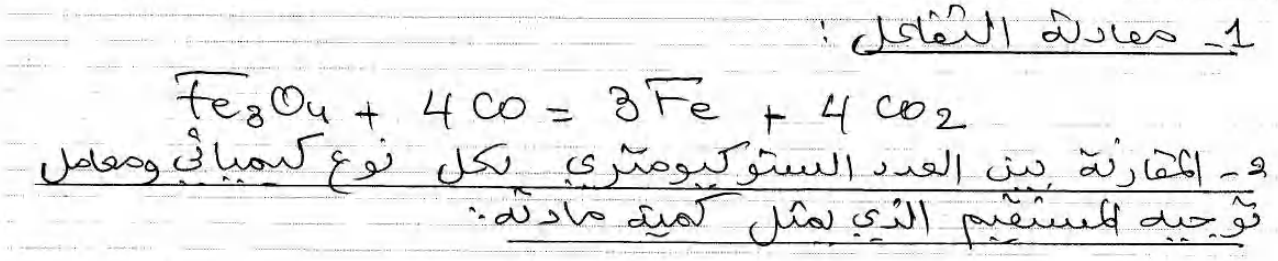
التمرين (7) : (التمرين : 023 في بنك التمارين على الموقع) (**)

من بين التفاعلات الكيميائية التي يمكن أن تحدث في الفرن العالي هي تأثير أكسيد الحديد المغناطيسي $Fe_3O_{4(s)}$ على أحادى أكسيد الكربون $CO_{(g)}$ ، كما ينتج عن هذا التفاعل الحديد Fe وثاني أكسيد الكربون CO_2 . الشكل المقابل يعطي منحنيات تغيرات كمية مادة المتفاعلات والنواتج بدلالة التقدم x .



1- اكتب معادلة التفاعل الكيميائي الحادث .
2- قارن بين العدد الستوكيومتري لكل نوع كيميائي بمعامل توجيه المستقيم بالقيمة الموجبة الذي يمثل كمية مادته .
3- مثل جدول تقدم التفاعل .
4- باستعمال البيان أوجد :
أ- المتفاعل المحد .
ب- التقدم الأعظمي x_{max} .
جـ- كمية المادة الابتدائية للمتفاعلات .
5- اعتمادا على جدول التقدم أوجد :
أ- التركيب المولي للجملة الكيميائية في الحالة النهائية .
ب- كمية مادة المتفاعل الموجود بزيادة التي يجب استعمالها لكي يكون المزيج الابتدائي ستكيومتري .

الأجوبة :



- $Fe_3O_4 \rightarrow a = \frac{0,75}{5 \cdot 0,15} = 1$
- $CO \rightarrow a = \frac{3}{5 \cdot 0,15} = 4$

www.dzexams.com

- $Fe \rightarrow a = \dfrac{2,25}{5.0,15} = 3$
- $CO_2 \rightarrow a = \dfrac{3}{5.0,15} = 4$

نلاحظ أن العدد الستوكيومتري لكل نوع كيميائي مساوي لمعامل التوجيه الذي يمثل كمية مادته

3- جدول التقدم:

الحالة	التقدم	Fe_3O_4	+ 4 CO	= 3Fe	+ 4 CO_2
ابتدائية	$x=0$	$n_0(CO)$	0	0	0
انتقالية	x	$n_0(CO) - x$	$3x$	$3x$	$4x$
نهائية	x_{max}	$n_0(CO) - x_{max}$	$3x_{max}$	$3x_{max}$	$4x_{max}$

4- ب- المتفاعل المحد:

من البيان نلاحظ أن أكسيد الكربون CO هو المتفاعل المحدد الذي يختفي كليا أولا وعليه هو المتفاعل المحد

ب- التقدم الأعظمي x_{max}:

من البيان أيضا ومن خلال المستقيم الذي يمثل المتفاعل المحد نكون:

$$x_{max} = 0,2 \times 3,75 = 0,75\ mol$$

ج- كميات المادة الابتدائية للمتفاعلات:

من البيان مباشرة

- $n_0(Fe_3O_4) = 1\ mol$
- $n_0(CO) = 3\ mol$

5- ب- التركيب المولي للجملة الكيميائية في الحالة النهائية:

اعتمادا على جدول التقدم:

- $n_f(Fe_3O_4) = n_0(Fe_3O_4) - x_{max} = 1 - 0,75 = 0,25\ mol$
- $n_f(CO) = n_0(CO) - 4x_{max} = 3 - (4 \times 0,75) = 0$
- $n_f(Fe) = 3x_{max} = 3 \times 0,75 = 2,25\ mol$
- $n_f(CO_2) = 4x_{max} = 4 \times 0,75 = 3\ mol$

www.dzexams.com

ب- كمية مادة المتفاعل الموجود بزيادة حتى يكون المزيج الابتدائي ستوكيومتري :

كمية مادة المتفاعل المحد الابتدائية هي $n_0(Fe_3O_4) = 0,25 mol$

وعليه :

$$\frac{0,25}{1} = \frac{n_0(CO)}{4} \rightarrow n_0(CO) = 4 \times 0,25 = 1 mol$$

التمرين (8) : (التمرين : 017 في بنك التمارين على الموقع) (**)

نمزج في اللحظة $t = 0s$ حجما $V_1 = 60 mL$ من محلول حمض الأوكساليك $H_2C_2O_4$ $_{(aq)}$ تركيزه المولي C_1 مجهول مع حجم $V_2 = 40 mL$ من محلول بيكرومات البوتاسيوم $(2K^+_{(aq)} + Cr_2O_7^{2-}{}_{(aq)})$ تركيزه المولي $C_2 = 0.2 mol.L^{-1}$ ، التفاعل الكيميائي المنمذج للتحول الكيميائية الحادث يعطى بالمعادلة الكيميائية التالية :

$$3H_2C_2O_4 + Cr_2O_7^{2-} + 8H^+ = 6CO_2 + 2Cr^{3+} + 7H_2O$$

1- أحسب الكمية الابتدائية لشوارد البيكرومات $Cr_2O_7^{2-}{}_{(aq)}$:

2- أكمل جدول تقدم التفاعل الحادث التالي :

الحالة	التقدم	$3H_2C_2O_4$	+ $Cr_2O_7^{2-}$	+ $8H^+$	= $6CO_2$	+ $2Cr^{3+}$	+ $7H_2O$
ابتدائية	x = 0	$n_0(H_2C_2O_4)$	$n_0(Cr_2O_7^{2-})$	بوفرة	0	0	بوفرة
انتقالية	x						
نهائية	x_{max}						

3- إذا علمت أن التركيز المولي للشوارد Cr^{3+} في نهاية التفاعل هو $[Cr^{3+}]_f = 4.10^{-2} mol/L$ ، أحسب التقدم الأعظمي x_{max} .

4- بين أن المتفاعل المحد هو حمض الأوكساليك $H_2C_2O_4$ علما أن H^+ بوفرة .

5- أوجد التركيز المولي الابتدائي لمحلول حمض الأوكساليك C_1 .

6- أحسب في نهاية التفاعل حجم غاز ثنائي أكسيد الكربون CO_2 الناتج في الشرطين النظاميين و كذا تركيزه المولي في المزيج .

الأجوبة :

1- حساب $n_0(Cr_2O_7^{2-})$:

$$n_0(Cr_2O_7^{2-}) = C_2V_2 = 0.2 \cdot 0.04 = 8 \cdot 10^{-3} mol$$

2- جدول التقدم :

الحالة	التقدم	$3H_2C_2O_4$	+ $Cr_2O_7^{2-}$	+ $8H^+$	= $6CO_2$	+ $2Cr^{3+}$	+ $7H_2O$
ابتدائية	x = 0	$n_0(H_2C_2O_4)$	$n_0(Cr_2O_7^{2-})$	بوفرة	0	0	بوفرة
انتقالية	x	$n_0(H_2C_2O_4 - 3x$	$n_0(Cr_2O_7^{2-}) - x$		6x	2x	
نهائية	x_{max}	$n_0(H_2C_2O_4 - 3x_{max}$	$n_0(Cr_2O_7^{2-}) - x_{max}$		$6x_{max}$	$2x_{max}$	

3- قيمة x_{max} :

$$[Cr^{3+}]_f = \frac{n_f(Cr^{3+})}{V_1 + V_2}$$

www.dzexams.com

من جدول التقدم : $n_f(Cr^{3+}) = 2x_{max}$ و منه :

$$[Cr^{3+}]_f = \frac{2x_{max}}{V_1 + V_2} \rightarrow x_{max} = \frac{[Cr^{3+}]_f (V_1 + V_2)}{2}$$

$$x_{max} = \frac{4 . 10^{-2} (0.06 + 0.04)}{2} = 2 . 10^{-3} \text{ mol}$$

4- إثبات أن حمض الأوكساليك $H_2C_2O_4$ هو المتفاعل المحد :

نحسب $n_f(Cr_2O_7^{2-})$ بالاعتماد على جدول التقدم :

$$n_f (Cr_2O_7^{2-}) = n_0 (Cr_2O_7^{2-}) - x_{max}$$
$$n_f (Cr_2O_7^{2-}) = 8 . 10^{-3} - 2 . 10^{-3} = 6 . 10^{-3} \text{ mol}$$

نلاحظ أن $n_f(Cr_2O_7^{2-}) \neq 0$ ، نستنتج أن المتفاعل المحد هو $H_2C_2O_4$.

5- قيمة C_1 :

بما أن $H_2C_2O_4$ متفاعل محد يكون بالاعتماد على جدول التقدم :

$$n_0(H_2C_2O_4) - 3 x_{max} = 0$$

$$C_1V_1 - 3x_{max} = 0 \rightarrow C_1 = \frac{3x_{max}}{V_1} \rightarrow C_1 = \frac{3(2 . 10^{-3})}{60 . 10^{-3}} = 0.1 \text{ mol/L}$$

6- حجم CO_2 الناتج في نهاية التفاعل :

- من جدول التقدم :

$$n_f(CO_2) = 6 x_{max} = 6 . 2 . 10^{-3} = 1.2 . 10^{-2} \text{ mol}$$

لدينا :

$$n_f (CO_2) = \frac{V(CO_2)}{V_M} \rightarrow V(CO_2) = V_M . n_f(CO_2)$$

و منه :

$$V(CO_2) = 22,4 . 1,2 . 10^{-2} \approx 0.27 \text{ L}$$

▪ تركيز CO_2 في المزيج :

$$[CO_2]_f = \frac{n_f (CO_2)}{V_1 + V_2}$$

وجدنا سابقا $n_f(CO_2) = 1,2 . 10^{-2}$ mol و منه :

$$[CO_2]_f = \frac{1.2 . 10^{-2}}{0.06 + 0.04} = 0.12 \text{ mol/L}$$

التمرين (9) : (التمرين : 026 في بنك التمارين على الموقع) (**)



1- بعض النظارات تحتوي على الزجاج الفوتوكرومي و هو عبارة زجاج يكون معتم في الضوء و أوضح في الظلام ، هذه الظاهرة راجعة لتفاعلات كيميائية . خلال أول تفاعل تحت تأثير الأشعة فوق البنفسجية يعطي كلور الفضة AgCl معدن الفضة Ag و غاز الكلور Cl_2 ، فيصبح الزجاج الذي يحتوي على كلور الفضة معتما ، خلال تفاعل ثاني لما تنقص شدة الضوء ، يتفاعل الكلور مع كلور النحاس I (موجود في الزجاج) و الذي صيغته

www.dzexams.com

CuCl لإعطاء كلور النحاس II ذو الصيغة $CuCl_2$. في تفاعل ثالث عندما يضعف الإشعاع فوق البنفسجي ، كلور النحاس II يتفاعل مع الفضة المعدنية لإعطاء كلور الفضة و كلور النحاس I . الزجاج يصبح أوضح .

- أكتب معادلات هذه التفاعلات الثلاثة .

2- نعتبر التفاعل الكيميائي المنمذج بالمعادلة الكيميائية التالية :

$$2Al + 3S = Al_2S_3$$

أ- مثل جدول تقدم التفاعل .

ب- نمزج في اللحظة $t = 0$ n_1 mol من الألمنيوم مع n_2 mol من الكبريت S ، نحصل في نهاية التفاعل على 30 mol من كبريتات الألمنيوم Al_2S_3 ، إذا علمت أن التفاعل في شروط ستوكيومترية ، أحسب :

- التقدم الأعظمي x_{max} .
- كمية كل من مادة الألمنيوم Al و الكبريت S التي ينبغي استعمالها .

جـ- مزيج آخر نستعمل كتلة $m_0(Al) = 43.2$ g من الألمنيوم و $m_0(S)$ من الكبريت ، أحسب قيمة $m_0(S)$ حتى يكون التفاعل في شروط ستوكيومترية .

يعطى : $M(S) = 32$ g/mol ، $M(Al) = 27.0$ g/mol .

الأجوبة :

1- معادلات التفاعل :

$$2AgCl = 2Ag + Cl_2$$
$$2CuCl + Cl_2 = 2CuCl_2$$
$$CuCl_2 + Ag = AgCl + CuCl$$

2- أ- جدول التقدم :

الحالة	التقدم	$2Al$	+ $3S$	= Al_2S_3
ابتدائية	$x=0$	$n_0(Al)$	$n_0(S)$	0
انتقالية	x	$n_0(Al) - 2x$	$n_0(S) - 3x$	x
نهائية	x_{max}	$n_0(Al) - 2x_m$	$n_0(S) - 3x_m$	x_{max}

ب- التقدم الأعظمي :

كمية مادة Al_2S_3 الناتجة هي $n_f(Al_2S_3) = 30$ mol ومن جدول التقدم :

$n_f(Al_2S_3) = x_{max} \rightarrow x_{max} = n_f(Al_2S_3) = 30$ mol

- كمية مادة Al و S اللازمة لاستعمالها :

بما أن التفاعل في شروط ستوكيومترية يجب أن يكون :

- $n_0(Al) - 2x_{max} = 0 \rightarrow n_0(Al) = 2x_{max} = 2 \times 30 = 60$ mol
- $n_0(S) - 3x_{max} = 0 \rightarrow n_0(S) = 3x_{max} = 3 \times 30 = 90$ mol

www.dzexams.com

- كمية مادة Al و S اللازمة لاستعمالها:

بما أن التفاعل في شروط ستوكيومترية يجب أن يكون :

- $n_0(Al) - 2x_{max} = 0 \rightarrow n_0(Al) = 2x_{max} = 2 \times 30 = 60\ mol$
- $n_0(S) - 3x_{max} = 0 \rightarrow n_0(S) = 3x_{max} = 3 \times 30 = 90\ mol$

- كتلة الكبريت m_0 حتى يكون التفاعل في شروط ستوكيومترية

حتى يكون التفاعل في شروط ستوكيومترية يجب أن يتحقق :

$$\frac{n_0(Al)}{2} = \frac{n_0(S)}{3} \rightarrow \frac{\frac{m_0(Al)}{M(Al)}}{2} = \frac{\frac{m_0(S)}{M(S)}}{3} \rightarrow \frac{m_0(Al)}{2M(Al)} = \frac{m_0(S)}{3M(S)}$$

$$m_0(S) = \frac{3M(S) \times m_0(Al)}{2M(Al)} = \frac{3 \times 32 \times 43,2}{2 \times 27} = 76,8\ g$$

** الأستاذ : فرقاني فارس **
ثانوية مولود قاسم نايت بلقاسم
الخروب - قسنطينة
Fares_Fergani@yahoo.Fr

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

لتحميل نسخة من هذا الملف و للمزيد . أدخل موقع الأستاذ :

www.sites.google.com/site/faresfergani

www.dzexams.com