najah213.com · نجاح 213

# سلاسل المنجد - دروس و تمارين

# علوم فيزيائية

1AS

جذع مشترك علوم و تكنولوجيا

## 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

فروض واختبارات مع الحلول لكل المستويات — مجاناً

najah213.com

najah213.com · نجاح 213








فروض واختبارات مع الحلول لكل المستويات — مجاناً
najah213.com

najah213.com · نجاح 213

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- الحملة 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 ($\ell$) ، 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 .



فروض واختبارات مع الحلول لكل المستويات — مجاناً
najah213.com

najah213.com · نجاح 213



**• 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 .



فروض واختبارات مع الحلول لكل المستويات — مجاناً
najah213.com

najah213.com · نجاح 213



▪ 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 .



فروض واختبارات مع الحلول لكل المستويات — مجاناً
najah213.com

najah213.com · نجاح 213



- 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 :

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



فروض واختبارات مع الحلول لكل المستويات — مجاناً
najah213.com

najah213.com · نجاح 213



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 :

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



فروض واختبارات مع الحلول لكل المستويات — مجاناً
najah213.com

najah213.com · نجاح 213



لدينا :

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

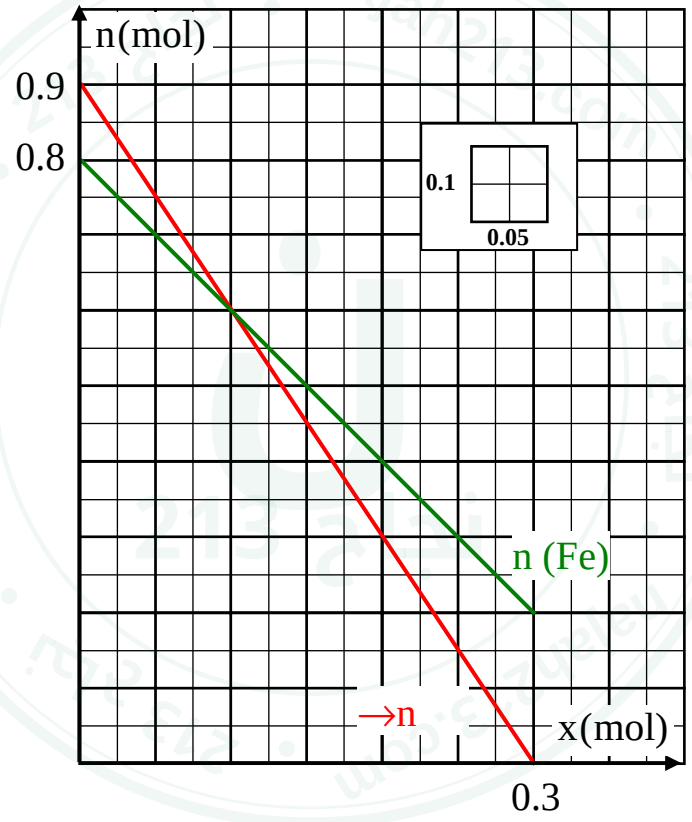
و منه :

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

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 .



فروض واختبارات مع الحلول لكل المستويات — مجاناً
najah213.com

najah213.com · نجاح 213



أنشئ جدولا لتقدم التفاعل .

2- اعتمادا على البيان :

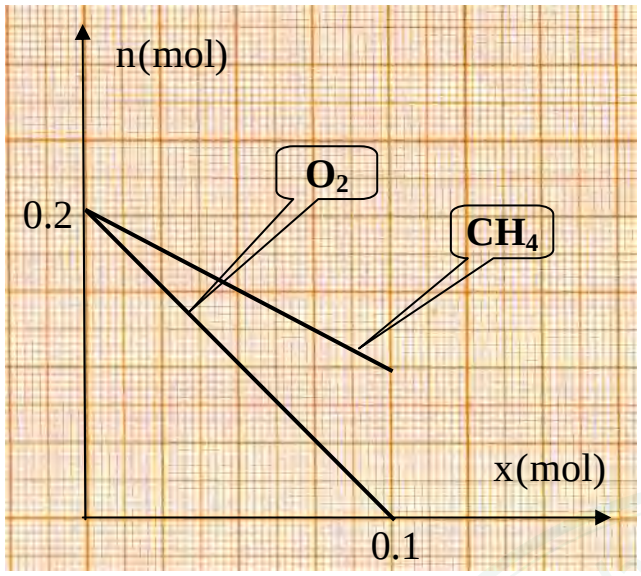
أ- عين كميتي المادة الابتدائية لكل من الميثان $CH_4$ و ثنائي الأكسجين $O_2$ .

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 :

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



فروض واختبارات مع الحلول لكل المستويات — مجاناً
najah213.com

najah213.com · نجاح 213



لدينا :

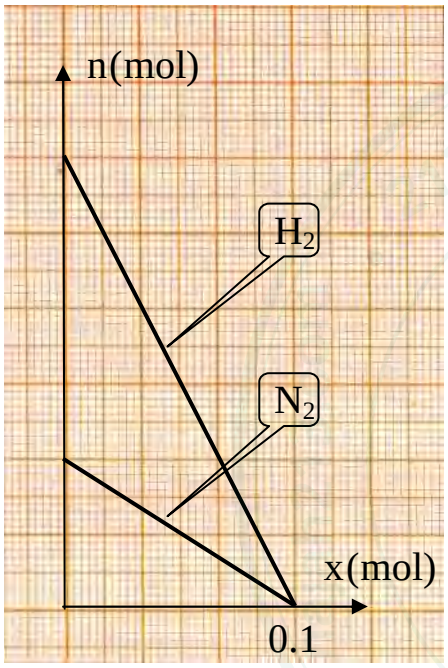
$$n_f(CO_2) = \frac{V(CO_2)}{V_M} \rightarrow V(CO_2) = n_f(CO_2) \cdot V_M$$

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 الهيد وجين $H_2$ 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 :

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



فروض واختبارات مع الحلول لكل المستويات — مجاناً
najah213.com

najah213.com · نجاح 213



- 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 :

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

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

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

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

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 :

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

و لدينا :

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

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

جـ- كتلة غاز الهيدروجين المتفاعلة في نهاية التفاعل :

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

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

و لدينا :

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

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

7- المنحنى $n(NH_3) = f(x)$ :

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

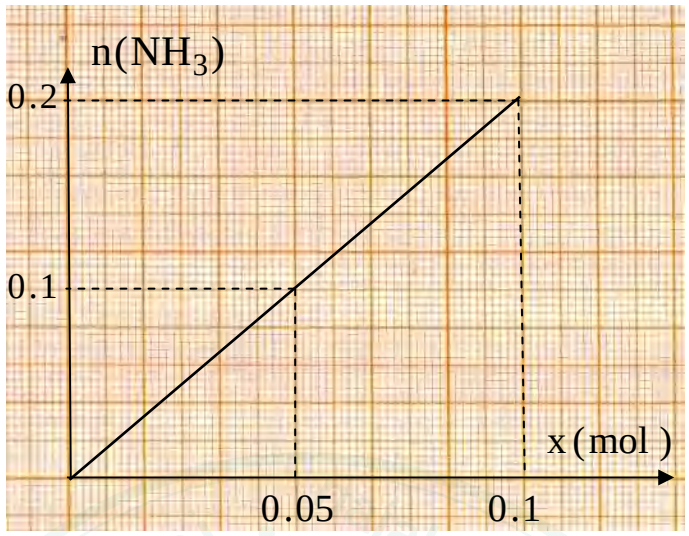


فروض واختبارات مع الحلول لكل المستويات — مجاناً
najah213.com

najah213.com · نجاح 213



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




## 3- التراكيز المولية لمحلول بشوارده

**• 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 :

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



فروض واختبارات مع الحلول لكل المستويات — مجاناً
najah213.com

najah213.com · نجاح 213



**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 – 2$x_{max}$ | 0,36 – 3$x_{max}$ | 2$x_{max}$ | 3$x_{max}$ |

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



فروض واختبارات مع الحلول لكل المستويات — مجاناً
najah213.com

najah213.com · نجاح 213



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 $\left[Al^{+3}\right]_f$ في نهاية التفاعل :

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

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 :

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

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 : $Al_2(SO_4)_3$



فروض واختبارات مع الحلول لكل المستويات — مجاناً
najah213.com

najah213.com · نجاح 213



**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 :

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

من جدول التقدم و عند نهاية التفاعل يكون :

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

4- أ- كتلة الألمنيوم الابتدائية :

الألمنيوم إختفى كليا في نهاية التفاعل و عليه يكون :

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



فروض واختبارات مع الحلول لكل المستويات — مجاناً
najah213.com

najah213.com · نجاح 213



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 :

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



فروض واختبارات مع الحلول لكل المستويات — مجاناً
najah213.com

najah213.com · نجاح 213



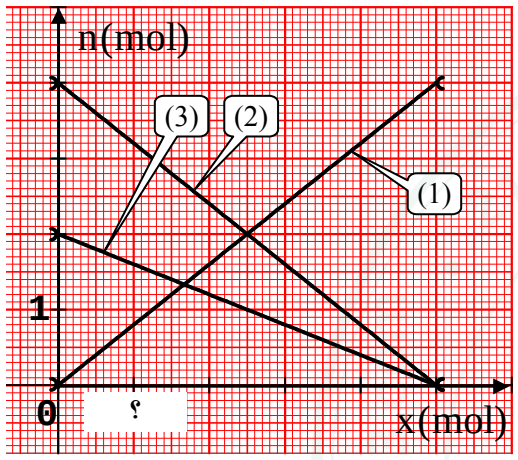
# 4- تمارين متنوعة

**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 :

المنحنى (1) ← $n(H_2O)$

المنحنى (2) ← $n(H_2)$

- 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 | $x_{max}$ | $4 - 2x_{max}$ | $2 - x_{max}$ | $2x_{max}$ |



فروض واختبارات مع الحلول لكل المستويات — مجاناً
najah213.com

najah213.com · نجاح 213



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 :

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

طريقة (2) :

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

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

سلم الرسم التاقص :

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

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

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

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 :

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

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 :

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

لدينا :

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

و منه :

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



فروض واختبارات مع الحلول لكل المستويات — مجاناً
najah213.com

najah213.com · نجاح 213



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 :

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

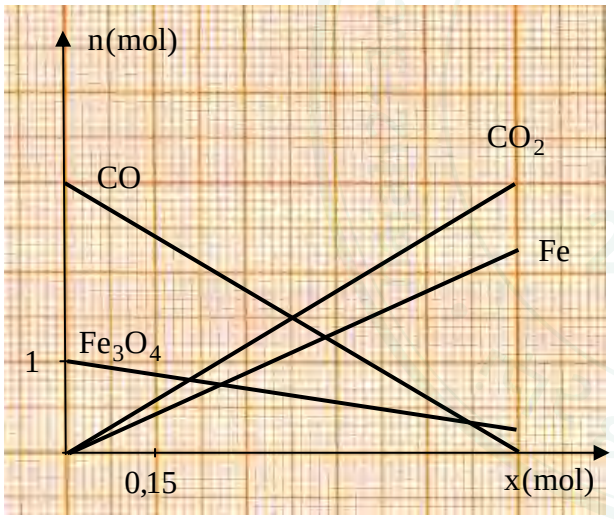
$n(H_2) = n(H_2O) \rightarrow 4 - 2x = 2x$

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

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 :**

1- معادلة التفاعل :

$Fe_3O_4 + 4\,CO = 3\,Fe + 4\,CO_2$

2- المقارنة بين العدد الستوكيومتري لكل نوع كيميائي ومعامل توجيه المستقيم الذي يمثل كمية مادته :

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



فروض واختبارات مع الحلول لكل المستويات — مجاناً
najah213.com

najah213.com · نجاح 213



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

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 $CO_2$ | | | |
|---|---|---|---|---|---|
| الابتدائية | $x=0$ | $n_0(CO)$ | 0 | 0 | 0 |
| التفاعلية | $x$ | $n_0(CO) - x$ | $3x$ | $3x$ | $4x$ |
| النهائية | $x_{max}$ | $n_0(CO) - x_{max}$ | $3x_{max}$ | $3x_{max}$ | $4x_{max}$ |

4- أ- المتفاعل المحد:

من البيان نلاحظ أن أكسيد الكربون CO هو المتفاعل المحدّ 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- أ- التركيب المولي للجملة الكيميائية في الحالة النهائية:

اعتمادا على جدول التقدم:

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



فروض واختبارات مع الحلول لكل المستويات — مجاناً
najah213.com

najah213.com · نجاح 213



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

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 $n_0(Cr_2O_7^{2-})$ :

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

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 | $x$ | $n_0(H_2C_2O_4 - 3\ x$ | $n_0(Cr_2O_7^{2-}) - x$ | | $6x$ | $2x$ | |
| نهائية | $x_{max}$ | $n_0(H_2C_2O_4 - 3\ x_{max}$ | $n_0(Cr_2O_7^{2-}) - x_{max}$ | | $6x_{max}$ | $2x_{max}$ | |

3- قيمة $x_{max}$ :

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



فروض واختبارات مع الحلول لكل المستويات — مجاناً
najah213.com

najah213.com · نجاح 213



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



فروض واختبارات مع الحلول لكل المستويات — مجاناً
najah213.com

najah213.com · نجاح 213



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 استعمالها :

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



فروض واختبارات مع الحلول لكل المستويات — مجاناً
najah213.com

najah213.com · نجاح 213



- كمية مادة Al ، 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



فروض واختبارات مع الحلول لكل المستويات — مجاناً
najah213.com