**سلسلة دروس و تمارين محلولة - أولى ثانوي – علوم فيزيائية**

**إعداد الأستاذ : فرقاني فارس**

# عرض نظري مفصل

11

**المادة و تحولاتها**

**المقاربة الكمية لتفاعل كيميائي**

**الشعبة : جذع مشترك علـوم و تكنولوجيـــا**

**********

www.sites.google.com/site/faresfergani

تاريخ آخر تحديث : 2013/03/22

## 1- 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 $H_2O_{(l)}$ عديمة اللون .

## 2- تطور جملة كيميائية :

### أ- 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 ، و نقول عندئذ أن الجملة الكيميائية انتقلت من حالة ابتدائية إلى حالة نهائية مرورا بحالة انتقالية .
- الحالة الإبتدائية لجملة كيميائية هي حالة الجملة قبل حدوث التحول الكيميائي .
- الحالة النهائية لجملة هي حالة الجملة الكيميائية بعد توقف تطور التحول الكيميائي .

### ب- 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 .
- 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 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 الكامل لمعادلة التفاعل الكيميائي .

**أمثلـــة:**

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

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

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

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

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

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

## 3- 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 (مقدارا بالمول mol) والذي يمكن توضيحه كالتالي:

- نعتبر التحول الكيميائي المتمثل احتراق الميثان بغاز الأكسجين 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 .

▪ 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 بالمول (mol) و يستعمل في المستوى العياني فقط .

## 4- جدول التقدم و التقدم النهائي :

**نشاط :**

لتحضير أكلة (S) نحتاج إلى 2 حبة بطاطا (P) ، 1 حبة بصل ، 3 حبة طماطم (T) ، يمكن نمذجة هذه العملية بالمعادلة التالية :

$$2P + O + 3T = S$$

تحضر هذه الأكلة في محل يعمل من الساعة 10 صباحا إلى الساعة الرابعة مساءا ، و يوجد بداخل هذا المحل صندوق بطاطا ، صندوق بصل ، صندوق طماطم حيث يحتوي كل صندوق على 30 حبة .

1- باعتبار x هو عدد الأكلات المحضرة في لحظة ما ، أكمل الجدول التالي الذي يدعى جدول التقدم و الذي يعبر عن عدد الأكلات x المحضرة و عدد حبات الخضر (بطاطا ، بطل ، طماطم) المتبقية . أكمل هذا الجدول .

| اللحظة | التقدم | عدد الأكلات المحضرة و حبات الخضار المتبقية | | | |
|---|---|---|---|---|---|
| | | 2P + | O + | 3T = | S |
| 10 صباحا | x = 0 | 30 | 30 | 30 | 0 |
| لحظة كيفية | x | | | | |
| 4 مساءا | $x_f$ | | | | |

2- ما هو العدد الأعظمي $x_{max}$ لعدد الأكلات التي يمكن تحضيرها .

3- ما هو عدد الأكلات المحضرة على الساعة الرابعة مساءا (نهاية عملية تحضير الأكلات) إذا توقف عملية تحضير الأكلات بسبب نفاذ الطماطم ، قارن هذا العدد بالعدد الأعظمي $x_{max}$ ، ماذا تستنتج ؟

4- ما هو عدد الأكلات المحضرة على الساعة الرابعة مساءا عندما تتبقى 20 حبة بطاطا ، قارن هذا العدد بالعدد الأعظمي $x_{max}$ ، ماذا تستنتج ؟

5- كم يجب أن يكون عدد حبات البطاطا و عدد حبات البصل في الصندوق حتى لا يتبقى أي من الخضر على الساعة الرابعة مساءا (نهاية عملية تحضير الأكلات) علما أن عدد حبات الطماطم في الحالة الابتدائية (10 صباحا) هو $n_0(T) = 30$ .

**تحليل النشاط :**

1- إكمال الجدول :

| اللحظة | التقدم | عددالأكلات المحضرة و حبات الخضار المتبقية | | | |
|---|---|---|---|---|---|
| | | 2P + O + 3T = S | | | |
| 10 صباحا | x = 0 | 30 | 30 | 30 | 0 |
| لحظة كيفية | x | 30 - 2x | 30 - x | 30 - 3x | x |
| 4 مساءا | $x_f$ | 30 - $2x_f$ | 30 - $x_f$ | 30 - $3x_f$ | $x_f$ |

2- العدد الأعظمي $x_{max}$ لعدد الأكلات التي يمكن تحضيرها :

- إذا نفذت البطاطا يكون :

$30 - 2x = 0 \rightarrow x = 15$

- إذا نفذ البصل يكون :

$30 - x = 0 \rightarrow x = 30$

- إذا نفذت الطماطم يكون :

$30 - 3x = 0 \rightarrow x = 10$

هذا يعني أن الطماطم تنفذ قبل نفاذ البطل و البطاطا و بالتالي لا يمكن تحضير أكثر من 10 أكلات ، إذن العدد الأعظمي لعدد الأكلات التي يمكن تحضيرها هو $x_{max} = 10$ .

3- عدد الأكلات المحضرة على الساعة الرابعة مساءا (نهاية تحضير الأكلات) إذا نفذت الطماطم :

من جدول التقدم ، عندما تنفذ الطماطم يكون :

$30 - 3x_f = 0 \rightarrow x_f = 10$

- نلاحظ أن $x_f = x_{max}$ أي أن التقدم النهائي يكون مساوي للتقدم الأعظمي عندما تتوقف عملية تحضير الأكلات بنفاذ أحد الخضر .

4- عدد الأكلات المحضرة على الساعة الرابعة مساءا عندما تتبقى 20 حبة بطاطا :

- نحسب قيمة التقدم x (عدد الأكلات المحضرة) عندما تتبقى 20 حبة بطاطا .

- من جدول التقدم ، عنما تتبقى 20 حبة طماطم على الساعة الرابعة مساءا يكون :

$30 - 3x_f = 12 \rightarrow 3x_f = 30 - 12 = 18 \rightarrow x_f = 6$

- نلاحظ في هذه الحالة أن $x_f < x_{max}$ .

- نستنتج أنه عندما لا ينفذ أي من الخضر يكون التقدم النهائي أقل من التقدم الأعظمي $x_f < x_{max}$ .

5- عدد حبات البطاطا و عدد حبات البصل في الصندق حتى لا يتبقى أي من الخضر :

باعتبار $N_{0P}$ عدد حبات البطاطا الإبتدائية ، $N_{0O}$ عدد حبات البصل الإبتدائية، $N_{0T}$ و بما أن عدد حبات الطماطم هو 30 يكون جدول التقدم كما يلي في هذه الحالة :

| اللحظة | التقدم | عددالأكلات المحضرة و حبات الخضار المتبقية | | | |
|---|---|---|---|---|---|
| | | 2P + O + 3T = S | | | |
| 10 صباحا | x = 0 | $N_{0P}$ | $N_{0O}$ | 30 | 0 |
| لحظة كيفية | x | $N_{0P}$ - 2x | $N_{0O}$ - x | 30 - 3x | x |
| 4 مساءا | $x_f$ | $N_{0P}$ - $2x_f$ | $N_{0O}$ - $x_f$ | 30 - $3x_f$ | $x_f$ |

- عندما تختفي كليا الطماطم يكون :

$30 - 3x_f = 0 \rightarrow x_f = 10$

- و لكي تختفي كليا البطاطا يجب أن يكون :

$N_{0P} - 2x_f = 0 \rightarrow N_{0P} = 2x_f = 2 \,.\, 10 = 20$

- و لكي يختفي كليا البصل يجب أن يكون :

$N_{0O} - x_f = 0 \rightarrow N_{0O} = x_f = 10$

إذن لكي لا يتبقى أحد من الخضار عند أخذ 30 حبة طماطم يجب أن يكون عدد حبات البطاطا هو 30 و عدد حبات البصل هو 10 .

**نتيجة - تعريف :**

- جدول التقدم هو عبارة عن جدول وصفي للجملة يمكن من خلاله تناول الحصيلة الكمية من حالة ابتدائية إلى حالة نهائية ، مرورا بحالة انتقالية لحظية .

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

- يسمى العدد الأعظمي للأكلات التي يمكن تحضيرها بالتقدم الأعظمي و الخضر التي كانت سبب في توقف عملية تحضير الأكلات يدعى الخضر المحد ، و بالمثل 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 .

- عدد الأكلات المحضرة إلى غاية الساعة الرابعة مساءا (لحظة انتهاء عملية تحضير الأكلات) بالتقدم النهائي يرمز له بـ $x_f$ ، و التقدم النهائي يكون مساوي للتقدم الأعظمي عنما يتوقف تحضير الأكلات بسبب نفاذ أحد الخضر ، بينما يكون أقل من التقدم الأعظمي عندما لا ينفذ أحد من الخضر ، و بالمثل 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 ، بينما إذا لم يختفي أحد من المتفاعلات كليا عندما يتوقف تطور التفاعل يكون التقدم النهائي $x_f$ أقل من التقدم الأعظمي $x_{max}$ ، و يقال عن هذا التفاعل أنه غير تام ، يمكن اختصار هذا القول فيما يلي :

- تفاعل تام $\leftarrow x_f = x_{max}$ .
- تفاعل غير تام $\leftarrow x_f < x_{max}$ .

- إذا اختفى كل الخضر في نهاية التفاعل ، و بالمثل 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 التحول الكيميائي المنمذج بهذا التفاعل يكون في الشروط الستوكيومترية إذا تحقق :

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

**مثال-1 :**

- نعتبر التحول الكيميائي التام المتمثل في اصطناع غاز النشادر انطلاقا من غاز الهيدروجين $H_2$ وغاز الآزوت $N_2$ ، هذا التحول يحدث فيه تفاعل كيميائي وحيد منمذج بالمعادلة الكيميائية التالية :

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

- نصف حالة الجملة في ثلاث مراحل ، في بداية التفاعل ، خلال التفاعل ، في نهاية التفاعل كما موضح في جدول التقدم التالي ، حيث نعتبر في الحالة الابتدائية أن الجملة الكيميائية تتكون من(1 mol) من غاز الآزوت $N_2$ ، (4 mol) من غاز الهيدروجين $H_2$ .

| 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 $t_f$ | $x_f = x_{max}$ | 0 | 2 | 2 |

- إذا اختفى غاز الآزوت في نهاية التفاعل يكون :

$$1 - x = 0 \rightarrow x = 1\ mol$$

- إذا اختفى غاز الهيدروجين في نهاية التفاعل يكون :

$$4 - 3x = 0 \rightarrow x = \frac{4}{3} = 1.33\ mol$$

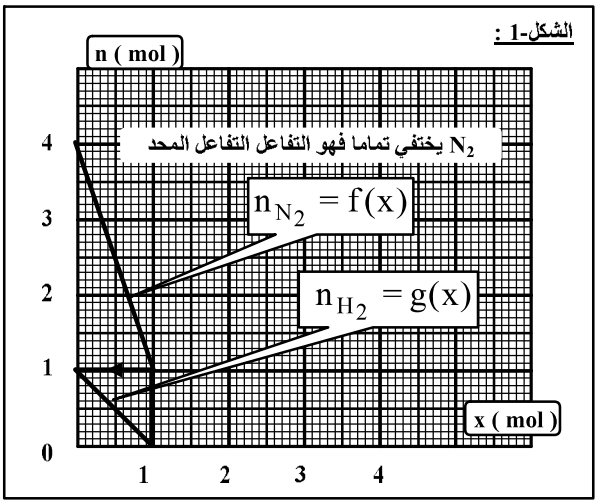
- إذن $x_{max} = 1\ mol$ و المتفاعل المحد هو غاز الأزوت .
- بما أن التفاعل تام يكون : $x_f = x_{max} = 1\ mol$ .
- نرسم البيانين $n(N_2) = f(x)$ ، $n(H_2) = g(x)$ في نفس المعلم حيث :

$$n_{N_2} = 1 - x = f(x)$$

$$n_{H_2} = 4 - 3x = g(x)$$

فنحصل على البيانين (المستقيمين) التاليين :

الشكل-1 :




**مثال-2 :**

- في التفاعل السابق المنمذج بالمعادلة الكيميائية التالية :

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

إذا اعتبرنا الجملة الكيميائية تتكون في اللحظة $t = 0$ (المرحلة الإبتدائية) من 1 mol من غاز الأزوت $N_2$ و 3 mol من غاز الهيدروجين $H_2$ يكون جدول تقدم التفاعل كما يلي :

| حالة الجملة | التقدم x (mol) | $N_{2\,(g)}$ + | $3\,H_{2\,(g)}$ = | $2\,NH_{3\,(g)}$ |
|---|---|---|---|---|
| | | $n_{N2}$ | $n_{H2}$ | $n_{NH3}$ |
| ابتدائية | x = 0 | 1 | 3 | 0 |
| انتقالية | x | 1 - x | 3 – 3x | 2x |
| نهائية | $x_f$ | $1 - x_f$ | $3 - 3x_f$ | $2x_f$ |
| | $x_f = 1\ mol$ | 0 | 0 | 2 mol |

- إذا اختفى غاز الآزوت في نهاية التفاعل يكون :

$$1 - x = 0 \rightarrow x = 1\ mol$$

- إذا اختفى غاز الهيدروجين في نهاية التفاعل يكون :

$$3 - 3x = 0 \rightarrow x = \frac{3}{3} = 1\ mol$$

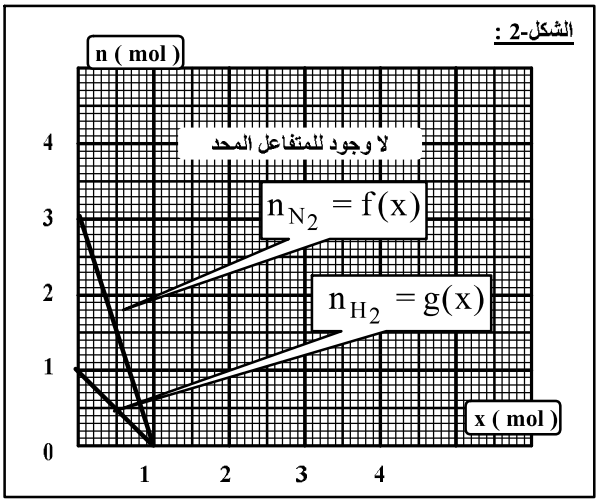
- إذن $x_{max} = 1\ mol$ و لا وجود لمتفاعل محد أي أن التفاعل في الشروط الستوكيومترية .
- بما أن التفاعل تام يكون : $x_f = x_{max} = 1\ mol$ .
- نرسم البيانين $n(N_2) = f_1(x)$ ، $n(H_2) = f_2(x)$ في نفس المعلم حيث :

$$n_{N_2} = 1 - x = f(x)$$

$$n_{H_2} = 3 - 3x = g(x)$$

فنحصل على البيانين (المستقيمين) التاليين :

الشكل-2 :




## 6- التركيز المولي لمحلول بشوارده :

### أ- تعريف التركيز المولي للمحلول بشوارده :

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 $\left[A^{n+}\right]$ ، $\left[B^{m-}\right]$ بالعلاقة :

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

حيث $n(A^{n+})$ ، $n(B^{m-})$ هي كمية المادة لكل من $A^{n+}$ و $B^{m-}$ في المحلول الناتج .

**ب- العلاقة بين التركيز المولي للمحلول بالتركيز المولي للمحلول بشوارده :**

نمثل جدول التقدم للتفاعل المنمذج لانحلال النوع الكيميائي $A_\alpha B_\beta$ في الماء المقطر .

| الحالة | التقدم | $A_\alpha B_\beta$ = | $\alpha\ A^{n+}$ + | $\beta\ B^{m-}$ |
|---|---|---|---|---|
| ابتدائية | $x = 0$ | $n_0$ | 0 | 0 |
| انتقالية | $x$ | $n_0 - x$ | $\alpha\ x$ | $\beta\ x$ |
| نهائية | $x_f$ | $n_0 - x_f$ | $\alpha\ x_f$ | $\beta\ x_f$ |

- لدينا :

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

$$\left[A^{+n}\right] = \frac{n(A^{+n})}{V} \rightarrow \left[A^{n+}\right] = \frac{\alpha\ x_f}{V}$$

$$\left[B^{m-}\right] = \frac{n(B^{m-})}{V} \rightarrow \left[B^{m-}\right] = \frac{\beta\ x_f}{V}$$

من جدول التقدم و في حالة أن التفاعل تام بمعنى النوع الكيميائي $A_\alpha B_\beta$ إنحل كليا في الماء يكون :

$$n_0 - x_f = 0 \rightarrow x_f = n_0$$

ليصبح :

$$\left[A^{n+}\right] = \frac{\alpha\ x_f}{V} \rightarrow \left[A^{n+}\right] = \frac{\alpha\ n_0}{V} = \alpha\frac{n_0}{V} \rightarrow \left[A^{n+}\right] = \alpha\ C$$

$$\left[B^{m-}\right] = \frac{\beta\ x_f}{V} \rightarrow \left[B^{m-}\right] = \frac{\beta\ n_0}{V} = \beta\frac{n_0}{V} \rightarrow \left[B^{m-}\right] = \beta\ C$$

**نتيجة :**

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

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

كما يكون أيضا : $\dfrac{\left[A^{n+}\right]}{\left[B^{m-}\right]} = \dfrac{\alpha\ C}{\beta\ C} = \dfrac{\alpha}{\beta}$ و منه يكون :

$$\boxed{\left[A^{n+}\right] = \frac{\alpha}{\beta}\left[B^{m-}\right]}$$

**أمثلة :**

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

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

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

و يكون أيضا :

$$\left[Fe^{+3}\right]=\frac{2}{3}\left[SO_4{}^{-2}\right]$$

- محلول حمض كلور الهيدروجين ( $H_3O^+ + Cl^-$ ) ، تركيزه $C = 0.5\ mol/L$ ، في هذا المحلول يكون :

$$\left[H_3O^+\right]=C=0.5\ \ mol/L$$

$$\left[Cl^-\right]=C=0.5\ mol/L$$

و يكون أيضا :

$$\left[H_3O^+\right]=\left[Cl^-\right]=C$$

**مثال آخر :**

لدينا محلول حمض الكبريت ( $2H_3O^+ + SO_4^{2-}$ ) ، تركيزه المولي بالشوارد $H_3O^+$ مساوي لـ : $10^{-2}\ mol/L$ .

- أوجد C التركيز المولي للمحلول ، وكذلك تركيز المحلول بالشوارد $SO_4^{2-}$ .

الجواب :

من صيغة المحلول يكون : $\left[H_3O^+\right]=2\,C$ ومنه :

$$\left[H_3O^+\right]=2\,C\rightarrow\ C=\frac{\left[H_3O^+\right]}{2}=\frac{10^{-2}}{2}=5.10^{-3}\ mol/L$$

$$\left[SO_4{}^{2-}\right]=C=5.10^{-3}\ mol/L$$

** 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**