Lotphilosophie حصري من إنجاز الأستاذ

تقدم التفاعل و حصيلة المادة للتحول

1ـ مفهوم " تقدم التفاعل " لتحول كيميائي

نشاط ـ1 :

نضع فوق آجورة مزيجا من برادة الحديد و مسحوق الكبريت ، نحرق المزيج بواسطة موقد بنزن .
عند نهاية التحول نلاحظ تشكل كبريت الحديد FeS .
ـ ما هي الحالة الإبتدائية والحالة النهائية ؟

ـ ما هو التفاعل المنمذج للتحول ؟

ـ الحالة الإبتدائية والحالة النهائية

الحالة الإبتدائية		الحالة النهائية
ـ m g من الحديد (Fe) ـ m' g من الكبريت (S)	تحول كيميائي ←	Fe S من كبريت الألومنيوم m" g

ـ التفاعل المنمذج للتحول هو : $Fe_{(S)} + S_{(S)} \rightarrow FeS_{(S)}$

ـ اعط نسب تفاعل المتفاعلات و نسب تشكل النواتج على المستوى المجهري
ـ على المستوى المجهري : 1 جزيء من الحديد Fe يتفاعل مع 1 جزيء من الكبريت S لنحصل على 1 جزيء من FeS .

ـ اعط نسب تفاعل المتفاعلات و نسب تشكل النواتج على المستوى العياني
ـ على المستوى العياني : 1 mol من الحديد Fe يتفاعل مع 1 mol من الكبريت S لنحصل على 1 mol من FeS .

ـ اعط نسب تفاعل المتفاعلات و نسب تشكل النواتج بفترض أن هذا التفاعل تكرر N_A مرة أي 1 mol من المرات
(N_A : عدد أفوغادرو و يمثل عدد قدره 1 mol)
ـ التفاعل تكرر N_A مرة : 1 mol من الحديد Fe يتفاعل مع 1 mol من الكبريت S لنحصل على 1 mol من FeS .

ـ اعط نسب تفاعل المتفاعلات و نسب تشكل النواتج بفترض أن هذا التفاعل تكرر $x(N_A)$ مرة
ـ التفاعل تكرر $x(N_A)$ مرة : x mol من الحديد Fe يتفاعل مع x mol من الكبريت S لنحصل على x mol من FeS .

ـ ماذا يمثل العدد x
ـ يمثل العدد x عدد مرات تكرار حدوث التفاعل الكيميائي . **نسمي العدد x (mol) تقدم التفاعل .**

نشاط ـ2 :

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

ـ اصطناع الماء انطلاقا من غاز الهيدروجين H_2 وغاز الأكسجين O_2 يمتزج بتفاعل ذي المعادلة :

$$2\,H_{2\,(g)} + O_{2\,(g)} \rightarrow 2\,H_2O_{(l)}$$

لمزيد من المواضيع الحصرية ندعوكم لزيارة موقعنا:
http://sites.google.com/site/lotphilosophie

حصري من إنجاز الأستاذ Lotphilosophie

عدد مرات حدوث التفاعل	عدد جزيئات H_2 المختفية	عدد جزيئات O_2 المختفية	عدد جزيئات H_2O المتشكلة	تقدم التفاعل x
1 مرة	2	1	2	/
2 مرة	4	2	4	/
3 مرات . .	6 . .	3 . .	6 . .	/
1 مرة N_A	2 N_A (2 mol)	1 N_A (1 mol)	2 N_A (2 mol)	x = 1 mol
2 مرة N_A	4 N_A (4 mol)	2 N_A (2 mol)	4 N_A (4 mol)	x = 2 mol
3 مرة N_A	6 N_A (6 mol)	3 N_A (3 mol)	6 N_A (6 mol)	x = 3 mol
4 مرة N_A	8 N_A (8 mol)	4 N_A (4 mol)	8 N_A (8 mol)	x = 4 mol

ـ نلاحظ أن تقدم التفاعل x يمثل عدد مرات حدوث التفاعل السابق مقدرا بالمول (mol)

تعريف تقدم التفاعل : Avancement de la réaction

ـ تقدم التفاعل هو مقدار يقدر بـ mol و يعبر عن عدد مرات تكرار التفاعل الكيميائي بين اللحظة (t = 0) و اللحظة (t).

ـ مقدار يستعمل في المجال العياني فقط .

ـ مقدار يعبر عن تطور الجملة خلال التحول الكيميائي.

2ـ جدول تقدم التفاعل

عبارة عن جدول وصفي للجملة يمكن من تناول حصيلة المادة خلال تطور التحول الكيميائي من حالة ابتدائية إلى حالة نهائية .

مثـال ـ1 : إصطناع غاز النشادر :

ـ نمزج a mol من غاز الهيدروجين H_2 مع b mol من غاز الآزوت N_2 ليتشكل غاز النشادر NH_3

الحالة الإبتدائية	تحول كيميائي	الحالة الإنتقالية
n_{H2} = a mol n_{N2} = b mol	⟶	n_{NH3} = ? n_{H2} = ? n_{O2} = ?

ـ معادلة التفاعل المنمذج للتحول : $N_{2\,(g)} + 3\,H_{2\,(g)} \rightarrow 2\,NH_{3\,(g)}$

لنفرض أن تقدم التفاعل في اللحظة (t) هو x (mol) فنقول :

تختفي x (mol) من N_2 و تختفي 3 x (mol) من H_2 ليتشكل 2 x (mol) من NH_3

ـ جدول تقدم التفاعل :

معادلة التفاعل		$N_{2\,(g)}$ +	$3\,H_{2\,(g)}$ →	$2\,NH_{3\,(g)}$
حالة الجملة	التقدم x (mol)	n_{N2}	n_{H2}	n_{NH3}
الحالة الابتدائية t = 0	0	a	b	0
الحالة الإنتقالية t	x	a - x	b - 3 x	2 x

لمزيد من المواضيع الحصرية ندعوكم لزيارة موقعنا:
http://sites.google.com/site/lotphilosophie

Lotphilosophie حصري من إنجاز الأستاذ

مثـال 2 : احتراق البروبان C_3H_8 :

ـ نمزج a mol من غاز البروبان C_3H_8 مع b mol من غاز الآكسجين O_2 ليتشكل غازي ثاني أكسيد الكربون و الماء

ـ معادلة التفاعل المنمذج للتحول :

$$C_3H_{8\,(g)} + 5\,O_{2\,(g)} \rightarrow 3\,CO_{2\,(g)} + 4\,H_2O_{(g)}$$

لنفرض أن تقدم التفاعل في اللحظة (t) هو x (mol) فنقول :

تختفي x (mol) من C_3H_8 و تختفي 5 x (mol) من O_2 ليتشكل 3 x (mol) من CO_2 و 4 x (mol) من H_2O

ـ جدول تقدم التفاعل :

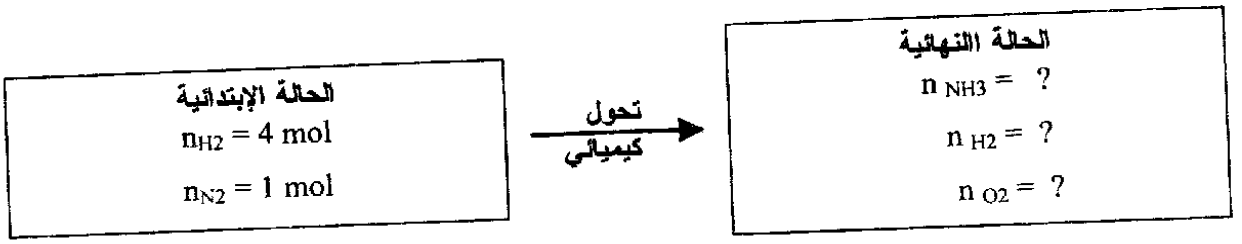
معادلة التفاعل		$C_3H_{8\,(g)}$ +	$3\,H_{2\,(g)}$ →	$3\,CO_{2\,(g)}$ +	$4\,H_2O_{(g)}$
حالة الجملة	التقدم x (mol)	n C_3H_8	n O_2	n CO_2	n H_2O
الحالة الابتدائية t = 0	0	a	b	0	0
الحالة الإنتقالية t	x	a - x	b - 3 x	3 x	4 x

تقدم التفاعل و حصيلة المادة

في تجربة إصطناع غاز النشادر NH_3 :

ـ نمزج 4 mol من غاز الهيدروجين H_2 مع 1 mol من غاز الآزوت N_2 ليتشكل غاز النشادر NH_3

ـ بالإستعانة بجدول تقدم التفاعل صف الحالة النهائية للجملة



1ـ معادلة التفاعل المنمذج للتحول :

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

لنفرض أن تقدم التفاعل في اللحظة (t) هو x (mol) فنقول :

تختفي x (mol) من N_2 و تختفي 3 x (mol) من H_2 ليتشكل 2 x (mol) من NH_3

2ـ جدول تقدم التفاعل و الحالة الإنتقالية للجملة :

معادلة التفاعل		$N_{2\,(g)}$ +	$3\,H_{2\,(g)}$ →	$2\,NH_{3\,(g)}$
حالة الجملة	التقدم x (mol)	n_{N2}	n_{H2}	n_{NH3}
الحالة الابتدائية t = 0	0	1	4	0
الحالة الإنتقالية t	x	1 - x	4 - 3 x	2 x

3ـ إيجاد قيمة التقدم النهائي x_f (أو التقدم الأعظمي x_m)

ـ التقدم النهائي هي حالة الجملة الكيميائية لما يتوقف التفاعل بانتهاء أحد المتفاعلات أو كلاهما معا .

ـ يزداد التقدم x أثناء التحول حتى ينعدم أحد المتفاعلات ، بشرط أن تكون كمية مادة المتفاعل الآخر معدومة أو موجبة عندما يبلغ التقدم حده الأعظمي .

ـ تناسب قيمة التقدم الأعظمي x_m قيمته الصغرى التي تعدم كمية أحد المتفاعلات ، فعندما تناسب الحالة النهائية الإختفاء الكلي لأحد المتفاعلات فيكون التقدم الأعظمي x_m هو التقدم النهائي x_f .

ـ عندما يختفي المتفاعل N_2 (1) تماما ، فإن : $1 - x = 0 \Rightarrow x = 1$ mol

لمزيد من المواضيع الحصرية ندعوكم لزيارة موقعنا:
http://sites.google.com/site/lotphilosophie

Lotphilosophie حصري من إنجاز الأستاذ

عندما نعوض قيمة $x = 1\ mol$ في $4 - 3x = 0$ نجد : $x = 1\ mol$ و هي قيمة موجبة .
ـ عندما يختفي المتفاعل H_2 (2) تماما ، فإن : $4 - 3x = 0 \Rightarrow x = 1{,}33\ mol$

عندما نعوض قيمة $x = 1{,}33\ mol$ في $1 - x = 0$ نجد : $x = -0{,}33\ mol$ و هي قيمة سالبة (مرفوضة) .

إذن N_2 يختفي تماما قبل H_2 ، ندعو القيمة $x = 1\ mol$ **قيمة التقدم النهائي** x_f (**أو التقدم الأعظمي** x_m)
و منه تكون قيمة التقدم النهائي هو : $x_f = 1\ mol$ ، و يسمى N_2 " **المتفاعل المحد** " .

4ـ المتفاعل المحد : Réactif limitant

المتفاعل المحد هو المتفاعل الذي يختفي تماما خلال تحول كيميائي وبالتالي يحد من تطور الجملة في الحالة النهائية.

التقدم النهائي : Avancement final

التقدم النهائي يمثل قيمة التقدم عند الإختفاء التام للمتفاعل المحد و في السنة الأولى نعتبر التقدم الأعظمي يساوي التقدم النهائي (لأننا لا ندرس التوازنات الكيميائية).

ـ وصف الحالة النهائية للجملة

بما أن التفاعل غير عكوس (يحدث في اتجاه واحد) يكون : $x_m = x_f = 1\ mol$
(التقدم الأعظمي = التقدم النهائي) فتكون الحالة النهائية للجملة :

	$n\ N_2$	$n\ H_2$	$n\ NH_3$
$x_{max} = x_f = 1\ mol$	0	1 mol	2 mol

الحالة النهائية للجملة

$n\ NH_3 = 2\ x_f = 2\ mol$

$n\ H_2 = 4 - 3\ x_f = 1\ mol$

$n\ N_2 = 1 - x_f = 0$

5ـ جدول تقدم التفاعل و الحالة النهائية للجملة :

نلخص الحالات الثلاثة للجملة في جدول يسمى " **جدول تقدم التفاعل** " .

معادلة التفاعل		$N_{2\ (g)}$ +	$3\ H_{2\ (g)}$ →	$2\ NH_{3\ (g)}$
حالة الجملة	التقدم x (mol)	n_{N2}	n_{H2}	n_{NH3}
الحالة الابتدائية t = 0	0	1	4	0
الحالة الإنتقالية t	x	1 - x	4 - 3 x	2 x
الحالة النهائية	$x_m = x_f = 1\ mol$	$1 - x_f = 0$	$4 - 3\ x_f = 1$	$2\ x_f = 2$

تطبيقات :

تطبيق ـ 1

نحقق تفاعل احتراق 0,09 mol من الكربون في 0,12 mol من غاز الأكسجين .

ـ اكتب معادلة التفاعل :

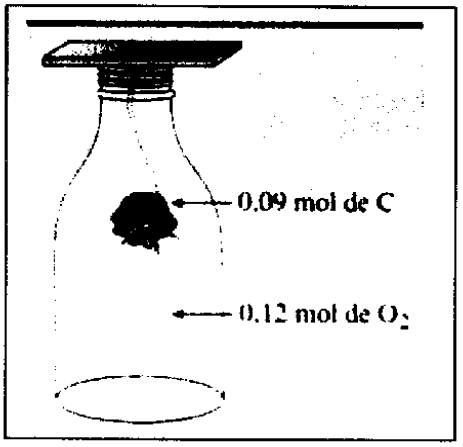
$$C_{(S)} + O_{2\ (g)} \rightarrow CO_{2\ (g)}$$

ـ ينتهي التفاعل عندما تختفي تماما أحد المتفاعلات .
ما هو هذا المتفاعل الذي يدعى المتفاعل المحد ؟

ـ الفرضية الأولى : الكربون هو المتفاعل المحد :
ـ عندما يختفي المتفاعل C (1) تماما ، فإن :

$$0{,}09 - x_m = 0 \Rightarrow x_m = 0{,}09\ mol$$

عندما نعوض قيمة $x_m = 0{,}09\ mol$ في $0{,}12 - x_m = 0$ نجد :



لمزيد من المواضيع الحصرية ندعوكم لزيارة موقعنا:
http://sites.google.com/site/lotphilosophie

Lotphilosophie حصري من إنجاز الأستاذ

$x_m = 0,03$ mol و هي قيمة موجبة .

ـ عندما يختفي المتفاعل (2) O_2 تماما ، فإن : $0,12 - x_m = 0 \Rightarrow x_m = 0,12$ mol

عندما نعوض قيمة $x_m = 0,12$ mol في $0,09 - x_m = 0$ نجد : $x_m = -0,03$ mol و هي قيمة سالبة (مرفوضة) .

إذن الكربون C يختفي تماما قبل O_2 ، ندعو القيمة $x_m = 0,09$ mol قيمة التقدم النهائي x_f (أو التقدم الأعظمي x_m)

و منه تكون قيمة التقدم النهائي هو : $x_f = 0,09$ mol ، و يسمى الكربون C " المتفاعل المحد " .

كما نلاحظ أن $x_m = 0,09$ mol أقل من القيمة $x_m = 0,12$ mol فنستنتج أن :

قيمة التقدم الأعظمي هي القيمة الصغرى التي من أجلها تكون كمية المادة لأحد المتفاعلات معدومة .

جدول تقدم التفاعل و الحالة النهائية للجملة :

معادلة التفاعل		$C_{(S)}$	+ $O_{2(g)}$	→ $CO_{2(g)}$
حالة الجملة	التقدم x (mol)	n C	n O_2	n CO_2
الحالة الابتدائية t = 0	0	0,09	0,12	0
الحالة الإنتقالية t	x	0,09 - x	0,12 - x	x
الحالة النهائية	$x_m = 0,09$	0	0,03	0,09

تطبيق ـ 2

يحترق الزنك في الأكسجين بشعلة خضراء و يتشكل أوكسيد الزنك .

ـ اكتب معادلة التفاعل :

$$2\ Zn_{(S)} + O_{2(g)} \rightarrow 2\ ZnO_{(S)}$$

ـ ندخل 2,62 g من الزنك في قارورة تحتوي على 1,20 L من ثنائي الأكسجين .

الحجم المولي في ظروف التجربة $V_M = 24$ L/mol

ـ اعط جدول تقدم التفاعل و الحالة النهائية للجملة .

نبدأ أولا بترجمة المعطيات ، حيث نحول كتلة الزنك و حجم الأكسجين إلى كميات المادة بـ mol :

$n_{Zn} = m / M = 2,62 / 65,4 = 0,040$ mol ، $n\ O_2 = V / V_M = 1,20 / 24,0 = 0,050$ mol

معادلة التفاعل		$2\ Zn_{(S)}$	+ $O_{2(g)}$	→ $2\ ZnO_{(S)}$
حالة الجملة	التقدم x (mol)	n Zn	n O_2	n ZnO
الحالة الابتدائية t = 0	0	0,040	0,050	0
الحالة الإنتقالية t	x	0,040 - 2 x	0,050 - x	2 x
الحالة النهائية	$x_m = 0,020$	0	0,030	0,040

ـ ينتهي التفاعل عندما تختفي تماما أحد المتفاعلات .

ما هو هذا المتفاعل الذي يدعى المتفاعل المحد ؟

ـ المتفاعل الذي يدعى المتفاعل المحد هو الزنك .

تطبيق ـ 3

نعيد التجربة السابقة بحرق الزنك في الأكسجين و لكن بتغيير كمية الزنك الإبتدائية ليتشكل أوكسيد الزنك .

ـ اكتب معادلة التفاعل :

$$2\ Zn_{(S)} + O_{2(g)} \rightarrow 2\ ZnO_{(S)}$$

ـ ندخل 0,100 mol من الزنك في قارورة تحتوي على 1,20 L من ثنائي الأكسجين .

الحجم المولي في ظروف التجربة $V_M = 24$ L/mol

لمزيد من المواضيع الحصرية ندعوكم لزيارة موقعنا:
http://sites.google.com/site/lotphilosophie

ـ اعط جدول تقدم التفاعل و الحالة النهائية للجملة .

معادلة التفاعل		$2\,Zn_{(S)}$	+ $O_{2\,(g)}$	→ $2\,ZnO_{(S)}$
حالة الجملة	التقدم x (mol)	n Zn	n O_2	n ZnO
الحالة الابتدائية t = 0	0	0,100	0,050	0
الحالة الإنتقالية t	x	0,100 - 2 x	0,050 - x	2 x
الحالة النهائية	x_m = 0,050	0	0	0,100

ـ هل الكميات الإبتدائية للمتفاعلات تحقق النسب الستوكيمترية ؟
حسب معادلة التفاعل الكيميائية فإن النسب المولية التي تتفاعل بها المتفاعلات هي: 2 mol من الزنك $Zn_{(S)}$ مع 1 mol من الأكسجين $O_{2\,(g)}$ ، أما النسب المولية التي تتشكل بها النواتج فهي : 1 mol من أوكسيد الزنك $ZnO_{(S)}$

ـ نحسب النسبة بين كمية المادة للزنك و كمية المادة للأكسجين فنجدها : 2/1 = 2 :
ـ نحسب النسبة بين كمية المادة للزنك و كمية المادة للأكسجين الإبتدائية فنجدها : 0,100/0,050 = 2 :
إذن كميات الإبتدائية للمتفاعلات تحقق النسب الستوكيمترية أي الجملة الإبتدائية في الشروط الستوكيوميترية

ـ ماذا تلاحظ فيما يخص كميات المتفاعلات في الحالة النهائية ؟
ـ نلاحظ أن كميات المادة للمتفاعلات في الحالة النهائية معدومة .

ـ ماذا تستنتج ؟
ـ نستنتج أنه إذا كانت المتفاعلات في الحالة الإبتدائية استعملت في الشروط الستوكيومترية ،
فإنه عند الحالة النهائية للجملة تكون المتفاعلات غائبة (مختفية تماما) ، و في هذه الحالة لا يوجد متفاعل محد .

تطبيق ـ 4
نعيد التجربة السابقة بحرق الزنك في الأكسجين و لكن بتغيير كمية الزنك الإبتدائية ليتشكل أوكسيد الزنك .
ـ اكتب معادلة التفاعل :

$$2\,Zn_{(S)} + O_{2\,(g)} \rightarrow 2\,ZnO_{(S)}$$

ـ ندخل 0,200 mol من الزنك في قارورة تحتوي على 1,20 L من ثنائي الأكسجين .
الحجم المولي في ظروف التجربة $V_M = 24\ L/mol$
ـ اعط جدول تقدم التفاعل و الحالة النهائية للجملة .

معادلة التفاعل		$2\,Zn_{(S)}$	+ $O_{2\,(g)}$	→ $2\,ZnO_{(S)}$
حالة الجملة	التقدم x (mol)	n Zn	n O_2	n ZnO
الحالة الابتدائية t = 0	0	0,200	0,050	0
الحالة الإنتقالية t	x	0,200 - 2 x	0,050 - x	2 x
الحالة النهائية	x_m = 0,050	0,100	0	0,100

ما هو هذا المتفاعل الذي يدعى المتفاعل المحد ؟
ـ المتفاعل الذي يدعى المتفاعل المحد هو الأكسجين .

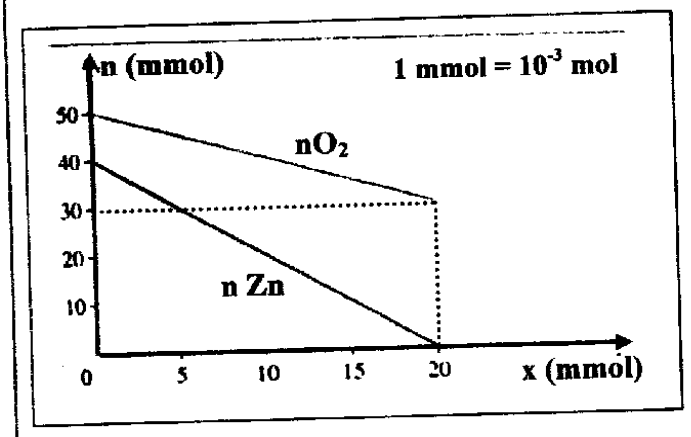
التمثيل البياني للتحول الكيميائي

التمثيل البياني للتحول فعل غاز الأكسجين على الزنك
انطلاقا من التحول الكيميائي المدروس سابقا تفاعل غاز الأكسجين مع الزنك في التطبيقات السابقة ، يمكن التعبير عن تطور هذا التفاعل الكيميائي بيانيا ، بتمثيل تغير كمية المادة للمتفاعلات بدلالة التقدم x ، أي العلاقة : $n = f(x)$

لمزيد من المواضيع الحصرية ندعوكم لزيارة موقعنا:
http://sites.google.com/site/lotphilosophie

ـ في التطبيق ـ 2 السابق لدينا :
يحترق الزنك في الأكسجين بشعلة خضراء و يتشكل أوكسيد الزنك .

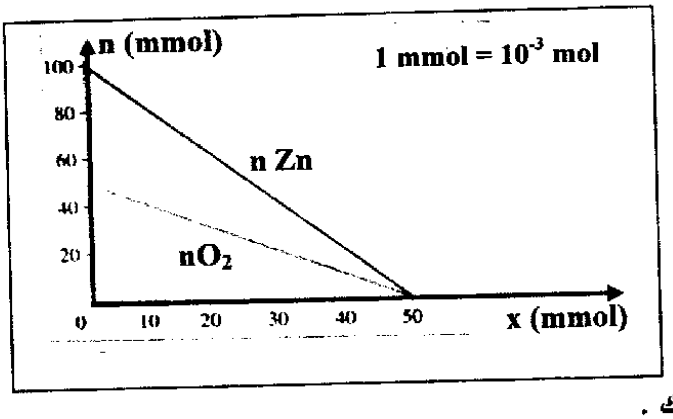
- **نرسم في نفس المعلم البيانين الممثلين لتغيرات كمية المادة لكل متفاعل بدلالة تقدم التفاعل x :**
  $n\,O_2 = f(x) = 0{,}050 - x$ ، $n\,Zn = g(x) = 0{,}040 - 2\,x$ أنظر الشكل المقابل .



- عندما $x = 20$ mmol فإن $n\,Zn = 0$ ؛
  و $nO_2 = 30$ mmol إذن : الزنك Zn هو المتفاعل المحد لأنه يختفي تماما قبل الأكسجين O_2 .
  و منه عند نهاية التحول الكيميائي $x_f = 0{,}02$ mol
  1 mmol = 10^{-3} mol

ـ في التطبيق ـ 3 السابق لدينا :
يحترق الزنك في الأكسجين بشعلة خضراء و يتشكل أوكسيد الزنك .

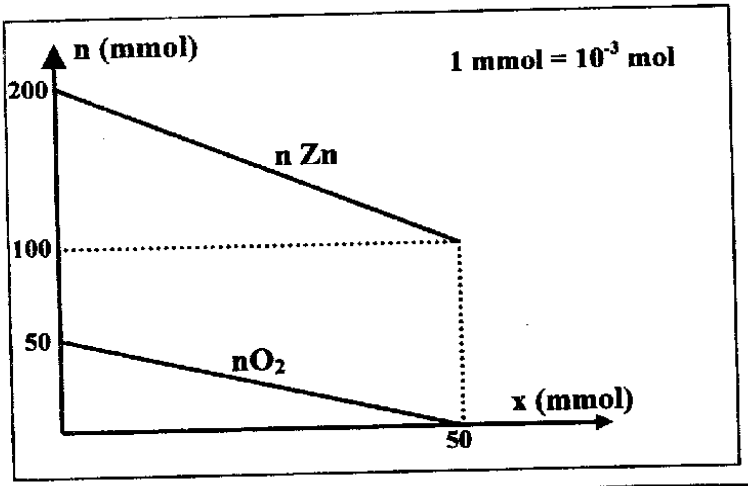
- **نرسم في نفس المعلم البيانين الممثلين لتغيرات كمية المادة لكل متفاعل بدلالة تقدم التفاعل x :**
  $n\,O_2 = f(x) = 0{,}050 - x$ ، $n\,Zn = g(x) = 0{,}100 - 2\,x$ أنظر الشكل المقابل .



- عندما $x = 50$ mmol فإن $n\,Zn = 0$ ؛
  و $nO_2 = 0$ mmol إذن : لا يوجد متفاعل محد لأن كل من الأكسجين O_2 و الزنك يختفيان تماما .
  و منه عند نهاية التحول الكيميائي $x_f = 0{,}05$ mol
  1 mmol = 10^{-3} mol

ـ في التطبيق ـ 4 السابق لدينا :
يحترق الزنك في الأكسجين بشعلة خضراء و يتشكل أوكسيد الزنك .

- **نرسم في نفس المعلم البيانين الممثلين لتغيرات كمية المادة لكل متفاعل بدلالة تقدم التفاعل x :**
  $n\,O_2 = f(x) = 0{,}050 - x$ ، $n\,Zn = g(x) = 0{,}200 - 2\,x$ أنظر الشكل المقابل .



- عندما $x = 50$ mmol فإن $nO_2 = 0$ ؛
  و $n\,Zn = 0{,}100$ mmol إذن : الأكسجين O_2 هو المتفاعل المحد لأنه يختفي تماما قبل الزنك Zn .
  و منه عند نهاية التحول الكيميائي $x_f = 0{,}05$ mol
  1 mmol = 10^{-3} mol

لمزيد من المواضيع الحصرية ندعوكم لزيارة موقعنا:
http://sites.google.com/site/lotphilosophie

مثـــال :

تمثيل تفاعل تركيب الماء :

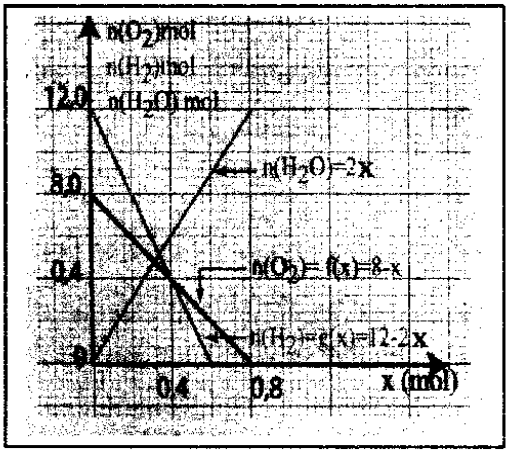
تحتوي جملة ابتدائية على مزيج من غازين : 12 مول من ثنائي الهيدروجين H_2 و 8 مول من ثنائي الأكسيجين O_2 .
نحدث شرارة في هذا المزيج الإبتدائي فنحصل بعد الإنفجار على قطرات من الماء .

ـ يمكن نمذجة هذا التحول بمعادلة التفاعل الآتية : $2\,H_2\,(g) + O_2(g) \rightarrow 2\,H_2O\,(l)$

ـ اعط جدول تقدم التفاعل :

ـ تحليل تطور التفاعل : كلما اختفت x mol من المتفاعل O_2 يرافقه إختفاء 2x mol من H_2 ليظهر 2x mol من الماء ، فنحصل على جدول التقدم الآتي :

معادلة التفاعل		$2\,H_2\,(g) + O_2(g) \rightarrow 2\,H_2O\,(l)$		
حالة الجملة	التقدم (mol)	$n(H_2)$	$n(O_2)$	$n(H_2O)$
الحالة الإبتدائية	0	12	8	0
الحالة الإنتقالية	x	12 - 2 x	8 - x	2 x
الحالة النهائية	$x_f = 6$	0	2	12



ـ نرسم المنحنيين : $n(H_2) = f(x)$ **و** $n(O_2) = g(x)$ **، انظر الشكل الموالي :**

معامل توجية المنحنى $n(H_2) = f(x)$ **:** $n(H_2) = f(x) = 12 - 2x$ **هو** -2

معامل توجية المنحنى $n(O_2) = g(x)$ **:** $n(O_2) = g(x) = 8 - x$ **هو** -1

نلاحظ أن المنحنيين عبارة عن خطين مستقيمين معاملي توجيههما سالبين ، متساويين في القيمة المطلقة للأعداد التناسقية (ستوكيومترية) للمتفاعلات في معادلة التفاعل الكيميائي .

تمثل ترتيبات الإبتدائية للدالتين كميات المادة للمتفاعلات في بداية التفاعل (الجملة في الحالة الإبتدائية) .

ـ ما هو المتفاعل المحد ؟

ـ إذا اعتبرنا أن ثنائي الهيدروجين هو المتفاعل المحد فإن :
$n(H_2) = 12 - 2x_1 = 0 \Rightarrow x_1 = 6$ **إذا عوضنا القيمة** $x_1 = 6$ **في المعادلة** $8 - x = 0$ **نجد :** $n(O_2) = 2 > 0$

ـ إذا اعتبرنا أن ثنائي الأكسيجين هو المتفاعل المحد فإننا نضع : $n(O_2) = 8 - x_2 = 0 \Rightarrow x_2 = 8$
و عندما نعوض القيمة $x_2 = 8$ **في المعادلة** $12 - 2x$ **نجد :** $n(H_2) = 12 - 2x_2 = 0 \Rightarrow n(H_2) = -4 < 0$
و هي قيمة سالبة مرفوضة و بالتالي فإن المتفاعل المحد هو ثنائي الهيدروجين .

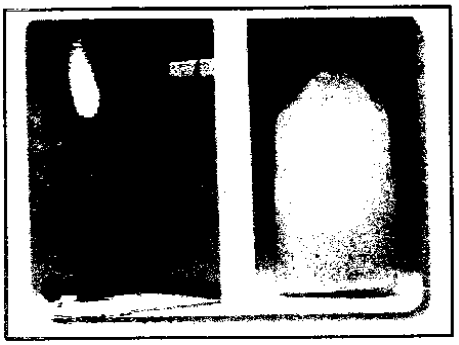
لمزيد من المواضيع الحصرية ندعوكم لزيارة موقعنا:
http://sites.google.com/site/lotphilosophie

حصري من إنجاز الأستاذ Lotphilosophie

التحقق من نموذج لتحول كيميائي. TP

الجزء الأول :

شروط تجريبية مختلفة لنفس التحول



1 ــ نرمي برادة الحديد على لهب مصباح بنزين . (الهواء في مكان التجربة جاف)

2 ــ نشعل برادة الحديد ثم نضعها داخل حوجلة مملوءة بغاز O_2.

3 ــ نسخن حتى الإحمرار سلك من الحديد ثم نضعه داخل حوجلة تحتوي على O_2.

4 ــ نقصر قطبي عمود (Court-Circuit) في برادة الحديد .

ــ صف في كل تجربة الحالة الإبتدائية للجملة.

ــ فسر لماذا نفس التفاعل الكيميائي ينمذج التحولات السابقة .

ــ ما هي الشروط التجريبية التي تختلف من تجربة إلى أخرى .

ــ علما أنه يتشكل أكسيد الحديد Fe_3O_4 في كل تجربة ، أكتب معادلة التفاعل المنمذج للتحولات السابقة.

ــ في التجربة (2) نستعمل 10,0 g من برادة الحديد وحوجلة حجمها 500 mL .

أ ــ إذا كانت الشروط نظامية احسب كمية المادة لكل متفاعل .

ب ــ هل المتفاعلات في الشروط الستوكيومترية ؟

يحترق الحديد في الأكسجين بوجود الحرارة و في غياب الرطوبة و يتشكل أوكسيد الحديد الثلاثي Fe_3O_4 .

ــ كتابة معادلة التفاعل :

$$3\ Fe_{(S)} + 2\ O_{2\ (g)} \rightarrow Fe_3O_{4\ (S)}$$

ــ ندخل 10 g من الحديد في قارورة تحتوي على 500 mL من غاز ثنائي الأكسجين .

الحجم المولي في ظروف التجربة $V_M = 22,4\ L/mol$ لأنه شروط نظامية .

ــ جدول تقدم التفاعل و الحالة النهائية للجملة :

نبدأ أولا بترجمة المعطيات ، حيث نحول كتلة الحديد و حجم الأكسجين إلى كميات المادة بـــ mol :

$n_{Fe} = m / M = 10 / 56 = 0,178\ mol$ ، $n\ O_2 = V / V_M = 0,5 / 22,4 = 0,0223\ mol$

معادلة التفاعل		$3\ Fe_{(S)}$ +	$2\ O_{2\ (g)}$ →	$Fe_3O_{4\ (S)}$
حالة الجملة	التقدم x (mol)	n Fe	$n\ O_2$	$n\ Fe_3O_4$
الحالة الابتدائية t = 0	0	0,178	0,0223	0
الحالة الإنتقالية t	x	0,178 - 3 x	0,0223 - 2 x	x
الحالة النهائية	$x_m = 0,0111$	0,144	0	0,0111

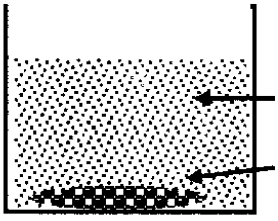
لمزيد من المواضيع الحصرية ندعوكم لزيارة موقعنا:
http://sites.google.com/site/lotphilosophie

• عندما $x = 0,0111\ mol$ فإن $nO_2 = 0$ ؛ و $n\,Fe = 0,144\ mol$
إذن : الأكسجين O_2 **هو المتفاعل المحد لأنه يختفي تماما قبل الحديد** Fe .
و منه عند نهاية التحول الكيميائي **يكون التقدم الأعظمي هو** : $x_f = x_m = 0,0111\ mol$
• المتفاعلات **ليست في الشروط الستوكيومترية** ، لأنها لم تختفي كلية بل تبقت كمية من الحديد في نهاية التحول .
لأننا نعلم أنه ، إذا كانت المتفاعلات في الحالة الإبتدائية استعملت في الشروط الستوكيومترية ،
فإنه عند الحالة النهائية للجملة تكون المتفاعلات غائبة (مختفية تماما) ، و في هذه الحالة لا يوجد متفاعل محد .

ملاحظة :
يحترق الحديد في الأكسجين بوجود الحرارة و **الرطوبة** و يتشكل أوكسيد الحديد الثنائي Fe_2O_3 .

الجزء الثاني :
من التحول الكيميائي إلى نموذج التفاعل الكيميائي

نضع في بيشر 50 mL من محلول حمض كلور الهيدروجين $(H^+_{(aq)} + Cl^-_{(aq)})$ بحيث : $[H^+] = [Cl^-] = 2 . 10^{-2}\ mol/L$. نظيف إليها 2,0 g من برادة الحديد ثم نضع بعد ذلك البيشر فوق مخلاط مغناطيسي . نلاحظ إنطلاق غاز .



1 ــ صف الجملة في حالتها الابتدائية .
الجملة الكيميائية : حمض كلور الماء و برادة الحديد .
الجملة الكيميائية تحتوي كلور الهيدروجين $(H^+ + Cl^-)_{(aq)}$ ، و معدن الحديد $Fe_{(S)}$ و جزيئات $H_2O_{(l)}$.

2 ــ هل حدث تحول كيميائي ؟ برر إجابتك
نعم ، حدث تحول كيميائي لأنه انطلقنا من جملة كيميائية ابتدائية و هي حمض كلور الهيدروجين $(H^+ + Cl^-)_{(aq)}$ و برادة الحديد و بعد مدة من الزمن تطورت هذه الجملة و ظهرت أجسم جديدة وهي غاز الهيدروجين و كما نلاحظ نقصان في كمية الحديد الإبتدائية و كما نلاحظ ظهور اللون الأخضر الذي يدل على حضور شوارد الحديد Fe^{2+} في المحلول .
أي حدث خلال هذا التطور اختفاء أجسام Fe و ظهور أجسام جديدة (Fe^{2+} ، H_2) و نحن نعلم أن : عندما يصاحب تطور جملة كيميائية ظهور أنواع كيميائية جديدة فإن المرور من الحالة الإبتدائية إلى الحالة النهائية يسمى تحولا كيميائيا .

3 ــ كيف يمكن أن نتعرف على طبيعة الغاز المنطلق ؟
ــ غاز الهيدروجين : يحدث فرقعة عندما نقرب منه عود ثقاب مشتعل .

4 ــ يمكن أن نمثل هذا التحول بتفاعلين ممكنين . لماذا ؟
يمكن أن نمثل هذا التحول بتفاعلين ممكنين لأن الحديد عندما يتفاعل يعطي نوعين من الشوارد و هما Fe^{3+} و Fe^{2+} .

5 ــ اكتب معادلة كل تفاعل ممكن .
يمكن أن نمثل هذا التحول بتفاعلين ممكنين وهما :
التفاعل الأول : $Fe\,(s) + 2\,(H^+ + Cl^-)\,aq \rightarrow Fe^{2+}(aq) + 2\,Cl^-(aq) + H_2(g)$
التفاعل الثاني : $2\,Fe\,(s) + 6\,(H^+ + Cl^-)\,aq \rightarrow 2\,(Fe^{3+}(aq) + 3\,Cl^-(aq)) + 3\,H_2(g)$

6 ــ كيف يمكن أن نتأكد من التفاعل الحادث عمليا
يمكن أن نتأكد من التفاعل الحادث عمليا نضيف للمحلول الناتج كمية من محلول الصود فلا نلاحظ تشكل الراسب الأحمر المسود الذي يميز هيدروكسيد الحديد الثلاثي III $Fe(OH)_3$ و هذا دليل على غياب شوارد الحديد الثلاثي Fe^{3+} في المحلول بل نلاحظ تشكل راسب لونه أخضر الذي يميز هيدروكسيد الحديد الثنائي II $Fe(OH)_2$ الذي يدل على حضور شوارد الحديد Fe^{2+} في المحلول . إذن التفاعل الحادث عمليا هو : $Fe\,(s) + 2\,(H^+ + Cl^-)\,aq \rightarrow Fe^{2+}(aq) + 2\,Cl^-(aq) + H_2(g)$

7 ــ مثل جدول التقدم للتفاعل الحادث .

8 ــ ما هو المتفاعل المحد ؟ استنتج التقدم النهائي (الأعظمي) ثم صف الجملة في حالتها النهائية.

لمزيد من المواضيع الحصرية ندعوكم لزيارة موقعنا:
http://sites.google.com/site/lotphilosophie

Lotphilosophie حصري من إنجاز الأستاذ

ـ جدول تقدم التفاعل و الحالة النهائية للجملة :

نبدأ أولا بترجمة المعطيات ، حيث نحول كتلة الحديد و تركيز حمض الكلور إلى كميات المادة بـ mol :

$n_{Fe} = m / M = 2 / 56 = 0,036$ mol ، $n\ (H^+ + Cl^-) = C \cdot V = 0,02 \cdot 0,05 = 0,001$ mol

معادلة التفاعل		$Fe_{(S)} + 2\ (H^+ + Cl^-)\ aq \rightarrow Fe^{2+}(aq) + 2\ Cl^-(aq) + H_2(g)$			
حالة الجملة	التقدم x (mol)	n Fe	$n\ (H^+ + Cl^-)$	$n\ (Fe^{2+} + 2\ Cl^-)$	$n\ H_2$
الحالة الابتدائية t = 0	0	0,036	0,001	0	0
الحالة الإنتقالية t	x	0,036 - x	0,001 - 2 x	x	x
الحالة النهائية	x_m = 0,0005	0,0355	0	0,0005	0,0005

• عندما $x = 0,0005$ mol فإن $n(H^+ + Cl^-) = 0$ ؛ و $n\ Fe = 0,0355$ mol

إذن : حمض الكلور $(H^+ + Cl^-)$ هو المتفاعل المحد لأنه يختفي تماما قبل الحديد Fe .

و منه عند نهاية التحول الكيميائي يكون التقدم الأعظمي هو : $x_f = x_m = 0,0005$ mol

9 ـ علما أن في الشروط التجريبية $V_M = 25$ L ،

ـ احسب حجم الغاز المنطلق و كذلك $[Fe^{2+}]$ عند نهاية التفاعل . يعطى : $M_{Fe} = 56$ g.mol^{-1}

ـ حساب حجم غاز الهيدروجين المنطلق :

$$\left.\begin{array}{l} 2\ \text{mol}\ (H^+ + Cl^-) \rightarrow 25\ \text{L}\ (H_2) \\ 0,001\ \text{mol} \rightarrow V\ \text{L}\ (H_2) \end{array}\right\} \Rightarrow V = (0,001 \times 25) / 2 = 0,0125\ \text{L} .$$

ـ حساب التركيز المولي لشوارد الحديد $[Fe^{2+}]$ عند نهاية التفاعل :

$n\ (Fe^{2+} + 2\ Cl^-) = n\ Fe^{2+} = C\ Fe^{2+} \cdot V \Rightarrow C\ Fe^{2+} = n / V = 0,0005 / 0,05 = 0,01$ mol .

لمزيد من المواضيع الحصرية ندعوكم لزيارة موقعنا:
http://sites.google.com/site/lotphilosophie

Lotphilosophie حصري من إنجاز الأستاذ

تعيين التركيز المولي المجهول لمحلول

كيف يمكن تعيين التركيز المولي المجهول لمحلول ماتي ؟

يعطى لنا بيشر يحتوي على 50 mL من محلول كبريتات النحاس II ($Cu^{2+} + SO_4^{2-}$) ذي اللون الأزرق و يطلب منا اقتراح طريقة تمكن من معرفة التركيز المولي المجهول له :

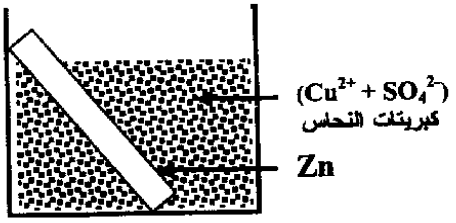
ــ استغلال تحول كيميائي :

نغمس صفيحة من الألومنيوم كتلتها m = 10 g في بيشر يحتوي على 50 mL من محلول كبريتات النحاس ($Cu^{2+}+SO_4^{2-}$) ذي اللون الأزرق فنلاحظ بعد مدة اختفاء اللون الأزرق تماما و ظهور راسب أحمر على الجزء المغمور من الصفيحة .

1ــ صف الجملة في الحالة الابتدائية .

الجملة في الحالة الابتدائية : محلول كبريتات النحاس و معدن الألومنيوم :

جملة كيميائية تحتوي محلول كبريتات النحاس $(Cu^{2+} + SO_4^{2-})_{(aq)}$، و معدن الألومنيوم $Al_{(S)}$ و جزيئات $H_2O_{(l)}$.



وصف كمي	وصف نوعي
$Al_{(S)}$ من الحديد الألومنيوم $m = 10\ g$	$Al_{(S)}$ الألومنيوم الصلب
50 mL من محلول كبريتات النحاس II $(Cu^{2+} + SO_4^{2-})$ تركيزها المولي C	محلول كبريتات النحاس II $(Cu^{2+} + SO_4^{2-})$
اللون أزرق	اللون أزرق

2ــ هل حدث تحول كيميائي ؟ علل.

نعم ، حدث تحول كيميائي لأنه انطلقنا من جملة كيميائية ابتدائية و هي محلول كبريتات النحاس $(Cu^{2+} + SO_4^{2-})_{(aq)}$، ذي اللون الأزرق الراجع لوجود شوارد النحاس Cu^{2+} في المحلول و معدن الألومنيوم $Al_{(S)}$ و بعد مدة من الزمن تطورت هذه الجملة و ظهرت أجسام جديدة وهي راسب أحمر على الجزء المغمور من الصفيحة يمثل طبقة من النحاس Cu و كما نلاحظ نقصان في كتلة الألومنيوم الإبتدائية و كما نلاحظ اختفاء اللون الأزرق الذي يدل على اختفاء شوارد النحاس Cu^{2+} في المحلول . أي حدث خلال هذا التطور اختفاء أجسام Al و Cu^{2+} وظهور أجسام جديدة (Cu ، Al^{3+}) و نحن نعلم أن : عندما يصاحب تطور جملة كيميائية ظهور أنواع كيميائية جديدة فإن المرور من الحالة الإبتدائية إلى الحالة النهائية يسمى تحولا كيميائيا .

3ــ اكتب معادلة التفاعل المنمذج لهذا التحول .

$$3\ (Cu^{2+} + SO_4^{2-})_{(aq)} + 2\ Al_{(S)} \rightarrow 3\ Cu_{(S)} + 2\ Al^{3+}_{(aq)} + 3\ SO_4^{2-})_{(aq)}$$

4ــ كيف يمكن أن نتأكد من وجود النوع الكيميائي Al^{3+} عند نهاية التفاعل ؟ أقترح تجربة تمكن من معرفة كمية المادة .

يمكن أن نتأكد من وجود النوع الكيميائي Al^{3+} في المحلول بحيث نضيف للمحلول الناتج كمية من محلول الصود فلا نلاحظ تشكل الراسب الأزرق الذي يميز هيدروكسيد النحاس II $Cu(OH)_2$ و هذا دليل على غياب شوارد النحاس Cu^{2+} في المحلول بل نلاحظ تشكل راسب لونه أبيض يمكن التحقق منه على أنه هيدروكسيد الألومنيوم $Al(OH)_3$ الذي يدل على وجود شوارد الألومنيوم Al^{3+} في المحلول .

ــ أقترح تجربة تمكن من معرفة كمية المادة لهيدروكسيد الألومنيوم $Al(OH)_3$

هذه التجربة تتمثل في إضافة قطرة بقطرة محلول الصود $Na^+ + OH^-$ إلى المحلول الناتج السابق $2\ Al^{3+}_{(aq)} + 3\ SO_4^{2-})_{(aq)}$ ، إلى أن يختفي اللون الأزرق تماما فنلاحظ تشكل راسب من هيدروكسيد الألومنيوم $Al(OH)_3$ الذي يمكن تجميعه ثم عزله عن

لمزيد من المواضيع الحصرية ندعوكم لزيارة موقعنا:
http://sites.google.com/site/lotphilosophie

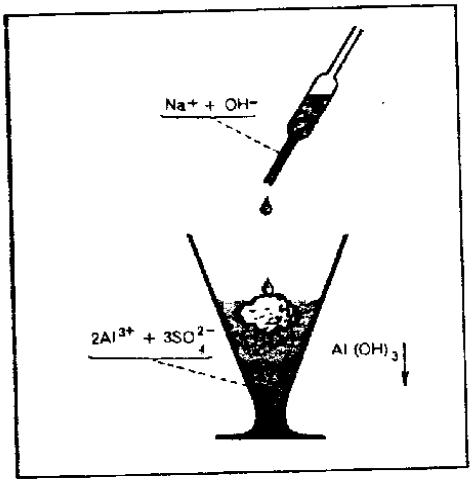
Lotphilosophie حصري من إنجاز الأستاذ

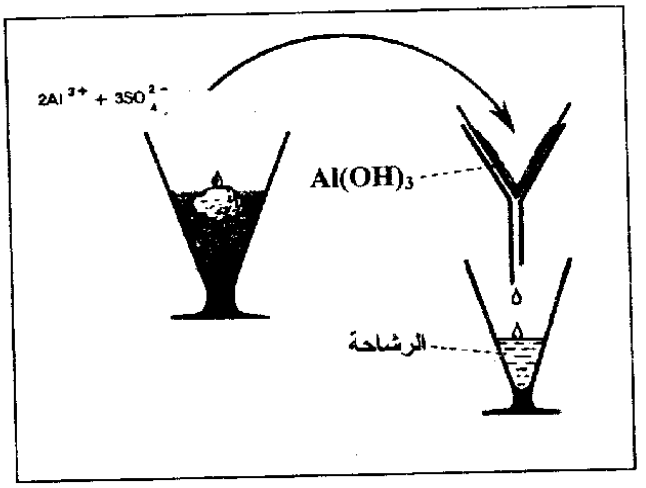
الرشاحة بالترشيح ثم نزنه بميزان إلكتروني فنحصل على كتلته $m\ Al(OH)_3$ و منها نحسب كمية المادة لها و منه نستنتج كمية المادة لـــ شوارد الألومنيوم Al^{3+} .

ـــ لنعتبر أنه في تجربتنا بعد قياس كتلة $Al(OH)_3$ وجدناها : $m\ Al(OH)_3 = 8{,}67\ g$.

ـــ نحسب كمية المادة لهيدروكسيد الألومنيوم $Al(OH)_3$: $n\ Al(OH)_3 = m / M = 8{,}67 / 78 = 0{,}111\ mol$.

ـــ نستنتج كمية المادة لـــ شوارد الألومنيوم Al^{3+} : $n\ Al(OH)_3 = n\ Al^{3+} = 0{,}111\ mol$.





5ـــ مثل جدول التقدم ثم استنتج $n\ Cu^{2+}$ الموجودة في المحلول الابتدائي.

نحسب أولا كمية المادة $n\ Al$ الموجودة في المحلول النهائي (الصفيحة)

$$n_{Al} = m / M = 10 / 27 = 0{,}370\ mol$$

معادلة التفاعل		$3\ (Cu^{2+} + SO_4^{2-}) + 2\ Al_{(aq)\ (S)} \rightarrow 3\ Cu_{(S)} + 2\ Al^{3+}_{(aq)} + 3\ SO_4^{2-})_{(aq)}$			
حالة الجملة	التقدم(mol)	$n\ Cu^{2+}$	$n\ Al$	$n\ Cu$	$n\ Al^{3+}$
الحالة الإبتدائية	0	a	0,370	0	0
الحالة الإنتقالية	x	a - 3 x	0,370 - 2 x	3 x	2 x
الحالة النهائية	$x_m = 0{,}0555$	0	0,259	0,166	0,111

لدينا كمية المادة $n\ Al^{3+}$ في المحلول النهائي : $2\ x_m = 0{,}111 \Rightarrow x = 0{,}111 / 2 = 0{,}0555 \Rightarrow x_m = 0{,}0555$

و منه نحسب كمية المادة $n\ Al$ المتبقية في المحلول النهائي : $0{,}370 - 2\ x = 0{,}259\ mol$.

و منه نحسب كمية المادة $n\ Cu$ المتشكلة في المحلول النهائي : $n\ Cu = 3\ x = 0{,}166\ mol$.

و منه نستنتج كمية المادة $n\ Cu^{2+}$ الموجودة في المحلول الإبتدائي :

$$n\ Cu^{2+} = a - 3\ x = 0 \Rightarrow a = 3\ x = 3 \cdot 0{,}0555 = 0{,}166\ mol\ .$$

6ـــ عين التركيز المولي لمحلول كبريتات النحاس المستخدم .

التركيز المولي لمحلول كبريتات النحاس المستخدم : $C = n / V = 0{,}166 / 0{,}05 = 3{,}33\ mol/L$.

تطبيـــق

نأخذ في وعاء 100 ml من محلول كبريتات النحاس (II) $(Cu^{2+} + SO_4^{2-})$ بحيث $[Cu^{2+}] = 0{,}10\ mol/l$
ثم نضع في المحلول مسحوقا من الحديد كتلته 2,0 g .

1ـــ صف الجملة في حالتها الإبتدائية .

2ـــ نلاحظ تدريجيا زوال اللون الأزرق للمحلول مع ظهور راسب أحمر . ماذا تستنتج .

3ـــ اكتب معادلة التفاعل المنمذج لهذا التحول الكيميائي .

4ـــ بالإستعانة بجدول التقدم ، ادرس وجود المتفاعل المحد ثم استنتج التقدم النهائي .

5ـــ صف الجملة في الحالة النهائية .

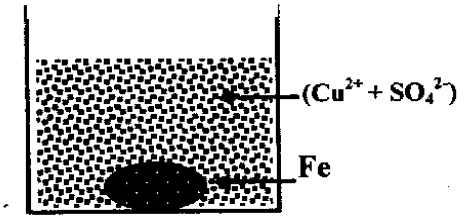
لمزيد من المواضيع الحصرية ندعوكم لزيارة موقعنا:
http://sites.google.com/site/lotphilosophie

6ـ اقترح تجربة تمكن من التحقق من وجود النوع الكيميائي Fe^{2+} في الحالة النهائية ، ثم عين كمية المادة لكل نوع كيميائي ناتج ، قارن هذه الكميات المقاسة عمليا مع المحسوبة نظريا .
يعطى : $M_{Cu} = 63,5\ g.mol^{-1}$ ، $M_{Fe} = 56\ g.mol^{-1}$

الحـــل :

1ـ وصف الجملة في حالتها الابتدائية : الجملة في الحالة الابتدائية : محلول كبريتات النحاس و معدن الحديد :

جملة كيميائية تحتوي محلول كبريتات النحاس $(Cu^{2+} + SO_4^{2-})_{(aq)}$، و معدن الحديد $Fe_{(S)}$ و جزيئات $H_2O_{(l)}$.



وصف كمي	وصف نوعي
$m = 2\ g$ من الحديد الصلب $Fe_{(S)}$	الحديد الصلب $Fe_{(S)}$
100 mL من محلول كبريتات النحاس II $(Cu^{2+} + SO_4^{2-})$ تركيزها المولي $C = 0,10\ mol/L$	محلول كبريتات النحاس II $(Cu^{2+} + SO_4^{2-})$
اللون أزرق	اللون أزرق

2ـ نلاحظ تدريجيا زوال اللون الأزرق للمحلول مع ظهور راسب أحمر . ماذا تستنتج ؟

حدث تحول كيميائي لأنه انطلقنا من جملة كيميائية ابتدائية و هي محلول كبريتات النحاس $(Cu^{2+} + SO_4^{2-})_{(aq)}$، ذي اللون الأزرق الراجع لوجود شوارد النحاس Cu^{2+} في المحلول و معدن الحديد $Fe_{(S)}$ و بعد مدة من الزمن تطورت هذه الجملة و ظهرت أجسام جديدة وهي راسب أحمر يمثل طبقة من النحاس Cu و كما نلاحظ نقصان في كتلة الحديد الإبتدائية و كما نلاحظ اختفاء اللون الأزرق الذي يدل على اختفاء شوارد النحاس Cu^{2+} في المحلول . أي حدث خلال هذا التطور اختفاء أجسام Fe و Cu^{2+} وظهور أجسام جديدة Fe^{2+} ، Cu) و نحن نعلم أن : عندما يصاحب تطور جملة كيميائية ظهور أنواع كيميائية جديدة فإن المرور من الحالة الإبتدائية إلى الحالة النهائية يسمى تحولا كيميائيا .

3ـ اكتب معادلة التفاعل المنمذج لهذا التحول .

$$(Cu^{2+} + SO_4^{2-})_{(aq)} + Fe_{(S)} \rightarrow Cu_{(S)} + Fe^{2+}_{(aq)} + SO_4^{2-}{}_{(aq)}$$

4ـ الإستعانة بجدول التقدم ، و دراسة وجود المتفاعل المحد ثم استنتاج التقدم النهائي .

نبدأ أولا بترجمة المعطيات ، حيث نحول كتلة الحديد و تركيز كبريتات النحاس إلى كميات المادة بـــ mol :

$n\ Fe = m / M = 2 / 56 = 0,0357\ mol$ ، $n\ Cu^{2+} = C . V = 0,1 . 0,100 = 0,01\ mol$

معادلة التفاعل		$(Cu^{2+} + SO_4^{2-}) + Fe_{(S)} \rightarrow Cu_{(S)} + Fe^{2+}_{(aq)} + SO_4^{2-}{}_{(aq)}$			
حالة الجملة	التقدم(mol)	$n\ Cu^{2+}$	$n\ Fe$	$n\ Cu$	$n\ Fe^{2+}$
الحالة الإبتدائية	0	0,01	0,0357	0	0
الحالة الإنتقالية	x	0,01 - x	0,0357 - x	x	x
الحالة النهائية	$x_m = 0,01$	0	0,0257	0,01	0,01

عندما $x = 0,01\ mol$ فإن $n\ Cu^{2+} = 0$ ؛ و $n\ Fe = 0,0257\ mol$

إذن : كبريتات النحاس $(Cu^{2+} + SO_4^{2-})$ هو المتفاعل المحد لأنه يختفي تماما قبل الحديد Fe .

و منه عند نهاية التحول الكيميائي يكون التقدم الأعظمي هو : $x_f = x_m = 0,01\ mol$

لمزيد من المواضيع الحصرية ندعوكم لزيارة موقعنا:
http://sites.google.com/site/lotphilosophie

Lotphilosophie حصري من إنجاز الأستاذ

5ـ وصف الجملة في الحالة النهائية :

الحالة النهائية للجملة يمكن وصفها كميا و نوعيا بالطريقة التالية :

وصف نوعي	وصف كمي
الحديد الصلب $Fe_{(S)}$	$n = 0,0257$ mol من الحديد الصلب $Fe_{(S)}$
النحاس الصلب $Cu_{(S)}$	$n = 0,01$ mol النحاس الصلب $Cu_{(S)}$
محلول كبريتات الحديد II $(Fe^{2+} + SO_4^{2-})$	100 mL من محلول كبريتات الحديد II $(Fe^{2+} + SO_4^{2-})$
اللون أخضر	اللون أخضر

6ـ اقترح تجربة تمكن من التحقق من وجود النوع الكيميائي Fe^{2+} في الحالة النهائية ، ثم عين كمية المادة لكل نوع كيميائي ناتج ، قارن هذه الكميات المقاسة عمليا مع المحسوبة نظريا .

يمكن أن نتأكد من وجود النوع الكيميائي Fe^{2+} في المحلول بحيث نضيف للمحلول الناتج كمية من محلول الصود فلا نلاحظ تشكل الراسب الأزرق الذي يميز هيدروكسيد النحاس II $Cu(OH)_2$ و هذا دليل على غياب شوارد النحاس Cu^{2+} في المحلول بل نلاحظ تشكل راسب لونه أخضر يمكن التحقق منه على أنه هيدروكسيد الحديد $Fe(OH)_2$ الذي يدل على وجود شوارد الحديد Fe^{2+} في المحلول .

ـ اقتراح تجربة تمكن من معرفة كمية المادة لهيدروكسيد الحديد $Fe(OH)_2$

هذه التجربة تتمثل في إضافة قطرة بقطرة محلول الصود $Na^+ + OH^-$ إلى المحلول الناتج السابق $Fe^{2+}_{(aq)} + SO_4^{2-})_{(aq)}$ ، إلى أن يختفي اللون الأزرق تماما فنلاحظ تشكل راسب من هيدروكسيد الحديد $Fe(OH)_2$ الذي يمكن تجميعه ثم عزله عن الرشاحة بالترشيح ثم نزنه بميزان إلكتروني فنحصل على كتلته $m\ Fe(OH)_2$ و منها نحسب كمية المادة لها و منه نستنتج كمية المادة لـــ شوارد الحديد Fe^{2+}.

بعد قياس كتلة $Fe(OH)_2$ وجدناها : $m\ Fe(OH)_2 = 1\ g$.

ـ نحسب كمية المادة لهيدروكسيد الحديد $Fe(OH)_2$: $n\ Fe(OH)_2 = m / M = 0,9 / 90 = 0,012$ mol .

ـ نستنتج كمية المادة لـــ شوارد الحديد Fe^{2+} : $n\ Fe^{2+} = n\ Fe(OH)_2 = 0,012$ mol .

قارن هذه الكميات المقاسة عمليا مع المحسوبة نظريا

ـ نحسب كتلة $Fe(OH)_2$ نظريا : $m\ Fe(OH)_2 = n \cdot M = 0,01 \cdot 90 = 0,9\ g$.

هناك فرق طفيف بين القيم المحسوبة نظريا و القيم المحسوبة عمليا و هذا راجع لأخطاء المجرب و أخطاء أجهزة القياس .

لمزيد من المواضيع الحصرية ندعوكم لزيارة موقعنا:
http://sites.google.com/site/lotphilosophie

حصري من إنجاز الأستاذ Lotphilosophie

حصيلة المادة لتحول كيميائي. TP

حصيلة المادة لتحول كيميائي

تجربـــة :

الأدوات المستعملة و المواد : قارورة ، بالونة مطاطية ، محلول حمض الخل 6° (100 g من المحلول تحتوي على 6 g من حمض الإيثانويك النقي CH_3COOH و نرمز له إختصارا بالصيغة العامة AH ، هيدروجينوكربونات الصوديوم الصلب $NaHCO_3$.

الحجم المولي في شروط التجربة : 24 L/mol . الكثافة : d = 1,08 ، الضغط : P = 1 bar ؛ درجة الحرارة : 20°C

ــ ضع في القارورة 80 mL من محلول حمض الخل 6° .

ــ ضع في البالونة المطاطية 5,04 g من هيدروجينوكربونات الصوديوم الصلب $NaHCO_3$ ثم نسد فوهة القارورة بواسطة البالونة كما في الشكل المقابل .

ــ إرفع البالونة إلى الأعلى بحيث تسقط $NaHCO_3$ في الخل .

1ــ صف الحالة الابتدائية للجملة .

الحالة الإبتدائية للجملة حيث تقدم التفاعل x = 0

المتفاعلات	الكتلة (g)	كمية المادة (mol)
المتفاعل 1 : $NaHCO_{3\,(S)}$	5,04	$n_1 = 0,06$
المتفاعل 2 : $CH_3COOH_{\,(aq)}$	5,18 g	$n_2 = 0,08$
الضغط : P = 1 bar ؛ درجة الحرارة : 20°C		

2ــ هل يحدث تحول كيميائي ؟ برر إجابتك.

نعم ، يحدث تحول كيميائي لأنه انطلقنا من جملة كيميائية ابتدائية و هي محلول محلول حمض الخل 6° $CH_3COOH_{\,(aq)}$، و هيدروجينوكربونات الصوديوم الصلب $NaHCO_3$ و بعد مدة من الزمن تطورت هذه الجملة و ظهرت أجسام جديدة وهي إيثانوات الصوديوم و كما نلاحظ نقصان في كتلة $NaHCO_3$ الإبتدائية و كما نلاحظ انطلاق غاز يملأ البالونة يمكن الكشف عليه على أنه غاز ثاني أوكسيد الكربون . أي حدث خلال هذا التطور اختفاء أجسام $NaHCO_3$ و ظهور أجسام جديدة CO_2 و نحن نعلم أن : عندما يصاحب تطور جملة كيميائية ظهور أنواع كيميائية جديدة فإن المرور من الحالة الإبتدائية إلى الحالة النهائية يسمى تحولا كيميائيا .

كيف يمكن معرفة طبيعة الغاز المنطلق والموجود في البالونة ؟

يمكن معرفة طبيعة الغاز المنطلق والموجود في البالونة : يعكر رائق الكلس .

3ــ يمكن نمذجة التحول الكيميائي بالتفاعل ذي المعادلة

$$NaHCO_{3\,(S)} + AH_{\,(aq)} \rightarrow CO_{2\,(g)} + NaA_{\,(aq)} + H_2O_{\,(l)}$$

4ــ ما هو المتفاعل المحد ؟ كيف يمكن أن يتأكد من ذلك ؟

5ــ صف الجملة في الحالة النهائية ؟

مثل جدول التقدم ثم استنتج التقدم الأعظمي (النهائي).

لمزيد من المواضيع الحصرية ندعوكم لزيارة موقعنا:
http://sites.google.com/site/lotphilosophie

Lotphilosophie حصري من إنجاز الأستاذ

6ـ إذا كانت الشروط التجريبية $T = 20°$ ، $P = 1\ bar$ إحسب حجم CO_2 الناتج وكذلك كتلة المتفاعل المتبقى عند نهاية التفاعل.

7ـ مثل في نفس المعلم البيانات $n_{NaHCO3} = f(x)$ ، $n_{AH} = g(x)$ ثم تأكد من النتائج السابقة.

ـ جدول تقدم التفاعل :

معادلة التفاعل	$NaHCO_{3\,(S)} + CH_3COO^-_{(aq)} + H^+(aq) \rightarrow CO_{2\,(g)} + Na^+(aq) + CH_3COO^-_{(aq)} + H_2O_{(l)}$				
حالة الجملة	n $NaHCO_3$ (mol)	n AH $_{(aq)}$ (mol)	n CO_2 (mol)	n NaA(mol)	
الحالة الإبتدائية	0,06 mol	0,08 mol	0	0	
الحالة الإنتقالية	0,06 - x	0,08 - x	x	x	
الحالة النهائية	0	0,02	0,06	0,06	

ـ تحليل الجدول السابق :

ـ عندما يختفي المتفاعل (1) $NaHCO_3$ تماما ، فإن : $0,06 - x = 0 \Rightarrow x = 0.06\ mol$

وعندما نعوض قيمة $x = 0.06\ mol$ في $0,08 - x = 0$ نجد : $x = 0,02\ mol$

ـ عندما يختفي المتفاعل (2) AH تماما ، فإن : $0,08 - x = 0 \Rightarrow x = 0,08\ mol$

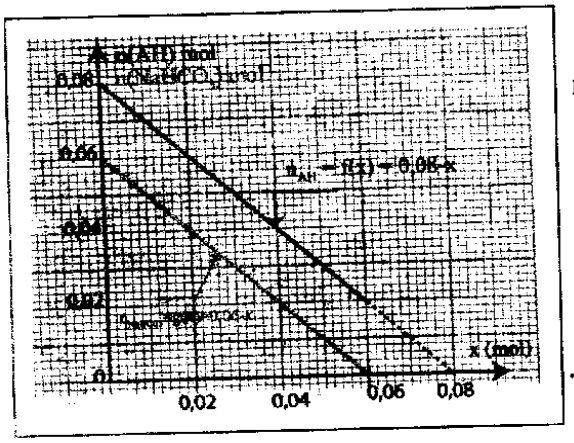
لو أخذنا $x = 0,08\ mol$ وعوضناها في المعادلة : $0,06 - x = 0$ لأعطت $x = -0,02\ mol$ و هي قيمة سالبة (مرفوضة)

إذن $NaHCO_3$ يختفي تماما قبل AH و منه تكون قيمة التقدم النهائي هو: $x_f = 0,06\ mol$ ، و يسمى $NaHCO_3$ المتفاعل المحد (Réactif limitant) .

ـ حساب حجم CO_2 الناتج : $n = V / V_M \Rightarrow V = n \,.\, V_M = 0,06 \,.\, 24 = 1,44\ L$

ـ كتلة الحمض المتبقى عند نهاية التفاعل : $n = m / M \Rightarrow m = n \,.\, M = 0,02 \,.\, 60 = 1,2\ g$

7ـ مثل في نفس المعلم البيانين $n\ NaHCO_3 = f(x)$ ، $n\ AH = g(x)$ ثم تأكد من النتائج السابقة .



التمثيل البياني للتحول فعل الخل على هيدروجينوكربونات الصوديوم :

يمكن التعبير عن تطور هذا التفاعل الكيميائي بيانيا ، بتمثيل تغير كمية المتفاعلات بدلالة التقدم x ، أي العلاقة : $n_{AH} = f(x) = 0,08 - x$ و $n\ NaHCO_3 = g(x) = 0,06 - x$.

• نرسم في نفس المعلم البيانين الممثلين لتغيرات كمية المادة لكل متفاعل بدلالة تقدم التفاعل x :

$n_{AH} = f(x) = 0.08 - x$ ، $n\ NaHCO_3 = g(x) = 0.06 - x$

أنظر الشكل المقابل .

• عندما : $x = 0,06\ mol$ فإن $n_{NaHCO3} = 0$ و $n_{AH} = 0,02\ mol$.

إذن : $NaHCO_3$ هو المتفاعل المحد لأنه يختفي تماما قبل AH .

و منه عند نهاية التحول الكيميائي $x_f = 0,06\ mol$

لمزيد من المواضيع الحصرية ندعوكم لزيارة موقعنا:
http://sites.google.com/site/lotphilosophie