

تتبع تطور تحول كيميائي

SUIVI DE L'EVOLUTION D'UNE TRANSFORMATION CHIMIQUE

(I) التحول الكيميائي transformation chimique**1 - مفهوم التحول الكيميائي**

أثناء التحول الكيميائي تختفي أنواع كيميائية تسمى **المتفاعلات** وتظهر أنواع كيميائية جديدة تسمى **الناتج**. نسمي الأنواع الكيميائية المتكونة من المتفاعلات و الناتج و الأنواع الكيميائية الأخرى التي لم تشارك في التحول: **مجموعة كيميائية**.

2 - الحالة البدئية و الحالة النهائية

- الحالة البدئية للتحول هي الحالة التي تكون عليها المجموعة الكيميائية عند انطلاق التحول .
- الحالة النهائية للتحول هي الحالة التي تكون عليها المجموعة الكيميائية عند نهاية التحول.

3 - التفاعل الكيميائي

التفاعل الكيميائي هو نموذج مبسط للتحول الكيميائي على المستوى الماكرو سكوبي و يعبر عنه بمعادلة تسمى المعادلة الكيميائية . إذا كان A و B المتفاعلات و C و D الناتج فإننا نعبر عن المعادلة الكيميائية بالمعادلة التالية : $a.A + b.B \rightarrow c.C + d.D$ بحيث a, b, c, d أعداد صحيحة و طبيعية تسمى **المعاملات التناسبية**. les coefficients stœchiométriques.

نشاط تجريبي

نضع في أنبوب اختبار عينة قليلة من هيدروجينوكاربونات الصوديوم $NaHCO_3 (s)$ ثم نصب عليه قليلا من حمض الإيتانويك CH_3CO_2H و الذي نرمز له للتبسيط ب AH . و بواسطة أنبوب معقوف نمرر الغاز المتكون في ماء الجير .

أ - ما هو الغاز الذي ينطلق أثناء هذا التحول الكيميائي ؟

ب - أكتب معادلة التفاعل الكيميائي المتوازنة .

الحل

أ - نلاحظ انطلاق غاز عديم اللون يعكر ماء الجير إنه غاز ثنائي أكسيد الكربون CO_2 .

ج - معادلة التفاعل : $H^+_{(aq)} + NaHCO_3(s) \rightarrow CO_2(g) + Na^+_{(aq)} + H_2O(l)$

(II) تطور كميات المادة للأنواع الكيميائية أثناء تحول كيميائي**évolution des quantités de matières des espèces chimiques pendant une transformation chimique****1 - نشاط تجريبي 1**

نصب في كأس حجما $V_1 = 20ml$ من محلول S_1 لنترات الكالسيوم $Ca^{2+} + 2NO_3^-$ تركيزه $C_1 = 0,2 mol/l$ ، ثم نضيف إليه حجما $V_2 = 15ml$ من محلول S_2 لفوسفات الصوديوم $3Na^+ + PO_4^{3-}$ تركيزه $C_2 = 0,2 mol/l$. نلاحظ تكون راسب أبيض لفوسفات الكالسيوم $Ca_3(PO_4)_2$. نرشح الخليط و نصب جزء في أنبوب اختبار T_1 و الجزء الآخر في أنبوب اختبار T_2 .

نضيف إلى T_1 قليلا من محلول نترات الفضة $Ag^+ + NO_3^-$ فنلاحظ تكون راسب أصفر لفوسفات الفضة .

نضيف إلى T_2 قليلا من محلول كربونات الصوديوم $2Na^+ + CO_3^{2-}$ فلا يحدث أي راسب .

1 - أحسب كمية مادة الأيونات Ca^{2+} و PO_4^{3-} المتواجدة في الكأس قبل ظهور راسب فوسفات الكالسيوم .

2 - أجرد الأنواع الكيميائية المتواجدة في الكأس بعد التفاعل .

3 - أكتب المعادلة الكيميائية للتفاعل الحاصل بين المحلولين S_1 و S_2 ثم أنشئ الجدول الوصفي للتفاعل.

4 - استنتج ، اعتمادا على الطريقة الحسابية و الطريقة الميبانية ، التقدم الأقصى و المتفاعل المحد.

استنتاج

1 - $n_i(PO_4^{3-}) = C_2 \cdot V_2 = 0,2 \cdot 0,015 = 3 \cdot 10^{-3} mol$ $n_i(Ca^{2+}) = C_1 \cdot V_1 = 0,2 \cdot 0,020 = 4 \cdot 10^{-3} mol$

2 - الأنواع الكيميائية المتواجدة في الكأس بعد التفاعل : $(s) : Ca_3(PO_4)_2, PO_4^{3-}, NO_3^-, Na^+$ بينما Ca^{2+} يتفاعل كليا .

3 - الجدول الوصفي للتفاعل

$3Ca^{2+}_{(aq)} + 2PO_4^{3-}_{(aq)} \rightarrow Ca_3(PO_4)_2(s)$			التقدم	
$4 \cdot 10^{-3} mol$	$3 \cdot 10^{-3} mol$	0	0	الحالة البدئية
$4 \cdot 10^{-3} - 3x$	$3 \cdot 10^{-3} - 2x$	x	x	خلال التفاعل
$4 \cdot 10^{-3} - 3x_{max}$	$3 \cdot 10^{-3} - 2x_{max}$	x_{max}	x_{max}	الحالة النهائية
0	$0,34 \cdot 10^{-3} mol$	$1,33 \cdot 10^{-3} mol$	$1,33 \cdot 10^{-3} mol$	حصيلة المادة

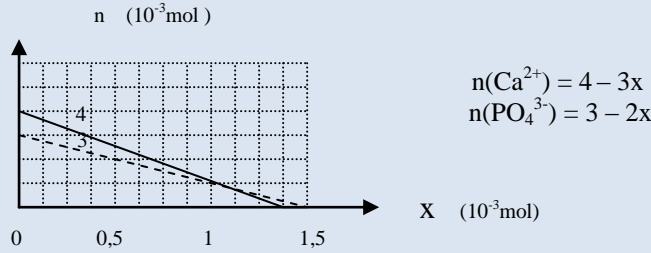
تعريف :

أ - **تقدم التفاعل advancement de la réaction** : هو مقدار 'يرمز له بالحرف x و يعبر عنه بالمول (mol) ، و يمكن من تتبع تطور كميات المادة للأنواع الكيميائية المكونة للمجموعة الكيميائية أثناء تحول كيميائي .

ب - **الجدول الوصفي للتفاعل tableau d'évolution d'une réaction chimique** : هو جدول يتم فيه تحديد كميات المادة لكل الأنواع الكيميائية المعنية بالتفاعل بدلالة التقدم x .

المتفاعل المحد réactif limitant : يتوقف التفاعل عند نفاذ على الأقل أحد المتفاعلات و نسمي هذا المتفاعل : المتفاعل المحد
ج - التقدم الأقصى و حصيلة المادة : في الحالة النهائية ، عندما تتوقف المجموعة عن التطور ، يتم تعيين التقدم الأقصى x_{max} و
 حصيلة المادة

4 - - إذا كان Ca^{2+} هو المتفاعل المحد فإن $4 \cdot 10^{-3} - 3x_{\text{max}} = 0$ و منه فإن $x_{\text{m}} = 1,33 \cdot 10^{-3} \text{ mol}$
 - إذا كان PO_4^{3-} هو المتفاعل المحد فإن $3 \cdot 10^{-3} - 2x_{\text{max}} = 0$ و منه فإن $x_{\text{m}} = 1,5 \cdot 10^{-3} \text{ mol}$
 بما أن $1,33 \cdot 10^{-3} \text{ mol}$ أقل من $1,5 \cdot 10^{-3} \text{ mol}$ فإن Ca^{2+} هو المتفاعل المحد
 الطريقة المبيانية



5 - حصيلة المادة (انظر الجدول الوصفي للتفاعل)

ملحوظة : إذا كانت كميات المادة البدئية للمتفاعلات متوفرة بحيث تتناسب مع المعاملات التناسبية ، نقول إن لدينا خليطا **ستوكيوميتريا** و في الحالة النهائية تختفي جميع المتفاعلات .

2 - نشاط تجريبي 2

1 المناولة

ندخل قليلا من مسحوق الزنك في أنبوب اختبار و نضيف إليه قليلا من حمض الكلوريدريك . نلاحظ انطلاق غاز خانق يحدث فرقة بوجود الهب . نضيف إلى المحلول الناتج ، محلول الصودا .

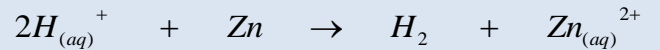
أ - ما اسم الغاز الناتج ؟

ب - ماذا تلاحظ عند إضافة محلول الصودا ؟ و ماذا تستنتج ؟

استثمار

أ - الغاز الناتج هو غاز ثنائي الهيدروجين H_2 .

ب - عند إضافة محلول الصودا إلى المحلول الناتج نحصل على راسب أبيض لهيدروكسيد الزنك و الذي يختفي عند إضافة كمية أخرى من محلول الصودا و منه فإن المحلول الناتج يحتوي على أيونات الزنك Zn^{2+} و تكون معادلة التفاعل كما يلي :



2 المناولة

نضع $m = 654 \text{ mg}$ من مسحوق الزنك في حوجلة من فئة 250 ml . نقيس درجة الحرارة و الضغط فنجد $t = 20^\circ \text{C}$ و

$p_i = 1,025 \cdot 10^5 \text{ Pa}$. ثم نصب بسرعة في الحوجلة $V = 50 \text{ ml}$ من حمض الكلوريدريك ذي التركيز $C = 0,4 \text{ mol.l}^{-1}$.

أ - أكتب معادلة التفاعل .

ب - أحسب كميات المادة البدئية للمتفاعلات . ثم أنشئ الجدول الوصفي لتطور التحول الكيميائي واستنتج التقدم الأقصى و المتفاعل المحد و حصيلة المادة للمجموعة الكيميائية.

ج - أحسب ضغط الغاز الناتج و استنتج الضغط النهائي داخل الحوجلة .

نعطي : الكتلة المولية الذرية للزنك $M(\text{Zn}) = 65,4 \text{ g.mol}^{-1}$ و ثابتة الغازات الكاملة $R = 8,324 \text{ J.mol}^{-1} \cdot \text{K}^{-1}$

استثمار

أ - معادلة التفاعل $2\text{H}_{(aq)}^+ + \text{Zn} \rightarrow \text{H}_2 + \text{Zn}_{(aq)}^{2+}$

ب - $n_i(\text{H}^+) = C \cdot V = 0,4 \cdot 0,05 = 0,02 \text{ mol}$ $n_i(\text{Zn}) = \frac{m(\text{Zn})}{M(\text{Zn})} = \frac{0,654}{65,4} = 0,01 \text{ mol}$

$2\text{H}_{(aq)}^+$	$+$	Zn	\rightarrow	H_2	$+$	$\text{Zn}_{(aq)}^{2+}$	التقدم	
0,02mol		0,01mol		0		0	0	الحالة البدئية
$0,02 - 2x$		$0,01 - x$		x		x	x	خلال التحول
$0,02 - 2x_{\text{max}}$		$0,01 - x_{\text{max}}$		x_{max}		x_{max}	x_{max}	الحالة النهائية
0		0		0,01mol		0,01mol	0,01mol	حصيلة المادة

كل من H^+ و Zn يمثل متفاعل محد لأن لدينا خليطا **ستوكيوميتريا**

ج - كمية مادة الغاز الناتج عند نهاية التفاعل $n(\text{H}_2) = 0,01 \text{ mol}$ ، يحتل الحجم $V = 250 - 50 = 200 \text{ ml} = 2 \cdot 10^{-4} \text{ m}^3$ ،

تحت درجة الحرارة $T = 293 \text{ K}$ إذن ضغط الغاز الناتج هو $p(\text{H}_2) = \frac{n(\text{H}_2) \cdot R \cdot T}{V} = \frac{0,01 \cdot 8,314 \cdot 293}{2 \cdot 10^{-4}} = 1,218 \cdot 10^5 \text{ Pa}$

إذن الضغط الكلي داخل الحوجلة $p = p(\text{H}_2) + p(\text{air}) = 1,218 \cdot 10^5 + 1,025 \cdot 10^5 = 2,305 \cdot 10^5 \text{ Pa}$