

تطبيقات لتتبع تحول كيميائي
Application au suivi d'une transformation chimique

I - كيفية تتبع تطور تحول كيميائي وتحديد حالته النهائية

1 - التحول الكيميائي

عند مزج مختلف الأنواع الكيميائية التي تكون مجموعة كيميائية (الحالة البدئية)، يحدث تحول كيميائي إذا اختلفت بعض الأنواع (المتفاعلات) وتكونت أنواع جديدة (النواتج)، نقول إن المجموعة تتطور Evolue .

ملحوظة:

توصف المجموعة المكونة من أنواع كيميائية بتحديد:

طبيعة النوع، حالته الفيزيائية، كمية مادته وكذا درجة الحرارة θ والضغط P بالنسبة للمجموعة.

2 - نشاط تجريبي

محلول فوسفات الصوديوم
($3Na_{aq}^{+} + PO_{4aq}^{3-}$)
 $V_2 = 20,0 mL$
 $C_2 = 0,1 mol.L^{-1}$

محلول نترات الكالسيوم
($Ca_{aq}^{2+} + 2NO_{3aq}^{-}$)
 $V_1 = 30,0 mL$
 $C_1 = 0,2 mol.L^{-1}$

راسب أبيض :
فوسفات الكالسيوم $Ca_3(PO_4)_2$

كربونات الصوديوم
($2Na_{aq}^{+} + CO_{3aq}^{2-}$)
راسب أبيض
كربونات الكالسيوم $CaCO_3$

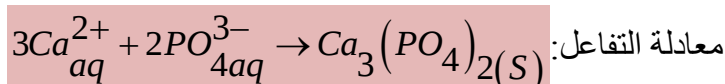
نترات الفضة
($Ag_{aq}^{+} + NO_{3aq}^{-}$)
لا يظهر الراسب الأصفر
لفوسفات الفضة Ag_3PO_4

الرشاحة

الحالة النهائية
 P, θ
 $Ca_3(PO_4)_2(S): n_f(Ca_3(PO_4)_2)$
 $Ca_{aq}^{2+}: n_f(Ca^{2+})$
 $PO_{4aq}^{3-}: n_f(PO_4^{3-})$

تحول كيميائي

الحالة البدئية
 P, θ
 $Ca_{aq}^{2+}: n_i(Ca^{2+}) = C_1 V_1 = 6.10^{-3} mol$
 $PO_{4aq}^{3-}: n_i(PO_4^{3-}) = C_2 V_2 = 2.10^{-3} mol$



II - تقدم التفاعل والجدول الوصفي وحصيلة المادة

1 - تقدم التفاعل: Avancement

خلال التحول يرافق تكون $1 mol$ من $Ca_3(PO_4)_2(S)$ اختفاء $3 mol$ من الأيونات Ca_{aq}^{2+} و $2 mol$ من الأيونات PO_{4aq}^{3-} بصفة عامة:

يرافق $x mol$ من $Ca_3(PO_4)_2(S)$ اختفاء $3x mol$ من Ca_{aq}^{2+} و $2x mol$ من PO_{4aq}^{3-} .

- نسمي كمية المادة x ، تقدم التفاعل ويعبر عنها بالمول (mol) ؛
➤ يمكن التقدم من تحديد كميات المادة لمختلف النواع الكيميائية المساهمة في التفاعل خلال تطور المجموعة.

2 - الجدول الوصفي وحصيلة المادة

❖ كميات المادة البدئية:
 $n_i(Ca_{aq}^{2+}) = C_1 V_1 = 6.10^{-3} mol$

$n_i(PO_{4aq}^{3-}) = C_2 V_2 = 2.10^{-3} mol$

❖ جدول التقدم:

معادلة التفاعل			التقدم (mol) x		حالة المجموعة
$3Ca_{aq}^{2+} + 2PO_{4aq}^{3-} \rightarrow Ca_3(PO_4)_2(s)$			كميات المادة بالمستول		الحالة البدئية
6.10^{-3}	2.10^{-3}	0	0	0	الحالة البدئية
$6.10^{-3} - 3x$	$2.10^{-3} - 2x$	x	x	x	خلال التحول

3 - التقدم الأقصى والمتفاعل الحدي

الحالة النهائية لمجموعة كيميائية هي الحالة التي تتوقف فيها هذه المجموعة عن التطور. عندما يختفي كليا أحد المتفاعلات، المسمى الحدي، عندئذ يساوي التقدم النهائي التقدم الأقصى x_{max} .
مثلا:

✓ إذا كان Ca_{aq}^{2+} هو المتفاعل الحدي فإن: $n(Ca^{2+}) = 0,006 - 3x = 0 \Rightarrow x_{max} = \frac{0,006}{3} = 0,002 mol$

✓ إذا كان PO_{4aq}^{3-} هو المتفاعل الحدي فإن: $n(PO_4^{3-}) = 0,002 - 2x = 0 \Rightarrow x_{max} = \frac{0,002}{2} = 0,001 mol$

يوافق التقدم الأقصى x_{max} أصغر قيمة.

إذن $x_{max} = 0,001 mol$ ، وبالتالي فإن PO_4^{3-} هو المتفاعل الحدي الذي يختفي كليا.

معادلة التفاعل			التقدم (mol) x		حالة المجموعة
$3Ca_{aq}^{2+} + 2PO_{4aq}^{3-} \rightarrow Ca_3(PO_4)_2(s)$			كميات المادة بالمستول		الحالة النهائية
$0,006 - 3 \times 0,001 = 0,003 mol$	0	$0,001 mol$	$x_{max} = 0,001 mol$	$x_{max} = 0,001 mol$	الحالة النهائية

4 - Mélange stœchiométrique الخليط الستوكيوميتري

الخليط الستوكيوميتري هو عندما يختفي المتفاعلان معا.
مثال:

$$n_i(Ca^{2+}) - 3x_{max} = 0 \Rightarrow x_{max} = \frac{n_i(Ca^{2+})}{3}$$

$$n_i(PO_4^{3-}) - 2x_{max} = 0 \Rightarrow x_{max} = \frac{n_i(PO_4^{3-})}{2}$$

أي: $\frac{n_i(Ca^{2+})}{3} = \frac{n_i(PO_4^{3-})}{2}$

بصفة عامة: $aA + bB \rightarrow cC + dD$

يكون الخليط البدئي للمتفاعلين استوكيومتريا إذا كانت:

$$\frac{n_i(A)}{a} = \frac{n_i(B)}{b}$$