تتبع تحول كيميائي
Suivi d'une transformation chimique

I) التقدم الأقصى لتفاعل كيميائي.

1) تجـــربة.

نضيف إلى حجم $V_1 = 20\,mL$ من محلول S_1 لنترات الكالسيوم $(Ca^{2+}_{aq} + 2NO^{-}_{3\,aq})$ تركيزه $C_1 = 0.2\ mol/L$, حجما $V_2 = 15\,mL$ من محلول S_2 لفوسفات الصوديوم $(3Na^{+}_{aq} + PO^{3-}_{4\ aq})$ تركيزه $C_2 = 0.2\ mol/L$. يحدث تفاعل و يتكون راسب أبيض هو فوسفات الكالسيوم $Ca_3(PO_4)_2$.

معادلة التفاعل :

$$3Ca^{2+} + 2PO_4^{3-} \longrightarrow Ca_3(PO_4)_2$$

2) الجـــدول الوصـــفي. Le tableau descriptif

كمية مادة أيونات الكالسيوم البدئية: $n_i(Ca^{2+}) = C_1.V_1 = 4.10^{-3}\ mol = 4\ mmol$

كمية مادة أيونات الفوسفات البدئية: $n_i(PO_4^{3-}) = C_2.V_2 = 3.10^{-3}\ mol = 3\ mmol$

العلاقة بين كميات المدة المتفاعلة وكمية المادة الناتجة هي:

$$\frac{n(Ca^{2+})}{3} = \frac{n(PO_4^{3-})}{2} = \frac{n(Ca_3(PO_4)_2}{3} = x$$

يسمى x تقدم التفاعل و يسمح بتحديد كميات المادة للمتفاعلات و النواتج.

معادلة التفاعل		$3Ca^{2+} + 2PO_4^{3-} \longrightarrow Ca_3(PO_4)_2$		
الحالة	التقدم	$n(Ca_3(PO_4)_2)$	$n(PO_4^{3-})$	$n(Ca^{2+})$
البدئية	0	0	3	4
خلال التحول	x	x	3 – 2x	4 - 3x
النهائية	x_{max}	x_{max}	3 – 2 x_{max}	4 – 3x_{max}

3) التقـــدم الأقصـــى و المتفـــاعل المحـــد. Avancement maximal Réactif limitant.

* **تعريف:** نسمي المتفاعل المحد, المتفاعل الذي يختفي أولا و يسبب بذلك في توقف التفاعل و يأخذ x عند نهاية التفاعل قيمته القصوية, تسمى التقدم الأقصى x_{max}.

تطبيق:

باعتبار أيونات الكالسيوم المتفاعل المحد يكون: $4 - 3x_{1max} = 0$ و بذلك: $x_{1max} = 1.33\ mmol$

باعتبار أيونات الفوسفات المتفاعل المحد يكون: $3 - 2x_{2max} = 0$ و بذلك: $x_{2max} = 1.5\ mmol$

يوافق التقدم الأقصى أصغر قيمة و بذلك $x_{max} = 1.33\ mmol$ و المتفاعل المحد هو: Ca^{2+} .

Galerie.com

4) الخليط الستوكيومتري. Le mélange stoechiométrique

*** تعريف:** يكون الخليط البدئي التفاعلي استوكيومتريا, إذا كانت كميات مادة المتفاعلات متوفرة حسب المعاملات الستوكيومترية لمعادلة التفاعل, تختفي في هذه الحالة جميع المتفاعلات عند نهاية التفاعل.

تطبيق: لنحسب حجم محلول فوسفات الصوديوم اللازم إضافته ليكون الخليط السابق ستوكيومتريا.

$$\frac{n_i(Ca^{2+})}{3} = \frac{n_i'(PO_4^{3-})}{2} = x_{max}$$

بذلك: $n_i' - 2\,x_{max} = 0$ و منه: $n_i' = 2\,x_{max} = 2.66\ mmol$

الحجم اللازم V' هو: $V' = \frac{n_i'}{C} = 13.3\ mL$

II) تحديد التقدم الأقصى من خلال ضغط غاز.

* تجربة:

ندخل في حوجلة, تحتوي على $20mL$ من محلول حمض الكلوريدريك تركيزه $C = 5\ mol/L$, قطعة من فلز الزنك كتلتها $m = 0.11g$. نغلق الحوجلة أثناء التفاعل و نقيس الضغط داخلها.

الضغط البدئي في الحوجلة هو الضغط الجوي $P_0 = 1025\ hPa$ و الضغط فيها عند نهاية التفاعل هو $P_f = 1062\ hPa$.

معادلة التفاعل: $Zn(s) + 2\,H^+ \longrightarrow Zn^{2+} + H_2(g)$

كمية مادة الزنك البدئية: $n_i(Zn) = \frac{m}{M} = 0.11/65.4 = 1.7\ 10^{-3}\ mol$

كمية مادة H^+ البدئية: $n_i(H^+) = C.V = 0.1\ mol$

* الجدول الوصفي للتفاعل:

معادلة التفاعل		$Zn + 2H^+ \longrightarrow Zn^{2+} + H_2$			
الحالة	التقدم	$n(H_2)$	$n(Zn^{2+})$	$n(H^+)$	$n(Zn)$
البدئية	0	0	0	0.1	$1.7\ 10^{-3}$
خلال التحول	x	x	x	$0.1 - 2x$	$1.7\ 10^{-3} - x$
النهائية	x_{max}	x_{max}	x_{max}	$0.1 - 2x_{max}$	$1.7\ 10^{-3} - x_{max}$

تحديد التقدم الأقصى x_{max} :

و حسب معادلة الحالة للغازات الكاملة: $n(H_2) = x_{max}$

$P_0.V = n_0.R.T$ n_0 كمية مادة الهواء البدئية في الحوجلة.

و $P_f.V = n_f.R.T$ بحيث: $n_f = n_0 + n(H_2) = n_0 + x_{max}$

9alami.com

و بذلك: $\Delta P = P_f - P_0 = x_{\max} \cdot \frac{R.T}{V}$

في ظروف التجربة يحتل الغاز المتكون حجما $V = 1.1\ L$ **عند درجة الحرارة** $T = 293\ K$.

بذلك: $x_{\max} = \frac{\Delta P \cdot V}{R \cdot T} =$

9alami.com