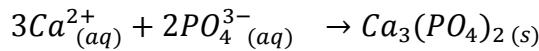


تبعد تحول كيميائي Suivi d'une transformation chimique

I- التقدم للأقصى لتفاعل كيميائي 1-تجربة :

نضيف إلى حجم $V_1 = 20mL$ من محلول S_1 لنترات الكالسيوم ($Ca_{aq}^{2+} + 2NO_3^{-}$) تركيزه $C_1 = 0.2 mol/L$.
 حجما $V_2 = 15mL$ من محلول S_2 لفوسفات الصوديوم ($3Na_{aq}^{+} + PO_4^{3-}$) تركيزه $C_2 = 0.2 mol/L$.
 يحدث تفاعل و يتكون راسب أبيض هو فوسفات الكالسيوم $.Ca_3(PO_4)_2$.
 معادلة التفاعل :



2-الجدول الوصفي :

كمية مادة أيونات الكالسيوم البدئية: $n_i(Ca^{2+}) = C_1 \cdot V_1 = 4 \cdot 10^{-3} mol = 4 mmol$

كمية مادة أيونات الفوسفات البدئية: $n_i(PO_4^{3-}) = C_2 \cdot V_2 = 3 \cdot 10^{-3} mol = 3 mmol$

العلاقة بين كميات المادة المتفاعلة وكمية المادة الناتجة هي:

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

يسمى x تقدم التفاعل و يسمح بتحديد كميات المادة للمتفاعلات و النواتج.
 الجدول الوصفي لتقدير التفاعل :

$3Ca_{aq}^{2+} + 2PO_4^{3-}_{(aq)} \rightarrow Ca_3(PO_4)_2(s)$			معادلة التفاعل	
كميات المادة ب (mmol)			تقدير التفاعل	حالة المجموعة
4	3	0	0	الحالة البدئية
$4 - 3x$	$3 - 2x$	x	x	خلال التحول
$4 - 3x_{max}$	$3 - 2x_{max}$	x_{max}	x_{max}	الحالة النهائية

3-التقدم الأقصى والمتفاعل المحد : تعريف :

نسمي المتفاعل المحد، المتفاعل الذي يختفي أولا ويسبب بذلك في توقف التفاعل و يأخذ x عند نهاية التفاعل قيمته القصوية، تسمى التقدم الأقصى x_{max} .

تطبيق :

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

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

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

4- الخليط الاستوكيومترى :

تعريف :

يكون الخليط البدئي التفاعلي استوكيومتريا، إذا كانت كميات مادة المتفاعلات متوفرة حسب المعاملات الاستوكيومترية لمعادلة التفاعل، تختفي في هذه الحالة جميع المتفاعلات عند نهاية التفاعل.

تطبيق :

حدد V' حجم محلول فوسفات الصوديوم اللازم إضافته ليكون الخليط السابق ستوكيمتريا.

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

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

الحجم اللازم V' هو:

$$n_i' = c_2 \cdot V' \Rightarrow V' = \frac{n_i'}{c_2} = \frac{2,66}{0,2} = 13,3 \text{ mL}$$

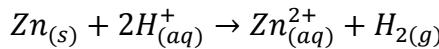
II - تحديد ضغط الغاز الناتج عن تفاعل كيميائي

1-تجربة :

تدخل في حوجلة حجمها $V = 500 \text{ mL}$ ، تحتوي على 10 mL من محلول حمض الكلوريدريك تركيزه $C = 2 \text{ mol.L}^{-1}$ كتلة $m = 0,2 \text{ g}$ من مسحوق الزنك . نغلق الحوجلة أثناء التفاعل و نقيس الضغط داخلها.

الضغط البدئي في الحوجلة هو الضغط الجوي $P_0 = 1025 \text{ hPa}$

معادلة التفاعل:



كمية مادة الزنك البدئية: $n_i(Zn) = \frac{m}{M(Zn)} = \frac{0,2}{65,4} = 3.10^{-3} \text{ mol}$

كمية مادة H^+ البدئية: $n_i(H^+) = C \cdot V = 2 \times 10.10^{-3} = 2.10^{-2} \text{ mol}$

أ-الجدول الوصفي لتقدير التفاعل :

				معادلة التفاعل	
				حالات المجموعة	تقدير التفاعل
كميات المادة بـ (mmol)				تقدير التفاعل	حالات البدئية
3	20	0	0	0	الحالات البدئية
$3 - x$	$20 - 2x$	x	x	x	خلال التحول
$3 - x_{\max}$	$20 - 2x_{\max}$	x_{\max}	x_{\max}	x_{\max}	الحالات النهائية

ب-تحديد المتفاصل المحد والتقدم الأقصى :

ليكن Zn هو المتفاصل المحد فإن: $x_{\max}(Zn) = 3 \text{ mmol}$ $n_f(Zn) = 3 - x_{\max}(Zn) = 0$ أي:

ليكن H^+ هو المتفاصل المحد فإن: $x_{\max}(H^+) = 10 \text{ mmol}$ $n_f(H^+) = 20 - 2x_{\max}(H^+) = 0$ أي:

بما أن: $x_{\max} = 3 \text{ mmol}$ فإن المتفاصل المحد هو Zn والتقدم الأقصى هو $x_{\max}(Zn) < x_{\max}(H^+)$

ج-استنتاج ($V_f(H_2)$) الحجم النهائي لغاز ثنائي الهيدروجين :
لدينا :

$$V_f(H_2) = n_f(H_2) \cdot V_m = x_{max} \cdot V_m \Rightarrow V_f(H_2) = 3 \cdot 10^{-3} \times 24 = 7,2 \cdot 10^{-2} L = 72 mL$$

د-حصيلة المادة في الحالة النهائية :

$$n_f(Zn^{2+}) = n_f(H_2) = x_{max} = 3 \text{ mmol} \quad , \quad n_f(H^+) = 20 - 2x_{max} = 14 \text{ mmol} \quad , \quad n_f(Zn) = 0$$

2-تحديد ضغط الغاز الناتج عن التجربة في الحالة النهائية :

يشغل غاز H_2 الحجم المتبقى من الحوجلة ويساوي : $500 - 10 = 490 mL = 490 \cdot 10^{-6} m^3$

معادلة الحالة للغازات الكاملة تكتب :

$$P \cdot V(H_2) = n_f(H_2) \cdot R \cdot T \Rightarrow P = \frac{n_f(H_2) \cdot R \cdot T}{V(H_2)} \Rightarrow P(H_2) = \frac{3 \cdot 10^{-3} \times 8,314 \times (20 + 273)}{490 \cdot 10^{-6}} = 14914 Pa$$

الضغط النهائي داخل الحوجلة هو :

$$P_f = P(H_2) + P_{atm} = 14914 + 1038 \cdot 10^2 hPa = 118714 Pa$$