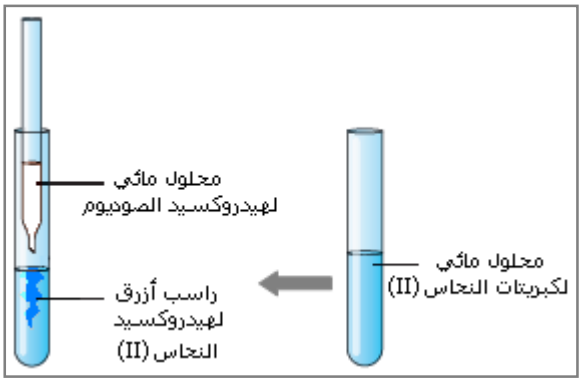
9 التحولات الكيميائية

I. التحول الكيميائي لمجموعة Transformation chimique d'un système

1- مثال



نمزج الحجم $V_1 = 20\ mL$ من محلول مائي لكبريتات النحاس (II) $(Cu^{2+}_{(aq)}, SO^{2-}_{4(aq)})$ تركيزه $c_1 = 0{,}1\ mol.L^{-1}$ مع الحجم $V_2 = 20\ mL$ من محلول مائي لهيدروكسيد الصوديوم $(Na^{+}_{(aq)}, HO^{-}_{(aq)})$ تركيزه $c_2 = 2\ mol.L^{-1}$.

نلاحظ تكون راسب أزرق لهيدروكسيد النحاس (II) $Cu(OH)_{2(s)}$.

2- تعاريف

- خلال تحول كيميائي تظهر أنواع كيميائية جديدة بينما تختفي أنواع كيميائية أخرى.
- الأنواع الكيميائية التي تختفي كليا أو جزئيا تسمى متفاعلات، و الأنواع الكيميائية التي تظهر تسمى نواتج.
- مجموعة المتفاعلات و النواتج تكون مجموعة كيميائية.

مثال: في المثال السابق، الأيونات $Cu^{2+}_{(aq)}$ و $HO^{-}_{(aq)}$ متفاعلات، و $Cu(OH)_{2(s)}$ ناتج.

3- الحالتان البدئية و النهائية

- الحالة البدئية: الحالة التي تكون عليها المجموعة الكيميائية عند انطلاق التحول.
- الحالة النهائية: الحالة التي تكون عليها المجموعة الكيميائية بعد انتهاء التحول.

و للتعبير عن حالة مجموعة تحدد:

- المقادير الفيزيائية التي تحدد شروط هذه الحالة (درجة الحرارة و الضغط)،
- الحالة الفيزيائية للأنواع الكيميائية المكونة للمجموعة باستعمال الرموز التالية:

(s) صلب ، (l) سائل ، (aq) مميه، (g) غاز.

- كمية المادة للأنواع الكيميائية المكونة للمجموعة.

مثال: نعتبر التفاعل بين أيونات النحاس و أيونات الهيدروكسيد.

الحالة البدئية
$HO^{-}_{(aq)} / Cu^{2+}_{(aq)}$
$p = 1\ atm\ /\ \theta = 25°C$
$n_0(Cu^{2+}) = c_1 \cdot V_1 = 2.10^{-3}\ mol$ $n_0(HO^{-}) = c_2 \cdot V_2 = 4.10^{-2}\ mol$

⇐

الحالة النهائية
$Cu(OH)_{2(s)}$
$p = 1\ atm\ /\ \theta = 25°C$
$n_f(HO^{-}) = ?$ $n_f(Cu(OH)_2) = ?$

II. التفاعل الكيميائي Réaction chimique

1- تعريف

التفاعل نموذج يصف التحول الكيميائي، حيث يشير إلى طبيعة المتفاعلات و النواتج، و النسب التي تتحول حسبها المتفاعلات و تتكون النواتج.

2- المعادلة الكيميائية

- يعبر عن تفاعل كيميائي بمعادلة تسمى المعادلة الكيميائية تستعمل فيها رموز أو صيغ الأنواع الكيميائية المتفاعلة و الناتجة.
- اصطلاحا تكتب صيغ المتفاعلات على اليسار و صيغ النواتج على اليمين، و يوصل الطرفان بسهم موجه من اليسار إلى اليمين.
- توازن المعادلة الكيميائية باعتبار انحفاظ عدد الذرات و الشحن، حيث تضاف إلى المعادلة الكيميائية أعداد صحيحة طبيعية، تسمى المعاملات التناسبية.

مثال: المعادلة الكيميائية للتفاعل بين أيونات النحاس و أيونات الهيدروكسيد هي:

$$1Cu^{2+}_{(aq)} + 2HO^{-}_{(aq)} \rightarrow 1Cu(OH)_{2(s)}$$

III. حصيلة المادة في تفاعل كيميائي Bilan de matière

1- تقدم تفاعل كيميائي

خلال تفاعل كيميائي تنقص كميات المادة للمتفاعلات و تزداد كميات المادة للنواتج وفق المعاملات التناسبية للمعادلة الكيميائية.

مثال: التفاعل بين أيونات النحاس و أيونات الهيدروكسيد.

معادلة التفاعل	$1Cu^{2+}_{(aq)} + 2HO^{-}_{(aq)} \rightarrow 1Cu(OH)_{2(s)}$		
تغير كميات المادة (mol)	-1	-2	$+1$
	-2	-4	$+2$
	-3	-6	$+3$
		.	
		.	
		.	
	$-1x$	$-2x$	$+1x$

ينتج عن اختفاء $x\ mol$ من أيونات النحاس و $2x\ mol$ من أيونات الهيدروكسيد، تكون $x\ mol$ من هيدروكسيد النحاس (II). المقدار x يسمى تقدم التفاعل Avancement de la réaction.و وحدته المول mol.

2- المتفاعل المحد

عندما يستهلك أحد المتفاعلات كليا يتوقف تحول المجموعة الكيميائية أي يصل التفاعل نهايته. نسمي هذا المتفاعل المتفاعل المحد réactif limitant.

3- التقدم الأقصى

خلال تحول مجموعة كيميائية يتغير تقدم التفاعل من 0 في الحالة البدئية إلى قيمة قصوى x_{max} في الحالة النهائية.

لتحديد قيمة x_{max} ننشئ الجدول الوصفي لتقدم التفاعل ثم نعتبر كمية المادة للمتفاعل المحد منعدمة.

4- حصيلة المادة

بمعرفة قيمة x_{max} يمكن حساب كميات المادة في الحالة النهائية.

☜ مثال: حصيلة المادة للتفاعل بين أيونات النحاس و أيونات الهيدروكسيد.

• إنشاء الجدول الوصفي

المعادلة الكيميائية		$Cu^{2+}_{(aq)} + 2HO^-_{(aq)} \rightarrow Cu(OH)_{2(s)}$		
حالة المجموعة	تقدم التفاعل	كميات المادة (mol)		
البدئية	0	0	4.10^{-2}	2.10^{-3}
خلال التحول	x	x	$4.10^{-2}-2x$	$2.10^{-3}-x$
النهائية	x_{max}	x_{max}	$4.10^{-2}-2x_{max}$	$2.10^{-3}-x_{max}$

• تحديد المتفاعل المحد

نقارن كميات المادة البدئية: $\frac{n_0(Cu^{2+})}{1} < \frac{n_0(HO^-)}{2}$

نستنتج أن المتفاعل المحد هو Cu^{2+}.

• تحديد التقدم الأقصى

بما أن المتفاعل المحد هو Cu^{2+} فإنه يختفي كليا في الحالة النهائية، إذن: $2.10^{-3}-x_{max}=0$

$$x_{max}=2.10^{-3}\ mol \quad \leftarrow$$

• حصيلة المادة في الحالة النهائية

نعوض x_{max} بقيمته و نستنتج كميات المادة في الحالة النهائية:

$n_f(Cu^{2+})=0\ \ mol$	$n_f(HO^-)=3,6.10^{-2}\ mol$	$n_f\left(Cu(OH)_2\right)=2.10^{-3}\ mol$