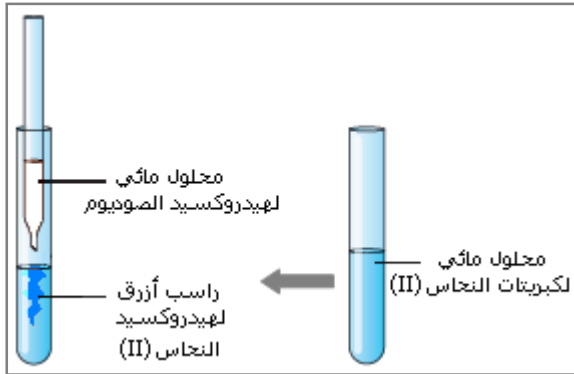


التحولات الكيميائية

Transformation chimique d'un système

I. التحول الكيميائي لمجموعة

1- مثال



نمزج الحجم $V_1 = 20 \text{ mL}$ من محلول مائي لكبريتات النحاس (II)

تركيزه $c_1 = 0,1 \text{ mol.L}^{-1}$ ($\text{Cu}_{(aq)}^{2+}, \text{SO}_{4(aq)}^{2-}$) مع الحجم

$V_2 = 20 \text{ mL}$ من محلول مائي لهيدروكسيد الصوديوم

تركيزه $c_2 = 2 \text{ mol.L}^{-1}$ ($\text{Na}_{(aq)}^+, \text{HO}_{(aq)}^-$)

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

2- تعاريف

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

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

3- الحالات 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) مميّه، (g) غاز.

- كمية المادة للأنواع الكيميائية المكونة للمجموعة.

مثال: نعتبر التفاعل بين أيونات النحاس و أيونات الهيدروكسيد.

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



الحالة البدئية
$\text{HO}_{(aq)}^- / \text{Cu}_{(aq)}^{2+}$
$p = 1 \text{ atm} / \theta = 25^\circ\text{C}$
$n_0(\text{Cu}^{2+}) = c_1 \cdot V_1 = 2 \cdot 10^{-3} \text{ mol}$ $n_0(\text{HO}^-) = c_2 \cdot V_2 = 4 \cdot 10^{-2} \text{ mol}$

Réaction chimique

II. التفاعل الكيميائي

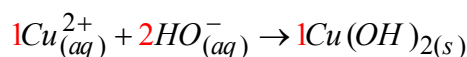
1- تعريف

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 الطرفين 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: التفاعل الكيميائي للتفاعل بين أيونات النحاس و أيونات الهيدروكسيد هي:



Bilan de matière

III. حصيلة المادة في تفاعل كيميائي

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			
$1Cu_{(aq)}^{2+}$	$+ 2HO_{(aq)}^{-}$	$\rightarrow 1Cu(OH)_{2(s)}$	
-1	-2	+1	تغير كميات المادة (mol)
-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- حصلة المادة

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

مثال: حصلة المادة للتفاعل بين أيونات النحاس و أيونات الهيدروكسيد.

• إنشاء الجدول الوصفي

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

• تحديد المتفاعل المحد

$$\frac{n_0(Cu^{2+})}{1} < \frac{n_0(HO^-)}{2}$$

نقارن كميات المادة البدئية:

نستنتج أن المتفاعل المحد هو Cu^{2+} .

• تحديد التقدم الأقصى

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

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

• حصلة المادة في الحالة النهائية

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

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