

التحولات الكيميائية Transformations chimiques

I أمثلة لتحولات كيميائية

1 - احتراق الفحم في ثنائي الأوكسجين

1.1 - نشاط تجريبي

نحرق قطعة من الفحم حتى التوهج ثم ندخلها في قارورة مملوءة بغاز ثنائي الأوكسجين .
أ - ماذا تلاحظ ؟

ب - ما هي متفاعلات و نواتج هذا التحول ؟ وكيف يتم إبرازها ؟

2.1 - استثمار

أ - نلاحظ أن الفحم يستمر في التوهج . و يتوقف عن التوهج عند اختفاء ثنائي الأوكسجين .
ب - المتفاعلات هي ثنائي الأوكسجين O_2 و الكربون C و النواتج هي غاز ثنائي أوكسيد الكربون و يمكن إبرازه بواسطة ماء الجير حيث يعكره .

2 - تفاعل ترسيب بين أيونات النحاس II و أيونات الهيدروكسيد

1.2 - نشاط تجريبي

نصب في إناء 20mL من محلول كبريتات النحاس II تركيزه $0,2 \text{ mol.L}^{-1}$. ثم نصب 10mL من محلول هيدروكسيد الصوديوم تركيزه $0,1 \text{ mol.L}^{-1}$.

أ - ماذا تلاحظ ؟

ب - ما هي متفاعلات و نواتج هذا التحول وكيف يتم إبرازها ؟

2.2 - استثمار

أ - نلاحظ تكون راسب لهيدروكسيد النحاس II و الاختفاء الكلي لأيونات الهيدروكسيد و عدم الاختفاء الكلي لأيونات النحاس II .
ب - المتفاعلات هي أيونات النحاس II و أيونات الهيدروكسيد و النواتج هيدروكسيد النحاس II و يتم إبرازه من خلال لونه الأزرق القاتم

3 - التفاعل بين النحاس و أيونات الفضة

1.3 - نشاط تجريبي

نضع صفيحة من النحاس مصقولة في محلول مائي لنترات الفضة .
أ - ما ذا تلاحظ ؟

ب - ما هي متفاعلات و نواتج هذا التحول وكيف يتم إبرازها ؟

2.3 - استثمار

أ - بعد مدة زمنية يصبح المحلول أزرق اللون و يتوضع فلز أبيض يسود تحت تأثير الضوء على صفيحة النحاس .
ب - المتفاعلات هي أيونات الفضة و فلز النحاس و النواتج هي أيونات النحاس II و فلز الفضة و يتم إبراز أيونات النحاس II من خلال اللون الأزرق المحصل عليه للمحلول . كما نبرز فلز الفضة باللون الأسود الذي يأخذه تحت تأثير الضوء .

II التحول الكيميائي لمجموعة

1 - تعريف

أثناء التحول الكيميائي تظهر أنواع كيميائية جديدة في حين تختفي أنواع كيميائية أخرى ، و ذلك عند توفر ظروف معينة .

نسمي الأنواع الكيميائية التي تختفي كلياً أو جزئياً : **متفاعلات** .

نسمي الأنواع الكيميائية الجديدة التي تظهر : **نواتج** .

نسمي مجموع الأنواع الكيميائية من متفاعلات و نواتج و الأنواع الكيميائية الأخرى التي لم تترك في التحول : **مجموعة كيميائية** .

نقول إن المجموعة خضعت لتحول كيميائي عندما يكون تركيبها في الحالة النهائية مخالفاً لتركيبها في الحالة البدئية

مثال : أثناء احتراق الكربون في غاز ثنائي الأوكسجين يظهر تحول كيميائي و يكون الناتج هو ثنائي أوكسيد الكربون CO_2 في حين يختفي ثنائي الأوكسجين O_2 كلياً و تختفي مادة الكربون C جزئياً و هما المتفاعلات .

2 - وصف مجموعة كيميائية

تتميز المجموعة الكيميائية :

- بالمقادير الفيزيائية : درجة الحرارة T ، الضغط P ، ...

- بالحالة الفيزيائية لكل نوع كيميائي : صلب (s) ، سائل (l) ، غاز (g) أو مذاب في محلول (aq) .

3 الحالة البدئية و الحالة النهائية

نسمي الحالة البدئية للمجموعة الكيميائية : الحالة التي تكون عليها المجموعة عند انطلاق التحول .

نسمي الحالة النهائية للمجموعة الكيميائية : الحالة التي تكون عليها المجموعة عند انتهاء التحول .

مثال :

الحالة البدئية (P,T)	
C	الكربون
O_2	ثنائي الأوكسجين

التحول الكيميائي →

الحالة النهائية (P,T)	
CO_2	ثنائي أوكسيد الكربون
C	ما تبقى من الكربون

III (التفاعل الكيميائي)

1 - تعريف

التفاعل الكيميائي هو نمذجة مبسطة للتحويل الكيميائي ، أي وصف التغيرات التي تطرأ على المجموعة التفاعلية

2 - انحفاظ المادة - قانون لافوازييه

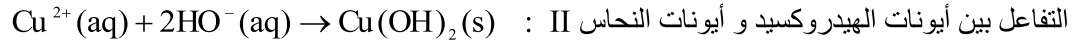
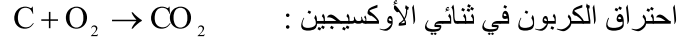
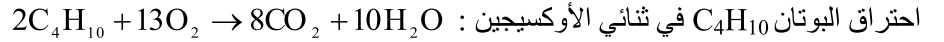
إن مجموع كتل المتفاعلات المختفية أثناء التفاعل الكيميائي يساوي مجموع كتل المواد الناتجة عن التفاعل .

3 - المعادلة الكيميائية - موازنتها

المعادلة الكيميائية هي الكتابة الرمزية للتفاعل الكيميائي . حيث تمثل رموز المتفاعلات على اليسار و رموز النواتج على اليمين ونربط بينهم بسهم موجه من اليسار نحو اليمين .

لموازنة هذه المعادلة نطبق قانون انحفاظ المادة أي انحفاظ الذرات كما و عددا .

أمثلة



تعميم

بصفة عامة تمثل معادلة تفاعل كيميائي بالمعادلة المتوازنة التالية $aA + bB \rightarrow cC + dD$ حيث A و B المتفاعلات و C و D النواتج و a ، b ، c ، d معاملات التناسبية. les coefficients stoechiometriques.

VI (حصيلة المادة bilan de la matiere)

1 - تتبع تطور كيميائي

خلال تفاعل كيميائي تتغير كميات مادة الأنواع الكيميائية المتفاعلة و الأنواع الكيميائية الناتجة وفق المعاملات التناسبية .

2 - مفهوم تقدم التفاعل

لتتبع تطور كميات المادة لكل الأنواع الكيميائية الناتجة أو المتفاعلة نستعمل مفهوما كيميائيا يطلق عليه اسم **تقدم التفاعل** و نرمز له بالحرف x و حدته mol .

3 - **الجدول الوصفي للتفاعل** **tableau d'évolution d'une réaction chimique** : هو جدول يتم فيه تحديد كميات المادة لكل الأنواع الكيميائية المعنية بالتفاعل بدلالة التقدم x .

4 - **المتفاعل المحد** **réactif limitant** : يتوقف التفاعل عند نفاذ على الأقل أحد المتفاعلات و نسمي هذا المتفاعل : المتفاعل المحد

5 - **التقدم الأقصى و حصيلة المادة** : في الحالة النهائية ، عندما تتوقف المجموعة عن التطور ، يتم تعيين التقدم الأقصى X_{max} و حصيلة المادة

6 - أمثلة

1.6 المثال 1

1.1.6 - نشاط تجريبي

نصب في كأس حجما $V_1 = 20ml$ من محلول S_1 لنترات الكالسيوم $Ca^{2+} + 2NO_3^-$ تركيزه $C_1 = 0,2mol/l$ ، ثم نضيف إليه حجما $V_2 = 15ml$ من محلول S_2 لفوسفات الصوديوم $3Na^+ + PO_4^{3-}$ تركيزه $C_2 = 0,2 mol / l$.

نلاحظ تكون راسب أبيض لفوسفات الكالسيوم $Ca_3(PO_4)_2$.

1- أحسب كمية مادة الأيونات Ca^{2+} و PO_4^{3-} المتواجدة في الكأس قبل ظهور راسب فوسفات الكالسيوم .

2 - أجرد الأنواع الكيميائية المتواجدة في الكأس بعد التفاعل .

3 - أكتب المعادلة الكيميائية للتفاعل الحاصل بين المحلولين S_1 و S_2 ثم أنشئ الجدول الوصفي للتفاعل.

4 - استنتج التقدم الأقصى و المتفاعل المحد .

2.1.6 - استثمار

$$n_i(PO_4^{3-}) = C_2 \cdot V_2 = 0,2 \cdot 0,015 = 3 \cdot 10^{-3} mol \quad n_i(Ca^{2+}) = C_1 \cdot V_1 = 0,2 \cdot 0,020 = 4 \cdot 10^{-3} mol - 1$$

2 - الأنواع الكيميائية المتواجدة في الكأس بعد التفاعل : $(s) : Ca_3(PO_4)_2$ ، PO_4^{3-} ، NO_3^- و Na^+ بينما Ca^{2+} يتفاعل كليا .

3 - الجدول الوصفي للتفاعل

$3Ca^{2+}(aq) + 2PO_4^{3-}(aq) \rightarrow Ca_3(PO_4)_2(s)$			التقدم	
$4 \cdot 10^{-3} mol$	$3 \cdot 10^{-3} mol$	0	0	الحالة البدئية
$4 \cdot 10^{-3} - 3x$	$3 \cdot 10^{-3} - 2x$	x	x	خلال التفاعل
$4 \cdot 10^{-3} - 3x_{max}$	$3 \cdot 10^{-3} - 2x_{max}$	x_{max}	x_{max}	الحالة النهائية
0	$0,34 \cdot 10^{-3} mol$	$1,33 \cdot 10^{-3} mol$	$1,33 \cdot 10^{-3} mol$	حصيلة المادة

- إذا كان Ca^{2+} هو المتفاعل المحد فإن $4 \cdot 10^{-3} - 3x_{max} = 0$ و منه فإن $x_m = 1,33 \cdot 10^{-3} mol$

- إذا كان PO_4^{3-} هو المتفاعل المحد فإن $3 \cdot 10^{-3} - 2x_{max} = 0$ و منه فإن $x_m = 1,5 \cdot 10^{-3} mol$

بما أن $1,33 \cdot 10^{-3} mol$ أقل من $1,5 \cdot 10^{-3} mol$ فإن Ca^{2+} هو المتفاعل المحد

2.6 - المثال 2

1.2.6 - نشاط تجريبي

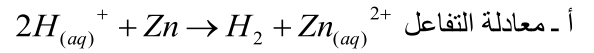
نضع $m = 654\text{mg}$ من مسحوق الزنك في حوالة من فئة 250ml . ثم نصب بسرعة في الحوالة $V = 50\text{ml}$ من حمض الكلوريدريك ذي التركيز $C = 0,4\text{mol.l}^{-1}$.
أ - أكتب معادلة التفاعل .

ب - أحسب كميات المادة البدئية للمنفاعلات . ثم أنشئ الجدول الوصفي لتطور التحول الكيميائي واستنتج التقدم الأقصى والمنفاعل المحد و حصيلة المادة للمجموعة الكيميائية.

ج - أحسب كتلة الغاز الناتج .

نعطي : الكتلة المولية الذرية للزنك $M(\text{Zn}) = 65,4\text{g.mol}^{-1}$ و الحجم المولي في ظروف التجربة $V_m = 24\text{ mol.L}^{-1}$

2.2.6 - استثمار



$$\text{ب - } n_i(\text{H}^{+}) = C.V = 0,4.0,05 = 0,02\text{mol} \quad n_i(\text{Zn}) = \frac{m(\text{Zn})}{M(\text{Zn})} = \frac{0,654}{65,4} = 0,01\text{mol}$$

$2\text{H}_{(aq)}^{+} + \text{Zn} \rightarrow \text{H}_2 + \text{Zn}_{(aq)}^{2+}$				التقدم	
0,02mol	0,01mol	0	0	0	الحالة البدئية
$0,02 - 2x$	$0,01 - x$	x	x	x	خلال التحول
$0,02 - 2x_{\text{max}}$	$0,01 - x_{\text{max}}$	x_{max}	x_{max}	x_{max}	الحالة النهائية
0	0	0,01mol	0,01mol	0,01mol	حصيلة المادة

كل من H^{+} و Zn يمثل متفاعل محد لأن لدينا خليطاً ستوكيومترياً

$$\text{ج - كمية مادة الغاز الناتج عند نهاية التفاعل } n(\text{H}_2) = 0,01\text{mol} \text{ ، و حسب العلاقة } n(\text{H}_2) = \frac{m(\text{H}_2)}{M(\text{H}_2)}$$

$$\text{نستنتج كتلة الغاز الناتج : } m(\text{H}_2) = n(\text{H}_2).M(\text{H}_2) = 0,01.2 = 0,02\text{g}$$