التحولات الكيميائية Transformations chimiques

I) أمثلة لتحولات كيميائية

1 - احتراق الفحم في ثنائي الأوكسيجين

1.1 - نشاط تجريبي

نحرق قطعة من الفحم حتى التوهج ثم ندخلها في قارورة مملوءة بغاز ثنائي الأوكسيجين .

أ - ماذا تلاحظ ؟

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

2.1 - استثمار

أ - نلاحظ أن الفحم يستمر في التوهج . و يتوقف عن التوهج عند اختفاء ثنائي الأوكسيجين .

ب - المتفاعلات هي ثنائي الأوكسيجين 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 $0,2mol.L^{-1}$. ثم نصب 10mL من محلول هيدروكسيد الصوديوم تركيزه $0,1\ mol.L^{-1}$.

أ - ماذا تلاحظ ؟

ب - ما هي متفاعلات و نواتج هذا التحول و كيف 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 و كيف 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 كليا أو جزئيا : **متفاعلات** .

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

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

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

مثال : أثناء احتراق الكربون في غاز ثنائي الأوكسيجين يظهر تحول كيميائي و يكون الناتج هو ثنائي أوكسيد الكربون CO_2 في حين يختفي ثنائي الأوكسيجين O_2 كليا و تختفي مادة الكربون C جزئيا و هما المتفاعلان .

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)		التحول الكيميائي	الحالة النهائية (P,T)	
الكربون	C	⟶	ثنائي أوكسيد الكربون	CO_2
ثنائي الأوكسيجين	O_2		ما تبقى من الكربون	C

III) التفاعل الكيميائي

1 - تعريف

التفاعل الكيميائي هو نمذجة مبسطة للتحول الكيميائي ، أي و صف التغيرات التي تطرأ على المجموعة التفاعلية

2 - انحفاظ المادة – قانون لافوازيه

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 نمثل 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

احتراق البوتان C_4H_{10} في ثنائي الأوكسيجين : $2C_4H_{10} + 13O_2 \rightarrow 8CO_2 + 10H_2O$

احتراق الكربون في ثنائي الأوكسيجين : $C + O_2 \rightarrow CO_2$

التفاعل بين النحاس و أيونات الفضة : $Cu + 2Ag^+ \rightarrow Cu^{2+} + 2Ag$

التفاعل بين أيونات الهيدروكسيد و أيونات النحاس II : $Cu^{2+}(aq) + 2HO^-(aq) \rightarrow Cu(OH)_2(s)$

تعميم

بصفة عامة نمثل معادلة تفاعل كيميائي بالمعادلة المتوازنة التالية $aA + bB \rightarrow cC + dD$

بحيث A و B المتفاعلات C و D النواتج و a ، b ،c و d المعاملات التناسبية les coefficients stoechiometriques.

VI) حصيلة المادة bilan de la matiere

1 - تتبع تطور كيميائي évolution d'une réaction chimique

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

2 - مفهوم تقدم التفاعل avancement de la réaction

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 نفاد 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

1 - $n_i(Ca^{2+}) = C_1.V_1 = 0,2.0,020 = 4.10^{-3}mol$ $\quad n_i(PO_4^{3-}) = C_2.V_2 = 0,2.0,015 = 3.10^{-3}mol$

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

	التقدم	$3Ca^{2+}_{(aq)} + 2PO_4^{3-}_{(aq)} \rightarrow Ca_3(PO_4)_2(s)$		
الحالة البدئية	0	0	3.10^{-3}mol	4.10^{-3}mol
خلال التفاعل	x	x	3.10^{-3} -2x	4.10^{-3}-3x
الحالة النهائية	x_{max}	x_{max}	3.10^{-3} -2x_{max}	4.10^{-3}-3x_{max}
حصيلة المادة	$1,33.10^{-3}$mol	$1,33.10^{-3}$mol	$0,34.10^{-3}$mol	0

- إذا كان Ca^{2+} هو المتفاعل المحد فإن $4.10^{-3}-3x_{max} = 0$ و منه فإن $x_m = 1,33.10^{-3}$mol

- إذا كان PO_4^{3-} هو المتفاعل المحد فإن $3.10^{-3}-2x_{max} = 0$ و منه فإن $x_m = 1,5.10^{-3}$mol

بما أن $1,33.10^{-3}$mol أقل من $1,5.10^{-3}$mol فإن Ca^{2+} هو المتفاعل المحد

2.6 - المثال 2

1.2.6 - نشاط تجريبي

نضع $m = 654mg$ من مسحوق الزنك في حوجلة من فئة $250ml$. ثم نصب بسرعة في الحوجلة $V = 50ml$ من حمض الكلوريدريك ذي التركيز $C = 0,4mol.l^{-1}$.

أ ـ أكتب معادلة التفاعل .

ب ـ أحسب كميات المادة البدئية للمتفاعلات . ثم أنشئ الجدول الوصفي لتطور التحول الكيميائي واستنتج التقدم الأقصى والمتفاعل المحد و حصيلة المادة للمجموعة الكيميائية.

ج ـ أحسب كتلة الغاز الناتج .

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

2.2.6 - استثمار

أ ـ معادلة التفاعل $2H_{(aq)}^{+} + Zn \rightarrow H_2 + Zn_{(aq)}^{2+}$

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

	التقدم	$Zn_{(aq)}^{2+}$	H_2	Zn	$2H_{(aq)}^{+}$
الحالة البدئية	0	0	0	0,01mol	0,02mol
خلال التحول	x	x	x	0,01 - x	0,02 – 2x
الحالة النهائية	x_{max}	x_{max}	x_{max}	0,01 - x_{max}	0,02 – 2x_{max}
حصيلة المادة	0,01mol	0,01mol	0,01mol	0	0

كل من H^+ و Zn يمثل متفاعل محد لأن لدينا خليطا ستوكيوميتريا

ج ـ كمية مادة الغاز الناتج عند نهاية التفاعل $n(H_2) = 0,01mol$ ، و حسب العلاقة $n(H_2) = \frac{m(H_2)}{M(H_2)}$

نستنتج كتلة الغاز الناتج : $m(H_2) = n(H_2).M(H_2) = 0,01.2 = 0,02g$