كتاب

كيمياء٢

المسار المشترك(المستوى الثاني)

النظام الفصلي للمرحلة الثانوية

إعداد/ الحسن الأحمري

طبعة ١٤٣٦-١٤٣٧هـ

الفهرس	
الموضوع	الصفحة
الفصل الرابع: التفاعلات الكيميائية الدرس الأول: التفاعلات والمعادلات الدرس الثاني: تصنيف التفاعلات الكيميائية الدرس الثالث: التفاعلات في المحاليل المائية	٢
الفصل الخامس: المول الدرس الأول: قياس المادة الدرس الثاني: الكتلة والمول الدرس الثالث: مولات المركبات الدرس الرابع: الصيغة الأولية والصيغة الجزيئية الدرس الخامس: صيغ الأملاح المائية	٢٧

الفصل الرابع:
التفاعلات الكيميائية

نموذج

الدرس الأول: التفاعلات والمعادلات Reactions and Equations

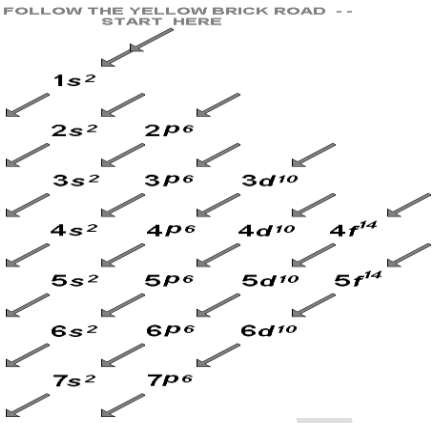
التوزيع الإلكتروني: يمكن حساب أقصى عدد من الإلكترونات في مستوى الطاقة الرئيس من خلال القانون التالي:

$e=2n^2$

- عدد الإلكترونات في المستوى الاول: $e=2n^2=2(1)^2=2$
- عدد الإلكترونات في المستوى الثاني: $e=2n^2=2(2)^2=8$
- عدد الإلكترونات في المستوى الثالث: $e=2n^2=2(3)^2=18$
- عدد الإلكترونات في المستوى الرابع: $e=2n^2=2(4)^2=32$

ملاحظة: الإلكترونات ليس لها الطاقة نفسها في مستوى الطاقة الرئيس الواحد ماعدا مستوى الطاقة الرئيس الأول.

تزداد طاقة الإلكترونات في المستويات الثانوية كما يلي: $s< p < d < f$



- أقصى سعة من الإلكترونات لمستوى الطاقة الثانوي(s) إلكترونان.
- أقصى سعة من الإلكترونات لمستوى الطاقة الثانوي (p) 6 إلكترونات.
- أقصى سعة من الإلكترونات لمستوى الطاقة الثانوي (d) 10 إلكترونات.
- أقصى سعة من الإلكترونات لمستوى الطاقة الثانوي14 (f)إلكترون.
- تتوزع الإلكترونات ضمن مستويات الطاقة الرئيسة في مستويات طاقة فرعية داخل مستويات الطاقة الثانوية بدءاً من الأقل طاقة.
- أقصى سعة لمستوى الطاقة الفرعي إلكترونان فقط.
- طاقة المستوى الثاني 4s أقل من طاقة المستوى الثانوي 3d.

وعند كتابة التوزيع الإلكتروني نتبع تسلسل مستويات الطاقة كما يلي:

الجدول التالي يوضح التوزيع الإلكتروني لبعض العناصر:

العنصر	الرمز	العدد الذري	التوزيع الإلكتروني
الليثيوم	Li	3	$1s^2\ 2s^1$
البورون	B	5	$1s^2\ 2s^2\ 2p^1$
النيون	Ne	10	$1s^2\ 2s^2\ 2p^6$
الكلور	Cl	17	$1s^2\ 2s^2\ 2p^6\ 3s^2\ 3p^5$
الحديد	Fe	26	$1s^2\ 2s^2\ 2p^6\ 3s^2\ 3p^6\ 4s^2\ 3d^6$
التيتانيوم	Ti	22	$1s^2\ 2s^2\ 2p^6\ 3s^2\ 3p^6\ 4s^2\ 3d^2$
الخارصين	Zn	30	$1s^2\ 2s^2\ 2p^6\ 3s^2\ 3p^6\ 4s^2\ 3d^{10}$

استثناءات التوزيع الإلكتروني:

عند انتهاء العنصر الانتقالي بمستوى الطاقة الثانوية d يكون مستقراً بامتلائه بعشر إلكترونات أو خمسة وفي حال عدم امتلائه نأخذ من مستوى الطاقة الثانوية s حتى يكتمل وفي حال تعذر ذلك يبقى التوزيع كما هو.

$_{29}Cu:\ 1s^2\ 2s^2\ 2p^6\ 3s^2\ 3p^6\ 4s^2\ 3d^9$

(التوزيع خاطئ لأنه يجب نقل إلكترون واحد من المستوى الثانوي s إلى المستوى الثانوي d حتى يصبح عشر إلكترونات)

$_{29}Cu:\ 1s^2\ 2s^2\ 2p^6\ 3s^2\ 3p^6\ 4s^1\ 3d^{10}$

$_{24}Cr:1s^2\ 2s^2\ 2p^6\ 3s^2\ 3p^6\ 4s^2\ 3d^4$

(التوزيع خاطئ لأنه يجب نقل إلكترون واحد من المستوى الثانوي s إلى المستوى الثانوي d حتى يصبح خمسة إلكترونات)

$_{24}Cr:1s^2\ 2s^2\ 2p^6\ 3s^2\ 3p^6\ 4s^1\ 3d^5$

كتابة التوزيع الإلكتروني للأيونات:

للأيونات الموجبة: عن طريق توزيع العدد الذري للذرة المتعادلة مطروحاً منه مقدار الشحنة الموجبة.

للأيونات السالبة: عن طريق توزيع العدد الذري للذرة المتعادلة مضافاً إليه مقدار الشحنة السالبة.

مثال: اكتب التوزيع الإلكتروني للأيونات التالية:

$_{17}Cl^{-}: 1s^2\ 2s^2\ 2p^6\ 3s^2\ 3p^6$

$_{20}Ca^{2+}: 1s^2\ 2s^2\ 2p^6\ 3s^2\ 3p^6$

$_{9}F^{-}: 1s^2\ 2s^2\ 2p^6$

$_{7}N^{-3}: 1s^2\ 2s^2\ 2p^6$

$_{13}Al^{+3}: 1s^2\ 2s^2\ 2p^6$

كتابة صيغ المركبات الأيونية Writing Formulas for Ionic Compounds

لكتابة الصيغ الكيميائية يجب معرفة عدد التأكسد (التكافؤ) للعنصر.

عدد التأكسد: هو عدد الإلكترونات التي تفقدها أو تكتسبها أو تشارك بها ذرة العنصر في أثناء التفاعل.

الجدول التالي يوضح أعداد التأكسد لبعض مجموعات العناصر علماً بأن معظم الفلزات الانتقالية وخاصة المجموعة 13و 14 لها أكثر من عدد تأكسد محتمل.

المجموعة	أيونات بعض العناصر
1	H^+ , Li^+ , Na^+ , K^+ , Rb^+ , Cs^+
2	Be^{2+} , Mg^{2+} , Ca^{2+} , Sr^{2+} , Ba^{2+}
3	Sc^{3+} , Y^{3+} , La^{3+}
4	Ti^{2+} , Ti^{3+}
5	V^{2+} , V^{3+}
6	Cr^{2+} , Cr^{3+}
7	Mn^{2+} , Mn^{3+} , Tc^{2+}
8	Fe^{2+} , Fe^{3+}
9	Co^{2+} , Co^{3+}
10	Ni^{2+} , Pd^{2+} , Pt^{2+} , Pt^{4+}
11	Cu^+ , Cu^{2+} , Ag^+ , Au^+ , Au^{3+}
12	Zn^{2+} , Cd^{2+} , Hg_2^{2+}
13	Al^{3+} , Ga^{2+} , In^+ , In^{2+} , In^{3+} , Tl^+ , Tl^{3+}
14	Sn^{2+} , Sn^{4+} , Pb^{2+} , Pb^{4+}
15	N^{3-} , P^{3-} , As^{3-}
16	O^{2-} , S^{2-} , Se^{2-} , Te^{2-}
17	F^- , Cl^- , Br^- , I^-

الصيغ الكيميائية للمركبات الأيونية الثنائية:

1) نكتب رمز الأيون الموجب أولاً ثم رمز الأيون السالب.

2) توضع أرقام صغيرة أسفل يمين الرمز للتعبير عن عدد أيونات العنصر في المركب الأيوني.

3) إذا لم يكتب رقم صغير إلى جوار الرمز فإننا نفترض أن عدد الأيونات هو 1.

ملاحظة: المركبات الأيونية لا تحمل شحنة كهربائية(علل) لأنه عند جمع حاصل ضرب أعداد التأكسد لكل أيون في عدد أيوناته الموجودة في وحدة الصيغة الكيميائية فيجب أن يكون الناتج صفراً.

مثال: جد صيغة المركب الأيوني المكون من:

1) الصوديوم والفلور. NaF

2) البوتاسيوم والأكسجين. K_2O

3) الألمنيوم والكبريت. Al_2S_3

4) اليود والبوتاسيوم. KI

5) البروم والألمنيوم. $AlBr_3$

6) الكلور والمغنيسيوم. $MgCl_2$

7) النيتروجين والسيزيوم. Cs_3N

الصيغ الكيميائية للمركبات الأيونية العديدة الذرات:

الأيونات العديدة الذرات: هي الأيونات المكونة من أكثر من ذرة واحدة.

1) نكتب رمز الأيون الموجب أولاً ثم رمز الأيون السالب.

2) توضع أرقام صغيرة أسفل يمين الرمز للتعبير عن عدد أيونات العنصر في المركب الأيوني.

3) إذا لم يكتب رقم صغير إلى جوار الرمز فإننا نفترض أن عدد الأيونات هو 1.

4) لا نقوم بتغيير الأرقام الموجودة أسفل يمين رموز الأيونات.

5) عند وجود أكثر من أيون نضع رمز الأيون داخل قوسين ثم نشير إلى العدد المطلوب بوضع الرقم أسفل يمين القوس من الخارج.

الجدول التالي يوضح الأيونات العديدة الذرات الشائعة:

الاسم	الأيون	الاسم	الأيون
الأمونيوم	NH_4^+	البيرايودات	IO_4^-
النيتريت	NO_2^-	الأسيتات	$C_2H_3O_2^-$
النترات	NO_3^-	الفوسفات ثنائية الهيدروجين	$H_2PO_4^-$
الهيدروكسيد	OH^-	الكربونات	CO_3^{-2}
السيانيد	CN^-	الكبريتيت	SO_3^{-2}
البرمنجنات	MnO_4^-	الكبريتات	SO_4^{-2}
البيكربونات	HCO_3^-	الثيوكبريتات	$S_2O_3^{-2}$
الهيبوكلورايت	ClO^-	البيروكسيد	O_2^{-2}
الكلورايت	ClO_2^-	الكرومات	CrO_4^{-2}
الكلورات	ClO_3^-	ثنائي الكرومات	$Cr_2O_7^{-2}$
البيركلورات	ClO_4^-	الفوسفات الهيدروجينية	HPO_4^{-2}
البرومات	BrO_3^-	الفوسفات	PO_4^{-3}
الأيودات	IO_3^-	الزرنيخات	AsO_4^{-3}

مثال: اكتب صيغ المركبات الكيميائية التي تتكون من:

1) أيون الأمونيوم وأيون الأكسجين. $(NH_4)_2O$

2) أيون الكالسيوم وأيون الفوسفات. $Ca_3(PO_4)_2$

مثال: اكتب صيغ المركبات الأيونية المكونة من الأيونات التالية:

1) الصوديوم والنترات. $NaNO_3$

2) الكالسيوم والكلورات. $Ca(ClO_3)_2$

3) الألمنيوم والكربونات. $Al_2(CO_3)_3$

تمثيل التفاعلات الكيميائية Representing Chemical Reactions

التفاعل الكيميائي (التغير الكيميائي): عبارة عن إعادة ترتيب الذرات في مادة أو أكثر لتكوين مواد مختلفة.

أدلة حدوث التفاعل الكيميائي: تغير درجة الحرارة–تغير اللون–الرائحة –تصاعد غاز–تكون مادة صلبة(راسب).

– يستخدم الكيميائيون معادلات لتمثيل التفاعلات الكيميائية: $A_{(s)} + B_{(l)} \rightarrow C_{(g)} + D_{(aq)}$

المتفاعلات: هي المواد التي توجد عند بداية التفاعل التي تقع على يسار السهم. **النواتج:** هي المواد المتكونة خلال التفاعل التي تقع على يمين السهم.

والجدول التالي يوضح الرموز المستخدمة في المعادلات الكيميائية:

الرمز	الغرض
+	يفصل بين مادتين أو أكثر من المتفاعلات أو النواتج.
$\rightarrow$	يفصل المتفاعلات عن النواتج.
$\rightleftharpoons$	يفصل المتفاعلات عن النواتج ويشير إلى التفاعل الانعكاسي.
(s)	يشير إلى الحالة الصلبة.
(l)	يشير إلى الحالة السائلة.
(g)	يشير إلى الحالة الغازية.
(aq)	يشير إلى المحلول المائي.
Δ	تسخين

المعادلات اللفظية: هي المعادلات التي تعبر عن كل من المواد المتفاعلة والناتجة في التفاعلات الكيميائية ولكنها تفتقر إلى معلومات مهمة.

مثال: بروميد الألمنيوم ← البروم + الألمنيوم

تقرأ من اليسار إلى اليمين كما يلي: الألمنيوم والبروم يتفاعلان لإنتاج بروميد الألمنيوم.

المعادلة الكيميائية: هي المعادلة التي تستخدم رموز العناصر وصيغ المركبات للتعبير عن المتفاعلات والنواتج.

$$2Al_{(s)} + 3Br_{2(g)} \rightarrow 2AlBr_{3(s)}$$

مثال: الماء ← الأكسجين + الهيدروجين

تقرأ من اليسار إلى اليمين كما يلي: الهيدروجين والأكسجين يتفاعلان لإنتاج الماء.

المعادلة الكيميائية: $H_{2(g)} + O_{2(g)} \rightarrow H_2O_{(l)}$

مسائل تدريبية:

اكتب معادلات كيميائية رمزية للمعادلات اللفظية التالية:

1) بروميد الهيدروجين ← هيدروجين + بروم

$$Br_{2(l)} + H_{2(g)} \rightarrow 2HBr_{(g)}$$

2) ثاني أكسيد الكربون ← أكسجين + أول أكسيد الكربون

$$CO_{(g)} + O_{2(g)} \rightarrow CO_{2(g)}$$

3) اكتب التوزيع الإلكتروني لكل من ذرة البوتاسيوم K وذرة الكلور Cl إذا علمت أن الأعداد الذرية هي: 19، 17 على الترتيب.

$_{19}K: 1s^2\ 2s^2\ 2p^6\ 3s^2\ 3p^6\ 4s^1$

$_{17}Cl^{-}1s^2\ 2s^2\ 2p^6\ 3s^2\ 3p^5$

4) اكتب الصيغة الكيميائية للمركب الناتج عن اتحاد عن أيون المغنيسيوم Mg^{2+} مع أيونات النترات NO_3^-.

$Mg(NO_3)_2$

5) أكتب المعادلة اللفظية والمعادلة الكيميائية الرمزية للتفاعل التالي: عند تسخين كلورات البوتاسيوم $KClO_3$ الصلبة ينتج كلوريد البوتاسيوم الصلب وغاز الأكسجين.

كلورات البوتاسيوم ← كلوريد البوتاسيوم + الأكسجين $KClO_{3(g)} \xrightarrow{\Delta} KCl_{(s)} + O_{2(g)}$

وزن المعادلات الكيميائية Balancing Chemical Equations

المعادلة الكيميائية الموزونة: هو تعبير يستخدم الصيغ الكيميائية لتوضيح أنواع المواد المتضمنة في التفاعل الكيميائي وكمياتها النسبية.

المعامل: هو العدد الذي يكتب قبل المتفاعل أو النواتج.

خواص المعاملات:

1) تكون المعاملات عادة أعداد صحيحة.

2) لا تكتب إذا كانت قيمتها واحد.

3) تصف المعاملات في المعادلة الموزونة أبسط نسبة عددية صحيحة لكميات كل من المتفاعلات والنواتج.

مثال: زن المعادلات الكيميائية التالية:

a) $Al_{(s)} + Br_{2(l)} \rightarrow AlBr_{3(s)}$

$2Al_{(s)} + 3Br_{2(l)} \rightarrow 2AlBr_{3(s)}$

b) $H_{2(g)} + Cl_{2(g)} \rightarrow HCl_{(g)}$

$H_{2(g)} + Cl_{2(g)} \rightarrow 2HCl_{(g)}$

مثال: اكتب المعادلة الكيميائية الرمزية الموزونة للتفاعل بين محلول هيدروكسيد الصوديوم ومحلول بروميد الكالسيوم لإنتاج هيدروكسيد الكالسيوم الصلب ومحلول بروميد الصوديوم.

$2NaOH_{(aq)} + CaBr_{2(aq)} \rightarrow Ca(OH)_{2(s)} + 2NaBr_{(aq)}$

مسائل تدريبية:

أكتب معادلات كيميائية رمزية موزونة لكل من التفاعلات التالية:

1) يتفاعل كلوريد الحديد(III) مع هيدروكسيد الصوديوم في الماء لإنتاج هيدروكسيد الحديد(III) الصلب وكلوريد الصوديوم.

$FeCl_{3(aq)} + 3NaOH_{(aq)} \rightarrow Fe(OH)_{3(s)} + 3NaCl_{(aq)}$

2) يتفاعل ثاني كبريتيد الكربون CS_2 السائل مع غاز الأكسجين لإنتاج غاز ثاني أكسيد الكربون وغاز ثاني أكسيد الكبريت SO_2.

$CS_{2(l)} + 3O_{2(g)} \rightarrow CO_{2(g)} + 2SO_{2(g)}$

3) يتفاعل فلز الخارصين مع حمض الكبريتيك لإنتاج غاز الهيدروجين ومحلول كبريتات الخارصين.

$Zn_{(s)} + H_2SO_{4(aq)} \rightarrow ZnSO_{4(aq)} + H_{2(g)}$

حل أسئلة التقويم التفاعلات والمعادلات Reactions and Equations

1) فسر ما أهمية وزن المعادلات الكيميائية.

لأن المادة لا تستحدث ولا تفنى في التفاعلات الكيميائية لذا يجب أن تكون أعداد الذرات لكل العناصر متساوية في طرفي المعادلة.

2) عدد ثلاثة من الأدلة التي تشير إلى حدوث التفاعل الكيميائي.

إطلاق أو امتصاص طاقة، تغير في اللون، تغير في الرائحة، تصاعد غاز، تكون راسب.

3) اكتب التوزيع الإلكتروني لكل من ذرة الألمنيوم Al وذرة الأكسجين O إذا علمت أن الأعداد الذرية هي 13, 8 على الترتيب.

$_{13}Al: 1s^2\ 2s^2\ 2p^6\ 3s^2\ 3p^1$

$_{8}O: 1s^2\ 2s^2\ 2p^4$

4) اكتب الصيغ الكيميائية للمركب الناتج عن اتحاد أيون الحديد III Fe^{3+} مع أيون الأكسجين O^{2-}.

Fe_2O_3

5) قارن بين المعادلة الكيميائية اللفظية والمعادلة الكيميائية الرمزية.

المعادلة الكيميائية اللفظية: هي المعادلة التي تعبر عن كل من المواد المتفاعلة والناتجة في التفاعلات الكيميائية.

المعادلة الكيميائية الرمزية: هي المعادلة التي توضح رموز العناصر وصيغ المركبات بدلاً من الكلمات للتعبير عن المتفاعلات والنواتج.

6) لماذا يجب اختصار المعاملات في المعادلة الموزونة إلى أبسط نسبة من الأعداد الصحيحة.

تبين المعاملات التي توجد في أبسط صور الكميات النسبية للمواد الداخلة في التفاعل.

7) هل يمكنك عند وزن معادلة كيميائية تعديل الأرقام في الصيغة الكيميائية؟

لا، لأن عمل ذلك يغير هوية المادة.

8) هل المعادلة التالية موزونة؟ إذا لم تكن كذلك فصحح المعاملات لوزنها:

$$\mathbf{2K_2CrO_{4(aq)} + Pb(NO_3)_{2(aq)} \rightarrow\ 2KNO_{3(aq)} + PbCrO_{4(s)}}$$

لا، المعادلة غير موزونة والمعادلة الصحيحة الموزونة هي:

$$K_2CrO_{4(aq)} + Pb(NO_3)_{2(aq)} \rightarrow\ 2KNO_{3(aq)} + PbCrO_{4(s)}$$

9) يتفاعل محلول حمض الفوسفوريك المائي H_3PO_4 مع محلول هيدروكسيد الكالسيوم المائي $Ca(OH)_2$ لإنتاج فوسفات الكالسيوم الصلبة $Ca_3(PO_4)_2$ والماء. أكتب معادلة كيميائية موزونة تعبر عن هذا التفاعل.

$$2H_3PO_{4(aq)} + 3Ca(OH)_{2(aq)} \rightarrow Ca_3(PO_4)_{2(s)} + 6H_2O_{(aq)}$$

حل أسئلة المراجعة التفاعلات والمعادلات Reactions and Equations

1) عرف المعادلة الكيميائية.

عبارة عن تمثيل للتفاعل الكيميائي باستعمال الرموز الكيميائية والأرقام للدلالة على المتفاعلات والنواتج.

2) ميز بين التفاعل الكيميائي والمعادلة الكيميائية.

التفاعل الكيميائي: عملية إعادة ترتيب الذرات في مادة أو أكثر لتكوين مواد مختلفة.

المعادلة الكيميائية: عبارة عن تمثيل للتفاعل الكيميائي باستعمال الرموز الكيميائية والأرقام للدلالة على المتفاعلات والنواتج.

3) وضح الفرق بين المتفاعلات والنواتج.

المتفاعلات: المواد التي توجد عند بداية التفاعل. النواتج: المواد المتكونة خلال التفاعل.

4) اكتب رمز العنصر الذي يمثل بالتوزيع الإلكتروني لكل مما يلي:

a) $\mathbf{1s^2\ 2s^2\ 2p^1}$

B

b) $\mathbf{1s^2\ 2s^2\ 2p^6\ 3s^2\ 3p^1}$

Al

c) $\mathbf{1s^2\ 2s^2\ 2p^6\ 3s^2\ 3p^6\ 4s^1\ 3d^{10}}$

Cu

d) $\mathbf{1s^2\ 2s^2\ 2p^6\ 3s^2\ 3p^6\ 4s^2\ 3d^2}$

Ti

5) اكتب التوزيع الإلكتروني لكل عنصر مما يلي:

a) $_{36}Kr: 1s^2\ 2s^2\ 2p^6\ 3s^2\ 3p^6\ 4s^2\ 3d^{10}\ 4p^6$

b) $_{12}Mg: 1s^2\ 2s^2\ 2p^6\ 3s^2$

c) $_{27}Co: 1s^2\ 2s^2\ 2p^6\ 3s^2\ 3p^6\ 4s^2\ 3d^7$

d) $_{6}C: 1s^2\ 2s^2\ 2p^2$

6) اكتب الصيغة الكيميائية لكل مما يلي:

a) أكسيد الحديد**II** FeO

b) هيدروكسيد الكالسيوم $Ca(OH)_2$

c) نترات الرصاص**II** $Pb(NO_3)_2$

d) كبريتيد الهيدروجين H_2S

7) هل يشير تحول مادة إلى مادة جديدة دائماً إلى حدوث تفاعل كيميائي؟ فسر إجابتك.

نعم، لأن المواد الجديدة تنتج فقط من تفاعل كيميائي.

8) حدد المتفاعلات في التفاعل التالي: عند إضافة البوتاسيوم إلى محلول نترات الخارصين يتكون الخارصين ومحلول نترات البوتاسيوم.

البوتاسيوم K ونترات الخارصين $Zn(NO_3)_2$

9) زن المعادلة الكيميائية التالية:

$$\mathbf{H_2S_{(g)} + O_{2(g)} \rightarrow SO_{2(g)} + H_2O_{(g)}}$$

$$2H_2S_{(g)} + 3O_{2(g)} \rightarrow 2SO_{2(g)} + 2H_2O_{(g)}$$

10) اكتب معادلات لفظية للمعادلات الكيميائية التالية:

a) $\mathbf{Cu_{(s)} + O_{2(g)} \rightarrow CuO_{(s)}}$

أكسيد النحاس (II) (s) ← الأكسجين (g) + النحاس(s)

b) $\mathbf{K_{(s)} + H_2O_{(l)} \rightarrow\ KOH_{(aq)} + H_{2(g)}}$

الهيدروجين(g) + هيدروكسيد البوتاسيوم→ (aq) الماء(l) + البوتاسيوم(s)

c) $\mathbf{CaCl_{2(aq)} + Na_2SO_{4(aq)} \rightarrow CaSO_{4(s)} + NaCl_{(aq)}}$

كلوريد الصوديوم(aq) + كبريتات الكالسيوم→ (s) كبريتات الصوديوم(aq) + كلوريد الكالسيوم(aq)

11) زن المعادلتين الكيميائيتين التاليتين:

a) $\mathbf{(NH_4)_2Cr_2O_{7(s)} \rightarrow Cr_2O_{3(s)} + N_{2(g)} + H_2O_{(l)}}$

$(NH_4)_2Cr_2O_{7(s)} \rightarrow Cr_2O_{3(s)} + N_{2(g)} + 4H_2O_{(l)}$

b) $\mathbf{CO_{2(g)} + H_2O_{(l)} \rightarrow C_6H_{12}O_{6(s)} + O_{2(g)}}$

$6CO_{2(g)} + 6H_2O_{(l)} \rightarrow C_6H_{12}O_{6(s)} + 6O_{2(g)}$

12) يتحلل يوديد الهيدروجين إلى غاز الهيدروجين وغاز اليود في تفاعل التفكك. اكتب معادلة كيميائية رمزية تبين هذا التفاعل.

$2HI_{(g)} \rightarrow H_{2(g)} + I_{2(g)}$

13) اكتب معادلات كيميائية رمزية للتفاعلات التالية:

a) ثاني أكسيد الكربون(g) + أكسيد الصوديوم$\xrightarrow{\Delta}$(s) كربونات الصوديوم(s)

$Na_2CO_{3(s)} \xrightarrow{\Delta} Na_2O_{(s)} + CO_{2(g)}$

b) يوديد الألمنيوم→(s) ألمنيوم(s)+ يود(s)

$3I_{2(s)} + 2Al_{(s)} \rightarrow 2AlI_{3(s)}$

c) أكسيد الحديد(s) → III أكسيد الحديد(s)II+ أكسجين(g)

$O_{2(g)} + 4FeO_{(s)} \rightarrow 2Fe_2O_{3(s)}$

d)كبريتيد الفضة (s) + نترات الصوديوم (aq)→ نترات الفضة (aq)+ كبريتيد الصوديوم(aq)

$Na_2S_{(aq)} + 2AgNO_{3(aq)} \rightarrow 2NaNO_{3(aq)} + Ag_2S_{(s)}$

14) اكتب معادلة كيميائية رمزية للتفاعل بين الليثيوم الصلب وغاز الكلور لإنتاج كلوريد الليثيوم الصلب.

$2Li_{(s)} + Cl_{2(g)} \rightarrow\ 2LiCl_{(s)}$

15) اكتب معادلات كيميائية للتفاعلات التالية ثم زنها:

a) حمض الكبريتيك → (aq) ماء (l) + ثالث أكسيد الكبريت (g)

$SO_{3(g)} + H_2O_{(l)} \rightarrow H_2SO_{4(aq)}$

b)كلوريد المغنيسيوم (aq) + حديد →(s) كلوريد الحديد(s)III + مغنيسيوم (s)

$3Mg_{(s)} + 2FeCl_{3(s)} \rightarrow 2Fe_{(s)} + 3MgCl_{2(aq)}$

c) أكسيد النيكل(s)II + خماسي أكسيد ثنائي الكلور →(g) أكسجين (g) + كلوريد النيكل(s) II

$NiCl_{2(s)} + 3O_{2(g)} \rightarrow Cl_2O_{5(g)} + NiO_{(s)}$

16) اكتب معادلات كيميائية رمزية للتفاعلات التالية:

a) عند حرق غاز البيوتان C_4H_{10} في الهواء ينتج ماء وغاز ثاني أكسيد الكربون.

$2C_4H_{10(g)} + 13O_{2(g)} \rightarrow 10H_2O_{(g)} + 8CO_{2(g)}$

b) يتفاعل المغنيسيوم الصلب مع غاز النيتروجين لإنتاج نيتريد المغنيسيوم الصلب.

$3Mg_{(s)} + N_{2(g)} \rightarrow Mg_3N_{2(s)}$

c) عند تسخين غاز ثاني فلوريد الأكسجين OF_2 ينتج غاز الأكسجين وغاز الفلور.

$2OF_{2(g)} \xrightarrow{\Delta} O_{2(g)} + 2F_{2(g)}$

الدرس الثاني: تصنيف التفاعلات الكيميائية Classifying Chemical Reactions

تصنف التفاعلات الكيميائية إلى عدة أقسام (علل) لتنظيمها وسهولة دراستها وتذكرها وفهمها ومعرفة أنواعها وتوقع نواتج الكثير منها.

أنواع التفاعلات الكيميائية:

1) تفاعلات التكوين: هو تفاعل كيميائي تتحد فيه مادتين أو أكثر لتكوين مادة واحدة فقط.

$$A + B \rightarrow AB$$

a) تفاعل عنصر مع عنصر كما في المعادلة التالية: $2Na_{(s)} + Cl_{2(g)} \rightarrow 2NaCl_{(s)}$

b) تفاعل عنصر مع مركب كما في المعادلة التالية: $2SO_{2(g)} + O_{2(g)} \rightarrow 2SO_{3(g)}$

c) تفاعل مركب مع مركب كما في المعادلة التالية: $CaO_{(s)} + H_2O_{(l)} \rightarrow Ca(OH)_{2(s)}$

2) تفاعلات الاحتراق: هو تفاعل كيميائي بين مادة وأكسجين ليعطي طاقة على شكل حرارة أو ضوء كما في المعادلات التالية:

$$H_{2(g)} + O_{2(g)} \rightarrow H_2O_{(g)}$$

$$C_{(s)} + O_{2(g)} \rightarrow CO_{2(g)}$$

التفاعلات السابقة تفاعلات احتراق وفي نفس الوقت تفاعلات تكوين ولكن ليس كل تفاعلات الاحتراق تفاعلات تكوين كما في المعادلة التالية:

$$CH_{4(g)} + 2O_{2(g)} \rightarrow CO_{2(g)} + 2H_2O_{(g)}$$

معلومات عن الميثان CH_4:

1) المكون الرئيس للغاز الطبيعي.

2) ينتمي إلى مجموعة من المركبات تسمى الهيدروكربونات (علل) لأنها تتكون من عنصري الهيدروجين والكربون.

3) تحترق مجموعة الهيدروكربونات لتنتج غاز ثاني أكسيد الكربون والماء وكمية من الطاقة.

4) الهيدروكربونات المكون الأساسي للنفط وبالتالي مصدر للطاقة.

مسائل تدريبية:

أكتب معادلات كيميائية رمزية موزونة للتفاعلات التالية وصنف كل تفاعل منها:

1) تفاعل الألمنيوم مع الكبريت لإنتاج كبريتيد الألمنيوم الصلب.

$2Al_{(s)} + 3S_{(s)} \rightarrow Al_2S_{3(s)}$ "تفاعل تكوين"

2) تفاعل الماء مع غاز خامس أكسيد ثنائي النيتروجين N_2O_5 لإنتاج حمض النيتريك.

$H_2O_{(l)} + N_2O_{5(g)} \rightarrow 2HNO_{3(aq)}$ "تفاعل تكوين"

3) تفاعل غازي ثاني أكسيد النيتروجين والأكسجين لإنتاج غاز خامس أكسيد ثنائي النيتروجين.

$4NO_{2(g)} + O_{2(g)} \rightarrow 2N_2O_{5(g)}$ "تفاعل تكوين واحتراق"

4) تفاعل محلولي حمض الكبريتيك وهيدروكسيد الصوديوم لإنتاج محلول كبريتات الصوديوم والماء.

$H_2SO_{4(aq)} + 2NaOH_{(aq)} \rightarrow Na_2SO_{4(aq)} + 2H_2O_{(l)}$ "تفاعل إحلال مزدوج"

3) تفاعلات التفكك (التحلل): هو تفاعل يتفكك فيه مركب واحد لإنتاج عنصرين أو أكثر أو مركبات جديدة.

$$AB \rightarrow A + B$$

- تفاعلات التفكك عكس تفاعلات التكوين.
- تحتاج تفاعلات التفكك إلى حرارة أو ضوء أو كهرباء.

أمثلة:

1) تفكك نترات الأمونيوم إلى أكسيد النيتروجين الأحادي وماء في وجود درجة حرارة عالية كما في المعادلة التالية:

$$NH_4NO_{3(s)} \xrightarrow{\Delta} N_2O_{(g)} + 2H_2O_{(g)}$$

2) تفكك أزيد الصوديوم إلى صوديوم وغاز النيتروجين كما في المعادلة التالية:

$$2NaN_{3(s)} \rightarrow 2Na_{(s)} + 3N_{2(g)}$$

يستخدم هذا التفاعل في نفخ أكياس الهواء في السيارات حيث يوضع في الكيس مع الأزيد جهاز يوفر إشارة كهربائية لبدء التفاعل وعندما ينشط الجهاز نتيجة الاصطدام يتحلل أزيد الصوديوم منتجاً غاز النيتروجين الذي ينفخ الكيس بسرعة.

مسائل تدريبية:

اكتب معادلات كيميائية رمزية موزونة لتفاعلات التحلل التالية:

1) يتفكك أكسيد الألمنيوم الصلب عندما تسري فيه الكهرباء إلى ألمنيوم صلب وغاز الأكسجين.

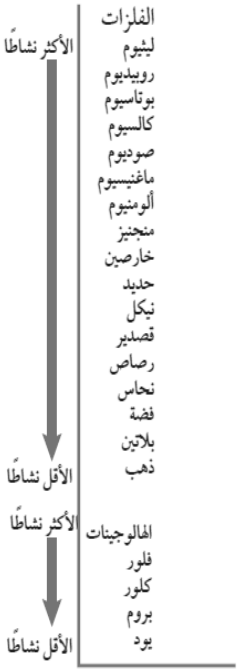
$$2Al_2O_{3(s)} \xrightarrow{\text{كهرباء}} 4Al_{(s)} + 3O_{2(g)}$$

2) يتفكك هيدروكسيد النيكل II الصلب لإنتاج أكسيد النيكل II الصلب والماء.

$$Ni(OH)_{2(s)} \rightarrow NiO_{(s)} + H_2O_{(l)}$$

3) ينتج عن تسخين كربونات الصوديوم الهيدروجينية الصلبة كربونات الصوديوم الذائبة وماء وغاز ثاني أكسيد الكربون.

$$2NaHCO_{3(s)} \xrightarrow{\Delta} Na_2CO_{3(aq)} + CO_{2(g)} + H_2O_{(l)}$$



4) تفاعلات الإحلال: هي التفاعلات التي تتضمن إحلال عنصر محل عنصر آخر في المركب وتقسم إلى نوعين:

a) تفاعلات الإحلال البسيط: هي التفاعلات التي تحل فيها ذرات عنصر محل ذرات عنصر آخر في مركب.

$$A + BX \rightarrow AX + B$$

– الفلزات تحل محل ذرة الهيدروجين في جزيء الماء:

مثل: تفاعل بين الليثيوم والماء حيث تحل ذرة واحدة من ذرتي الهيدروجين في الماء كما في المعادلة التالية:

$$2Li_{(s)} + 2H_2O_{(l)} \rightarrow 2LiOH_{(aq)} + H_{2(g)}$$

– الفلزات تحل محل فلز آخر في مركب مذاب في الماء:

مثل: تفاعل بين النحاس ومحلول نترات الفضة حيث تحل ذرة النحاس بدلاً من ذرات الفضة كما في المعادلة التالية:

$$Cu_{(s)} + 2AgNO_{3(aq)} \rightarrow Cu(NO_3)_{2(aq)} + 2Ag_{(s)}$$

– لا يحل الفلز دائماً محل فلز آخر في مركب مذاب في الماء(علل) لأن الفلزات تختلف في نشاطها أو قدرتها على التفاعل مع مادة أخرى.

– أي فلز يمكن أن يحل محل أي فلز يقع بعده في سلسلة النشاط الكيميائي ولكن لا يمكنه أن يحل محل أي فلز يقع قبله.

– عند وضع سلك من الفضة في محلول نترات النحاس II فإن ذرات الفضة لا تحل محل ذرات النحاس(علل) لأن الفضة تقع بعد النحاس في سلسلة النشاط الكيميائي ولهذا لا يحدث تفاعل كيميائي.

$$Ag_{(s)} + Cu(NO_3)_{2(aq)} \rightarrow NR$$

– يستخدم الرمز (NR) للدلالة على عدم حدوث تفاعل كيميائي وهو اختصار لـ No Reaction

– اللافلز يحل محل اللافلز:

هذه التفاعلات شائعة في بعض تفاعلات الهالوجينات (F,Cl,Br,I) ومن خلال سلسلة النشاط الكيميائي للهالوجينات نجد أن الفلور أنشطها واليود أقلها. فالهالوجين الأنشط يحل محل الهالوجين الأقل نشاطاً في محاليل مركباته.

مثل: الفلور يحل محل البروم في محلول مائي لبروميد الصوديوم كما في المعادلة التالية:

$$F_{2(g)} + 2NaBr_{(aq)} \rightarrow 2NaF_{(aq)} + Br_{2(l)}$$

مثل: البروم لا يحل محل الفلور لأن الفلور انشط من البروم كما في المعادلة التالية:

$$Br_{2(l)} + 2NaF_{(aq)} \rightarrow NR$$

مثال: مستخدماً سلسلة النشاط الكيميائي توقع نواتج التفاعلات الكيميائية التالية واكتب معادلة كيميائية رمزية موزونة تمثل كلاً منها:

a) $Fe_{(s)} + CuSO_{4(aq)} \rightarrow$ .....+.....

$$Fe_{(s)} + CuSO_{4(aq)} \rightarrow FeSO_{4(aq)} + Cu_{(s)}$$

يحدث تفاعل كيميائي لأن الحديد أنشط من النحاس نظراً لوجوده في سلسلة النشاط الكيميائي قبل النحاس

b) $\mathbf{Br_{2(l)} + MgCl_{2(aq)} \rightarrow}$ .....+.....

$Br_{2(l)} + MgCl_{2(aq)} \rightarrow$ NR

لا يحدث تفاعل كيميائي لأن البروم أقل نشاطاً من الكلور نظراً لوجوده في سلسلة النشاط الكيميائي بعد الكلور

c) $\mathbf{Mg_{(s)} + AlCl_{3(aq)} \rightarrow}$ .....+.....

$3Mg_{(s)} + 2AlCl_{3(aq)} \rightarrow 3MgCl_{2(aq)} + 2Al_{(s)}$

يحدث تفاعل كيميائي لأن المغنيسيوم أنشط من الألمنيوم نظراً لوجوده في سلسلة النشاط الكيميائي قبل الألمنيوم.

مسائل تدريبية:

توقع ما إذا كانت تفاعلات الإحلال البسيط التالية ستحدث أم لا وأكمل المعادلة الكيميائية الرمزية لكل تفاعل يتوقع حدوثه ثم زنها:

1) $\mathbf{Zn_{(s)} + NiCl_{2(aq)} \rightarrow}$ .....+.....

$Zn_{(s)} + NiCl_{2(aq)} \rightarrow ZnCl_{2(aq)} + Ni_{(s)}$

يحدث تفاعل كيميائي لأن الخارصين أنشط من النيكل نظراً لوجوده في سلسلة النشاط الكيميائي قبل النيكل

2) $\mathbf{Cl_{2(g)} + HF_{(aq)} \rightarrow}$ .....+.....

$Cl_{2(g)} + HF_{(aq)} \rightarrow$ NR

لا يحدث تفاعل كيميائي لأن الكلور أقل نشاطاً من الفلور نظراً لوجوده في سلسلة النشاط الكيميائي بعد الفلور

3) $\mathbf{Fe_{(s)} + Na_3PO_{4(aq)} \rightarrow}$ .....+.....

$Fe_{(s)} + Na_3PO_{4(aq)} \rightarrow$ NR

لا يحدث تفاعل كيميائي لأن الحديد أقل نشاطاً من الصوديوم نظراً لوجوده في سلسلة النشاط الكيميائي بعد الصوديوم

4) $\mathbf{Al_{(s)} + Pb(NO_3)_{2(aq)} \rightarrow}$ .....+.....

$2Al_{(s)} + 3Pb(NO_3)_{2(aq)} \rightarrow 3Pb_{(s)} + 2Al(NO_3)_{3(aq)}$

يحدث تفاعل كيميائي لأن الألمنيوم أنشط من الرصاص نظراً لوجوده في سلسلة النشاط الكيميائي قبل الرصاص.

b) تفاعلات الإحلال المزدوج: هي التفاعلات التي تحدث فيها تبادل الأيونات بين مركبين.

$AX + BY \rightarrow AY + BX$

مثال: تفاعل هيدروكسيد الكالسيوم مع حمض الهيدروكلوريك كما في المعادلة التالية:

$Ca(OH)_{2(aq)} + 2HCl_{(aq)} \rightarrow CaCl_{2(aq)} + 2H_2O_{(l)}$

مثال: تفاعل هيدروكسيد الصوديوم مع كلوريد النحاس II كما في المعادلة التالية:

$2NaOH_{(aq)} + CuCl_{2(aq)} \rightarrow 2NaCl_{(aq)} + Cu(OH)_{2(s)}$

هيدروكسيد النحاس(II) عبارة عن مادة صلبة تنتج خلال تفاعل كيميائي في محلول ما تسمى الراسب.

المميزات الأساسية لتفاعلات الإحلال المزدوج: الناتج المتكون من هذه التفاعلات ينتج ماء أو راسب أو غاز.

مثال: تفاعل سيانيد البوتاسيوم مع حمض الهيدروكلوريك كما في المعادلة التالية:

$KCN_{(aq)} + HCl_{(aq)} \rightarrow KCl_{(aq)} + HCN_{(g)}$

مسائل تدريبية:

اكتب معادلات كيميائية رمزية موزونة لتفاعلات الإحلال المزدوج التالية:

1) يتفاعل محلول نترات الفضة مع محلول يوديد الليثيوم لإنتاج يوديد الفضة الصلب ومحلول نترات الليثيوم.

$LiI_{(aq)} + AgNO_{3(aq)} \rightarrow LiNO_{3(aq)} + AgI_{(s)}$

2) يتفاعل محلول كلوريد الباريوم مع محلول كربونات البوتاسيوم لإنتاج كربونات الباريوم الصلبة ومحلول كلوريد البوتاسيوم.

$BaCl_{2(aq)} + K_2CO_{3(aq)} \rightarrow BaCO_{3(s)} + 2KCl_{(aq)}$

3) يتفاعل محلول كبريتات الصوديوم مع محلول نترات الرصاص II لإنتاج كبريتات الرصاص II الصلبة ومحلول نترات الصوديوم.

$Na_2SO_{4(aq)} + Pb(NO_3)_{2(aq)} \rightarrow 2NaNO_{3(aq)} + PbSO_{4(s)}$

4) يتفاعل حمض الإيثانويك (حمض الخل) CH_3COOH مع هيدروكسيد البوتاسيوم لإنتاج إيثانوات البوتاسيوم (خلات البوتاسيوم) والماء.

$$CH_3COOH_{(aq)} + KOH_{(aq)} \rightarrow CH_3COOK_{(aq)} + H_2O_{(l)}$$

الجدول التالي يوضح النواتج المتوقعة لبعض التفاعلات الكيميائية:

نوع التفاعل	المواد المتفاعلة	النواتج المتوقعة	المعادلة العامة
التكوين	مادتان أو أكثر	مركب واحد	$A + B \rightarrow AB$
الاحتراق	* فلز وأكسجين * لا فلز وأكسجين * مركب وأكسجين	أكسيد الفلز أكسيد اللافلز أكسيدان أو أكثر	$A + O_2 \rightarrow AO$
التفكك	مركب واحد	عنصران أو أكثر/أو مركبات أخرى	$AB \rightarrow A + B$
الإحلال البسيط	* فلز ومركب * لا فلز ومركب	مركب جديد والفلز البديل عنه مركب جديد واللافلز البديل عنه	$A + BX \rightarrow AX + B$
الإحلال المزدوج	مركبان	مركبان مختلفان أحدهما صلب أو ماء أو غاز.	$AX + BY \rightarrow AY + BX$

مثال: حدد نوع التفاعل بين أكسيد الكالسيوم الصلب وغاز ثاني أكسيد الكربون في إنتاج كربونات الكالسيوم الصلبة.

$$CaO_{(s)} + CO_{2(g)} \rightarrow CaCO_{3(s)}$$

تفاعل تكوين