المستوى 2 مقررات

المستوى 3 فصلي

1-5: المقصود بالحسابات الكيميائية

علاقة المول بالجسيمات

- تتوقف التفاعلات الكيميائية عندما تستهلك إحدى المواد المتفاعلة.

الحسابات الكيميائية

- الحسابات الكيميائية: دراسة العلاقات الكمية بين المواد المتفاعلة و المواد الناتجة في التفاعل الكيميائي.
- تعتمد الحسابات الكيميائية على قانون حفظ الكتلة .
- قانون حفظ الكتلة:المادة لا تفنى و لا تستحدث في التفاعل الكيميائية إلا بقدرة الله تعالى.
- كمية المواد الناتجة عند نهاية أي تفاعل كيميائي تساوي كمية المواد المستخدمة في بداية التفاعل.
- مجموع كتل المواد المتفاعلة يساوي مجموع كتل المواد الناتجة.

المستوى 2 مقررات

المستوى 3 فصلي

الجدول 1-5 العلاقات المشتقة من المعادلة الكيميائية الموزونة

$4Fe_{(s)}$	+	$3O_{2(g)}$	→	$2Fe_2O_{3(s)}$
الحديد	+	الأكسجين	→	أكسيد الحديد III
4 atoms Fe	+	3 molecules O_2	→	2 Formula units
4 mol Fe	+	3 mol O_2	→	2 mol Fe_2O_3
223.4 g Fe	+	96.00 g O_2	→	319.4 g Fe_2O_3
319.4 g مواد متفاعلة			→	319.4 g مواد ناتجة

مثال 5-1

تفسير المعادلات الكيميائية يزودنا احتراق البروبان C_3H_8 بالطاقة اللازمة لتدفئة البيوت، وطهو الطعام، ولحام الأجسام الفلزية. فسر معادلة احتراق البروبان باستخدام عدد الجسيمات وعدد المولات والكتلة، ثم وضح تطبيق قانون حفظ الكتلة.

1 تحليل المسألة

تمثل معادلات المعادلة الكيميائية الموضحة أدناه كلًّا من المولات، والجسيمات الممثلة (في هذه الحالة الجزيئات). وسيتم إثبات قانون حفظ الكتلة إذا كانت كتل المواد المتفاعلة والمواد الناتجة متساوية.

المعطيات

$$C_3H_{8(g)} + 5O_{2(g)} \rightarrow 3CO_{2(g)} + 4H_2O_{(g)}$$

المطلوب

عدد الجزيئات = ؟

عدد المولات = ؟

كتل المواد المتفاعلة والناتجة = ؟

2 حساب المطلوب

تحدد المعاملات في المعادلة الكيميائية عدد الجزيئات.

$$1 \text{ molecule } C_3H_8 + 5 \text{ molecules } O_2 \rightarrow 3 \text{ molecules } CO_2 + 4 \text{ molecules } H_2O$$

وتحدد المعاملات في المعادلة الكيميائية عدد المولات أيضًا.

$$1 \text{ mol } C_3H_8 + 5 \text{ mol } O_2 \rightarrow 3 \text{ mol } CO_2 + 4 \text{ mol } H_2O$$

وللتأكد من حفظ الكتلة، نحول أولاً عدد مولات المواد المتفاعلة والمواد الناتجة إلى كتلة، وذلك بالضرب في معامل التحويل – الكتلة المولية، التي تربط بين الجرامات والمولات.

$$\text{مولات المواد الناتجة أو المتفاعلة} \times \frac{\text{الكتلة المولية للمادة المتفاعلة أو الناتجة}}{1 \text{ مول مادة متفاعلة أو ناتجة}} = \text{جرامات المواد المتفاعلة أو المواد الناتجة.}$$

حساب كتلة C_3H_8 المتفاعلة.

$$1\ \text{mol}\ C_3H_8 \times \frac{44.09\ \text{g}\ C_3H_8}{1\ \text{mol}\ C_3H_8} = 44.09\ \text{g}\ C_3H_8$$

حساب كتلة O_2 المتفاعلة.

$$5\ \text{mol}\ O_2 \times \frac{32.00\ \text{g}\ O_2}{1\ \text{mol}\ O_2} = 160.0\ \text{g}\ O_2$$

حساب كتلة CO_2 الناتجة

$$3\ \text{mol}\ CO_2 \times \frac{44.01\ \text{g}\ CO_2}{1\ \text{mol}\ CO_2} = 132.0\ \text{g}\ CO_2$$

حساب كتلة H_2O الناتجة

$$4\ \text{mol}\ H_2O \times \frac{18.02\ \text{g}\ H_2O}{1\ \text{mol}\ H_2O} = 72.08\ \text{g}\ H_2O$$

اجمع كتل المواد المتفاعلة

$$44.09\ \text{g}\ C_3H_8 + 160.0\ \text{g}\ O_2 = 204.1\ \text{g}$$

اجمع كتل المواد الناتجة

$$132.0\ \text{g}\ CO_2 + 72.08\ \text{g}\ H_2O = 204.1\ \text{g}$$

تطبيق قانون حفظ الكتلة

$$\text{مواد ناتجة}\ 204.1\ \text{g} = \text{مواد متفاعلة}\ 204.1\ \text{g}$$

3 تقويم الإجابة

إن مجموع كتل المواد المتفاعلة تساوي مجموع كتل المواد الناتجة، كما هو متوقع من قانون حفظ الكتلة.

نسبة المولات

- النسبة المولية: النسبة بين أعداد المولات لأي مادتين في المعادلة الكيميائية الموزونة.
- عدد النسب المولية التي يمكن كتابتها لتفاعل يحوي (n) من المواد هي **n(n-1)** لذا:
- أ – التفاعل الذي فيه 4 مواد : **4(4-1) = 12**
- ب – التفاعل الذي فيه 5 مواد : **5(5-1) = 20**

- مثال: للتفاعل التالي: $2K_{(s)} + Br_{2(l)} \rightarrow 2KBr_{(s)}$

نلاحظ هنا أن عدد المواد في المعادلة يساوي 3 و عليه فإن عدد النسب المولية التي يمكن كتابتها تساوي ٦ : (**3(3-1) = 6**) . و هي كما يلي:

$$\frac{2\ mol\ KBr}{1\ mol\ Br_2} \text{ و } \frac{2\ mol\ KBr}{2\ mol\ K}$$

$$\frac{1\ mol\ Br_2}{2\ mol\ KBr} \text{ و } \frac{1\ mol\ Br_2}{2\ mol\ K}$$

$$\frac{2\ mol\ K}{2\ mol\ KBr} \text{ و } \frac{2\ mol\ K}{1\ mol\ Br_2}$$

2-5: حسابات المعادلات الكيميائية

استخدام الحسابات الكيميائية

- تبدأ جميع حسابات المعادلات الكيميائية بمعادلة كيميائية موزونة.

- استراتيجية حل مسائل من مول إلى مول ، و من مول إلى كتلة و من كتلة إلى كتلة:

1 – أكتب معادلة التفاعل الموزونة.

2 – حدد من أين تبدأ حساباتك، حدد الوحدة المستخدمة للمادة المعلومة:

– إذا كانت الكتلة المعطاه بالجرام، فابدأ حساباتك من الخطوة الثانية.

– إذا كانت الكمية بالمول فابدأ حساباتك بالخطوة رقم 3 .

3 – تعتمد نهاية الحسابات على الوحدة المراد استخدامها للمادة المطلوب معرفة كميتها

– فإذا كان الموطلوب بالمولات فتوقف بعد الخطوة رقم 3 .

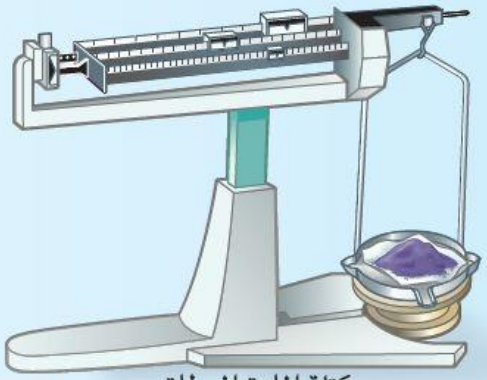
– و إذا كان المطلوب بالجرامات فتوقف بعد إكمال الخطوة رقم 4 .

المستوى
2
مقررات

المستوى
3
فصلي

تطبيق الاستراتيجية

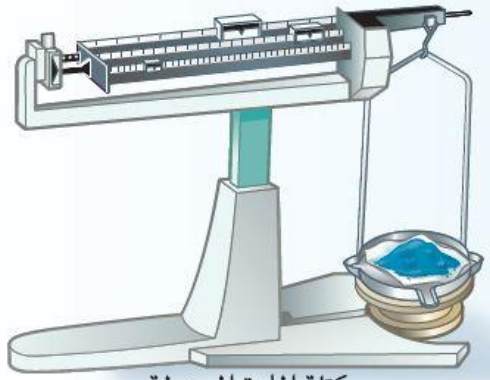
طبق استراتيجية حل المسائل على الأمثلة 2-5 ، 3-5 ، 4-5.



كتلة المادة المعطاة

الخطوة 1

ابدأ بمعادلة موزونة، وعبِّر عن المعادلة باستخدام المولات.



كتلة المادة المجهولة

لا يوجد تحويل مباشر

الخطوة 2

حول جرامات المادة المعلومة إلى مولات. واستخدم مقلوب الكتلة المولية معاملًا للتحويل.

$$\frac{1\ mol}{\text{الكتلة (g)}}$$

الخطوة 4

حول مولات المادة المجهولة إلى جرامات المادة المعلومة باستخدام الكتلة المولية بوصفها معامل تحويل.

$$\frac{\text{الكتلة (g)}}{1\ mol}$$

$$\frac{\text{عدد مولات المجهول}}{\text{عدد المولات المعطاة}}$$

الخطوة 3

حوِّل مولات المادة المعلومة لمولات المادة المجهولة. واستخدم النسبة المولية المناسبة من المعادلة الكيميائية الموزونة بوصفها معامل تحويل.

عدد مولات المادة المعطاة

عدد مولات المادة المجهولة

مثال 2-5

حسابات المولات من سلبيات احتراق غاز البروبان C_3H_8 إنتاج غاز ثاني أكسيد الكربون CO_2، مما يزيد من تركيزه في الغلاف الجوي. ما عدد مولات CO_2 التي تنتج عن احتراق 10 mol من C_3H_8 في كمية وافرة من الأكسجين؟

1 تحليل المسألة

أنت تعرف عدد مولات المادة المتفاعلة C_3H_8، والمطلوب إيجاد عدد مولات المادة الناتجة من CO_2. لذا اكتب معادلة التفاعل الموزونة أولاً، ثم حول مولات البروبان إلى مولات ثاني أكسيد الكربون باستعمال النسبة المولية المناسبة.

المعطيات	المطلوب
$mol\ C_3H_8 = 10\ mol$	$mol\ CO_2 = ?$

2 حساب المطلوب

اكتب المعادلة الكيميائية الموزونة لاحتراق البروبان.

استخدم النسبة المولية الصحيحة لتحويل مولات المادة المعلومة C_3H_8 إلى مولات المادة المجهولة CO_2.

$$\begin{matrix} 10.0\ mol & ?\ mol \\ C_3H_{8(g)} + 5O_{2(g)} & \rightarrow 3CO_{2(g)} + 4H_2O_{(g)} \end{matrix}$$

$$\text{النسبة المولية} = \frac{3\ mol\ CO_2}{mol\ C_3H_8}$$

$$10.0\ \cancel{mol\ C_3H_8} \times \frac{3\ mol\ CO_2}{1\ \cancel{mol\ C_3H_8}} = 30.0\ mol\ CO_2$$

لذا يُنتج احتراق 10 mol من غاز البروبان 30 mol من CO_2.

3 تقويم الإجابة

توضح المعادلة الكيميائية أن 1 mol من C_3H_8 أنتج 3 mol من CO_2، لذا 10 mol من C_3H_8 تنتج كمية أكبر من ثلاث مرات (يعني 30.0 mol) من مولات CO_2.

مثال 3-5

حسابات المول - الكتلة احسب كتلة كلوريد الصوديوم NaCl المعروف بملح الطعام، الناتجة عن تفاعل 1.25 mol من غاز الكلور Cl_2 بشدة مع الصوديوم.

1 تحليل المسألة

أعطيت مولات المادة المتفاعلة الكلور Cl_2، وطُلب إليك تحديد كتلة المادة الناتجة NaCl، وتحويل عدد مولات الكلور Cl_2 إلى عدد مولات NaCl باستخدام النسبة المولية، ثم تحويل عدد مولات NaCl إلى جرامات NaCl باستخدام الكتلة المولية بوصفها معامل تحويل.

المعطيات

عدد مولات الكلور = 1.25 mol

المطلوب

كتلة كلوريد الصوديوم (g) = ؟

2 حساب المطلوب

اكتب معادلة التفاعل الموزونة وحدد القيم المعروفة وغير المعروفة.

$$2Na_{(s)} + \overset{1.25\ mol}{Cl_{2(g)}} \rightarrow \overset{?\ g}{2NaCl_{(s)}}$$

النسبة المولية : $\frac{2\ mol\ NaCl}{1\ mol\ Cl_2}$

اضرب عدد مولات Cl_2 في النسبة المولية لحساب عدد مولات NaCl

$$1.25\ \cancel{mol\ Cl_2} \times \frac{2\ mol\ NaCl}{1\ \cancel{mol\ Cl_2}} = 2.50\ mol\ NaCl$$

استخدم الكتلة المولية لـ NaCl لحساب كتلة NaCl بالجرام (g)

$$2.50\ \cancel{mol\ NaCl} \times \frac{58.44\ g\ NaCl}{1\ \cancel{mol\ NaCl}} = 146\ g\ NaCl$$

3 تقويم الإجابة

للتأكد من صحة كتلة NaCl المحسوبة، اعكس الحسابات، واقسم كتلة NaCl على الكتلة المولية لـ NaCl، ثم قسم الناتج على 2 لتحصل على عدد مولات Cl_2 المعطاة في السؤال.

المستوى 2 مقررات

المستوى 3 فصلي

مثال 4-5

حساب الكتل عندما تتحلل نترات الأمونيوم NH_4NO_3، والتي تعد أحد أهم الأسمدة، ينتج غاز أكسيد ثنائي النيتروجين (أكسيد النيتروز) والماء. حدد كتلة H_2O الناتجة عن تحلل 25.0 g من نترات الأمونيوم الصلبة NH_4NO_3.

1 تحليل المسألة

اكتب المعادلة الكيميائية الموزونة، ثم استخدام النسب المولية لإيجاد عدد مولات المواد الناتجة. وأخيرًا استخدم الكتلة المولية لتحويل عدد مولات المواد الناتجة إلى كتلة بالجرامات.

المعطيات

كتلة نترات الأمونيوم NH_4NO_3 = 25.0 g

المطلوب

كتلة الماء H_2O = ؟؟

2 حساب المطلوب

اكتب المعادلة الموزونة وحدد قيم المواد المعروفة والمواد المطلوبة.

25.0 g ؟ g

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

احسب عدد مولات NH_4NO_3 بالضرب في مقلوب الكتلة المولية

$$25.0\ \text{g}\ \cancel{NH_4NO_3} \times \frac{1\ \text{mol}\ NH_4NO_3}{80.04\ \cancel{\text{g}\ NH_4NO_3}} = 0.312\ \text{mol}\ NH_4NO_3$$

احسب عدد مولات الماء بضرب عدد مولات نترات الأمونيوم في النسبة المولية.

النسبة المولية : $\frac{2\ \text{mol}\ H_2O}{1\ \text{mol}\ NH_4NO_3}$

$$0.312\ \cancel{\text{mol}\ NH_4NO_3} \times \frac{2\ \text{mol}\ H_2O}{1\ \cancel{\text{mol}\ NH_4NO_3}} = 0.624\ \text{mol}\ H_2O$$

احسب عدد جرامات H_2O بالضرب في الكتلة المولية.

$$0.624\ \cancel{\text{mol}\ H_2O} \times \frac{18.02\ \text{g}\ H_2O}{1\ \cancel{\text{mol}\ H_2O}} = 11.2\ \text{g}\ H_2O$$

3 تقويم الإجابة

لمعرفة ما إذا كانت كتلة الماء المحسوبة صحيحة أم لا، قم بإجراء الحسابات بطريقة معكوسة.

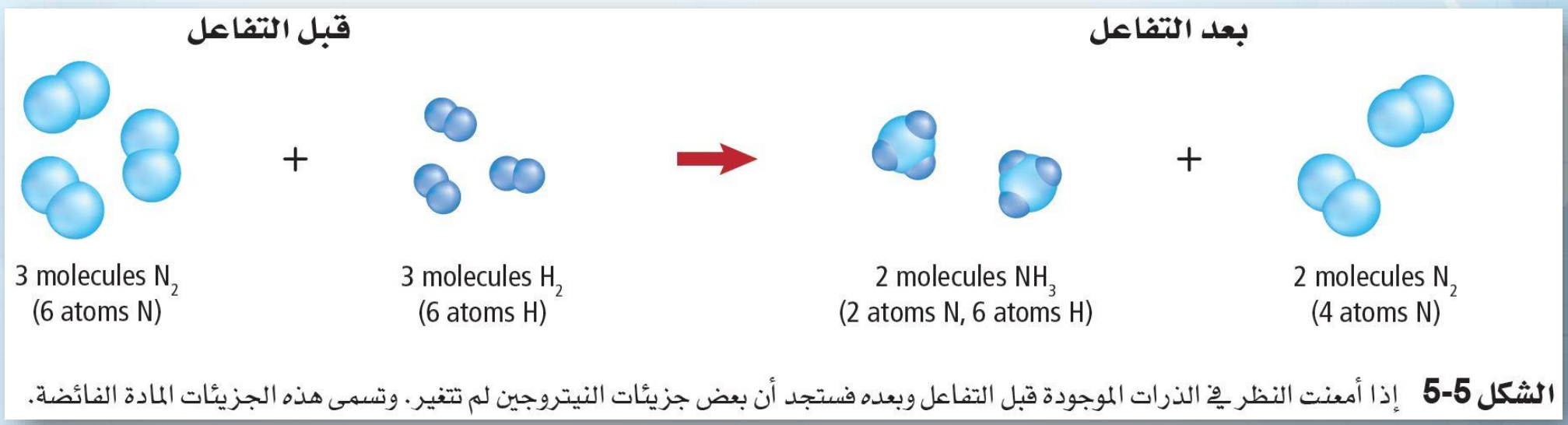
المستوى 2 مقررات

المستوى 3 فصلي

3-5: المادة المحددة للتفاعل

لماذا تتوقف التفاعلات

- يستمر التفاعل إلى أن يتم استنفاد إحدى المواد أو جميعها.
- كمية المواد الناتجة تعتمد على كمية المادة المحددة للتفاعل.
- المادة المحددة للتفاعل هي المادة التي تستهلك كليا في التفاعل و تحدد كمية المادة الناتجة.
- المواد الفائضة : هي مواد متفاعلة تبقى بعد توقف التفاعل بدون استهلاك.



الشكل 5-5 إذا أمعنت النظر في الذرات الموجودة قبل التفاعل وبعده فستجد أن بعض جزيئات النيتروجين لم تتغير. وتسمى هذه الجزيئات المادة الفائضة.

تعرف المادة المحددة للتفاعل

- من الضروري تحديد المادة المحددة للتفاعل و المادة الفائضة لأن كمية المادة الناتجة تعتمد على ذلك .

حساب الناتج بناء على المادة المحددة للتفاعل

- إذا تفاعل مصهور الكبريت مع غاز الكلور لإنتاج ثنائي كلوريد ثنائي الكبريت ، حسب التفاعل التالي:

$$S_{8(l)} + 4Cl_{2(g)} \rightarrow 4S_2Cl_{2(l)}$$

ما مقدار ثنائي كلوريد ثنائي الكبريت الناتج عن تفاعل 200.0 من مصهور الكبريت مع 100.0 جرام من غاز الكلور ؟

حساب المادة المحددة للتفاعل

تحديد مولات المواد المتفاعلة

$$100.0\ \text{g}\ Cl_2 \times \frac{1\ \text{mol}\ Cl_2}{70.91\ \text{g}\ Cl_2} = 1.410\ \text{mol}\ Cl_2$$

$$200.0\ \text{g}\ S_8 \times \frac{1\ \text{mol}\ S_8}{256.5\ \text{g}\ S_8} = 0.7797\ \text{mol}\ S_8$$

استعمال نسب المولات

- معرفة النسبة المولية الصحيحة التي تربط بين المادتين كما أعطيت في المعادلة الموزونة.

$$\frac{1.410\ \text{mol}\ Cl_2}{0.7797\ \text{mol}\ S_8} = \frac{1.808\ \text{mol}\ Cl_2}{1\ \text{mol}\ S_8}$$

- تظهر الحسابات أن النسبة هي **1.808** مول من Cl_2 لكل مول واحد من S_8 بدلا من **4** مولات من Cl_2 كما تظهر المعادلة. لذلك يكون الكلور هو المادة المحددة للتفاعل.

حساب كمية الناتج المتكون

$$1.410\ \cancel{\text{mol Cl}_2} \times \frac{4\ \cancel{\text{mol S}_2\text{Cl}_2}}{4\ \cancel{\text{mol Cl}_2}} \times \frac{135.0\ \text{g S}_2\text{Cl}_2}{1\ \cancel{\text{mol S}_2\text{Cl}_2}} = 190.4\ \text{g S}_2\text{Cl}_2$$

المادة الفائضة

- استطعت الآن تحديد المادة المحددة للتفاعل و كمية المادة الناتجة. ماذا عن المادة الفائضة ، الكبريت؟ و كم الكمية التي تفاعلت منها؟

المولات المتفاعلة

- يجب القيام بحسابات تحويل المول إلى الكتلة لتحديد كتلة الكبريت اللازمة للتفاعل بالكامل مع **1.410** مولات من الكلور

$$1.410\ \text{mol Cl}_2 \times \frac{1\ \text{mol S}_8}{4\ \text{mol Cl}_2} = 0.3525\ \text{mol S}_8$$

المستوى 2 مقررات

المستوى 3 فصلي

الكتلة المتفاعلة

- لحساب كتلة الكبريت ، تضرب **0.3525** مول من الكبريت S_8 في الكتلة المولية لـ S_8 .

$$0.3525\ \text{mol}\ S_8 \times \frac{265.5\ \text{g}\ S_8}{1\ \text{mol}\ S_8} = 93.588\ \text{g}\ S_8$$

الكمية الفائضة

- يمكن حساب الكمية المتبقية بعجد التفاعل من S_8 بطرح كتلة المادة المتفاعلة من كتلة المادة الكلية على النحو التالي

الكمية الفائضة = كتلة المادة – الكمية التي تفاعلت

$$200.0\ \text{g}\ S_8 - 93.588\ \text{g}\ S_8 = 106.4\ \text{g}\ S_8$$

2 حساب المطلوب

حساب المادة المحددة للتفاعل

اكتب المعادلة الموزونة، وحدّد المعطيات والمطلوب

$$\underset{}{25.0\ g\ P_4} + \underset{}{50.0\ g\ O_2} \rightarrow \underset{}{?\ g\ P_4O_{10}}$$

$$P_{4(s)} + 5O_{2(g)} \rightarrow P_4O_{10(s)}$$

احسب عدد مولات المواد المتفاعلة بضرب كتلة كل منها في عامل التحويل الذي يربط عدد المولات مع الكتلة معكوس الكتلة المولية لكل منها.

احسب مولات P_4

$$25.0\ \cancel{g\ P_4} \times \frac{1\ mol\ P_4}{123.9\ \cancel{g\ P_4}} = 0.202\ mol\ P_4$$

احسب مولات O_2

$$50.0\ \cancel{g\ O_2} \times \frac{1\ mol\ O_2}{32.00\ \cancel{g\ O_2}} = 1.56\ mol\ O_2$$

احسب النسبة المولية الفعلية لمولات O_2، P_4

احسب نسبة مولات O_2 إلى مولات P_4

$$\frac{1.56\ mol\ O_2}{0.202\ mol\ P_4} = \frac{7.72\ mol\ O_2}{1\ mol\ P_4}$$

حدد النسبة المولية للمواد المتفاعلة من المعادلة الموزونة:

$$\text{النسبة المولية} = \frac{5\ mol\ O_2}{mol\ P_4}$$

وبما أنه يتوافر 7.72 mol من الأكسجين، في حين أن التفاعل يحتاج إلى 5 mol من الأكسجين لتتفاعل مع 1 mol من P_4O_{10}، فالأكسجين هو المادة الفائضة، ويكون P_4 هو المادة المحددة للتفاعل. لذا تستعمل مولات P_4 لحساب مولات P_4O_{10} الناتجة.

اضرب عدد مولات P_4 في النسبة المولية $\frac{P_4O_{10}}{P_4}$

احسب مولات P_4O_{10} الناتجة.

$$0.202\ \cancel{mol\ P_4} \times \frac{1\ mol\ P_4O_{10}}{1\ \cancel{mol\ P_4}} = 0.202\ mol\ P_4O_{10}$$

ولحساب كتلة P_4O_{10} نضرب مولات P_4O_{10} في عامل التحويل الذي يربط الكتلة بالمولات.

احسب كتلة P_4O_{10} الناتجة.

$$0.202 \cancel{\text{mol } P_4O_{10}} \times \frac{283.9 \text{ g } P_4O_{10}}{1 \cancel{\text{mol } P_4O_{10}}} = \mathbf{57.3 \text{ g } P_4O_{10}}$$

وبما أن O_2 هو المادة الفائضة فإن جزءًا منه فقط يتفاعل. لذا استخدم المادة المحددة للتفاعل P_4 لحساب عدد مولات O_2 الداخل في التفاعل وكتلته.

اضرب عدد مولات المادة المحددة للتفاعل في النسبة المولية لتحديد مولات المادة الفائضة التي تفاعلت والتي بقيت.

$$0.202 \cancel{\text{mol } P_4} \times \frac{5 \text{ mol } O_2}{1 \cancel{\text{mol } P_4}} = 1.01 \text{ mol } O_2$$

حوّل مولات O_2 الداخلة في التفاعل إلى كتلة.

اضرب عدد مولات O_2 في الكتلة المولية.

$$1.0 \cancel{\text{mol } O_2} \times \frac{32.0 \text{ g } O_2}{1 \cancel{\text{mol } O_2}} = 32.3 \text{ g } O_2$$

احسب كمية O_2 الفائضة.

$$32.3 \text{ g } O_2 - 50.0 \text{ g } O_2 = \mathbf{17.7 \text{ g } O_2}$$

3 تقويم الإجابة أعطيت جميع القيم بثلاث أرقام معنوية، وكذلك أُعطيت قيمة P_4O_{10} . وينطبق ذلك على جميع الحسابات والأرقام الداخلة في المسألة. حسبت كتلة الأكسجين الفائضة (17.7g) بطرح رقمين في كل منهما منزلة عشرية واحدة. لذا فإن الكتلة الفائضة من الأكسجين صحيحة؛ لأنها تحتوي على منزلة عشرية واحدة.

مثال 5-5

المادة المحددة للتفاعل يتفاعل الفوسفور الصلب الأبيض P_4 مع الأكسجين لتكوين مركب صلب يُسمّى عاشر أكسيد رابع الفوسفور P_4O_{10}، ويطلق على هذا المركب أحيانًا اسم خامس أكسيد ثنائي الفوسفور؛ لأن صيغته الأولية هي P_2O_5.

a. احسب كتلة P_4O_{10} الناتجة عن تفاعل 25.0 g من الفوسفور مع 50.0 g من الأكسجين.

b. ما مقدار المادة الفائضة بعد انتهاء التفاعل؟

1 تحليل المسألة بما أن لديك كتلتي المادتين المتفاعلتين لذا يمكنك تعرّف المادة المحددة للتفاعل، ثم حساب كتلة الناتج.

ويمكن معرفة عدد مولات المادة الفائضة بناءً على معرفة مولات المادة المحددة للتفاعل، وحساب عدد مولات المادة الفائضة التي تفاعلت وتحويلها إلى كتلة، ثم طرح هذه الكتلة من الكتلة المتوافرة قبل بدء التفاعل.

المعلوم

كتلة الفوسفور = 25.0 g

كتلة الأكسجين = 50.0 g

المطلوب

كتلة عاشر أكسيد رابع الفوسفور = P_4O_{10}?g

كتلة المادة الفائضة = ?g

لماذا نستخدم فائضا من مادة متفاعلة؟

- استعمال مادة واحدة بكميات فائضة يدفع التفاعل إلى :

أ – الاستمرار لحين نفاذ المادة المحددة للتفاعل تماما.

ب – يزيد من سرعة التفاعل الكيميائي.

المستوى
2
مقررات

المستوى
3
فصلي

4-5: نسبة المردود المئوية

ما مقدار المادة الناتجة؟

- لا تنتج دائما التفاعلات التي تجرى الكميات التي تم حسابها أو المتوقع منها.
- قد تلتصق المواد المتفاعلة أو الناتجة على سطوح الأوعية أو تتبخر.
- قد تنتج في بعض الحالات مواد أخرى غير متوقعة بسبب تفاعلات التنافس التي تقلل من كميات الناتج المرغوب فيه .

المردود النظري و المردود الفعلي

- المردود النظري: أكبر كمية من الناتج يمكن الحصول عليها من كمية المادة المتفاعلة المعطاه.
- المردود الفعلي: كمية المادة الناتجة عند إجرارة التفاعل الكيميائي عمليا.

المستوى 2 مقررات
المستوى 3 فصلي

نسبة المردود المئوية

❖ نسبة المردود المئوية للنواتج هي نسبة المردود الفعلي إلى المردود النظري في صورة نسبة مئوية .

نسبة المردود المئوية

$$\text{نسبة المردود المئوية} = \frac{\text{المردود الفعلي}}{\text{المردود النظري}} \times 100$$

لذا تحسب نسبة المردود المئوية بقسمة المردود الفعلي على المردود النظري مضروبًا في مئة.

مثال 5-6

نسبة المردود المئوية تتكون كرومات الفضة الصلبة Ag_2CrO_4 عند إضافة كرومات البوتاسيوم K_2CrO_4 إلى محلول يحتوي على 0.500 g من نترات الفضة $AgNO_3$. احسب المردود النظري لكرومات الفضة Ag_2CrO_4، واحسب نسبة المردود المئوية إذا كانت كتلة كرومات الفضة Ag_2CrO_4 الناتجة فعليًّا عن التفاعل هي (0.455 g).

1 تحليل المسألة تعْلم أن كتلة المواد المتفاعلة وكتلة المردود الفعلي من المعطيات. اكتب المعادلة الكيميائية الموزونة، واحسب المردود النظري بتحويل جرامات $AgNO_3$ إلى مولات $AgNO_3$، ومن ثم تحويل مولات $AgNO_3$ إلى مولات Ag_2CrO_4، وأخيرًا تحويل مولات Ag_2CrO_4 إلى جرامات Ag_2CrO_4. ثم احسب نسبة المردود المئوية من المردود الفعلي والمردود النظري.

المعطيات

كتلة نترات الفضة = 0.500 g $AgNO_3$

المردود الفعلي = 0.455 g Ag_2CrO_4

المطلوب

المردود النظري = ؟g Ag_2CrO_4

المردود المئوي = ؟ $\%Ag_2CrO_4$

المستوى 2 مقررات

المستوى 3 فصلي

2 حساب المطلوب

اكتب المعادلة الكيميائية الموزونة وحدد المعطيات والمطلوب

$$0.500\ g \qquad ?\ g$$

$$2AgNO_{3(aq)} + K_2CrO_{4(aq)} \rightarrow Ag_2CrO_{4(s)} + 2KNO_{3(aq)}$$

استخدم الكتلة المولية لتحويل جرامات $AgNO_3$ إلى عدد مولات $AgNO_3$

$$0.500\ g\ AgNO_3 \times \frac{1\ mol\ AgNO_3}{169.9\ g\ AgNO_3} = 2.94 \times 10^{-3}\ mol\ AgNO_3$$

استخدم النسبة المولية لتحويل عدد مولات $AgNO_3$ إلى عدد مولات Ag_2CrO_4

$$2.94 \times 10^{-3}\ mol\ AgNO_3 \times \frac{1\ mol\ Ag_2CrO_4}{2\ mol\ AgNO_3} = 1.47 \times 10^{-3}\ mol\ Ag_2CrO_4$$

احسب المردود النظري

$$1.47 \times 10^{-3}\ mol\ Ag_2CrO_4 \times \frac{331.7\ g\ Ag_2CrO_4}{1\ mol\ Ag_2CrO_4} = 0.488\ g\ Ag_2CrO_4$$

احسب نسبة المردود المئوية.

$$\frac{0.455\ g\ Ag_2CrO_4}{0.488\ g\ Ag_2CrO_4} \times 100 = 93.2\%\ Ag_2CrO_4$$

3 تقويم المسألة

القيمة التي تحتوي أقل عدد من الأرقام المعنوية هي القيمة التي يوجد بها ثلاثة أرقام معنوية، لذا فالنسبة التي استخدمت للتعبير عن الجواب صحيحة. كما أن الكتلة المولية لكرومات الفضة Ag_2CrO_4 هي ضعف الكتلة المولية لنترات الفضة $AgNO_3$ تقريبًا. ولذلك نسبة عدد مولات نترات الفضة $AgNO_3$ إلى عدد مولات كرومات الفضة Ag_2CrO_4 في المعادلة هي (2:1). ولذلك يجب أن ينتج 0.500 g من $AgNO_3$ من الكتلة نفسها من كرومات الفضة تقريبًا.

فالمردود الفعلي لكرومات الفضة قريب من 0.500g، لذلك فنسبة المردود المئوية معقولة.

نسبة المردود المئوية و الجدوى الاقتصادية

- تلعب نسبة المردود المئوية دورا مهما في تحديد التكلفة الاقتصادية لكثير من الصناعات.
- العامل المحفز مادة تزيد من سرعة التفاعل دون أن تستهلك و لا تظهر في المعادلة الكيميائية.