التفاعل الكيميائي والحسابات الكيميائية

يحدث التفاعل الكيميائي نتيجة كسر روابط معينة وتكوين روابط جديدة مما ينتج عنه إعـادة في توزيع الذرات، وإنتاج مواد جديدة مختلفة في صفا ا عن المواد المتفاعلة، وغالباً ما يـصاحب هـذا التفاعل إنتاج حرارة أو امتصاص حرارة.

ونستطيع أن نصف ذلك التفاعل عن طريق المعادلة الكيميائية فمـثلاً نـصف تفاعـل غـاز الهيدروجين مع غاز الأكسجين لتكوين الماء بالمعادلة :

$$H_2 + O_2 \longrightarrow H_2O$$

يجب أيضاً معرفة الحالة الفيزيائية للمواد المتفاعلة والناتجة عن التفاعل وتمثل بالرموز:

غاز ← (g)

سائل ← (l)

صلب ← (s)

مذاب ← (aq)

وحسب قانون حفظ الكتلة فيجب وزن المعادلة والتأكد أن عدد الذرات الداخلة في التفاعـل تساوي عدد الذرات الناتجة عن التفاعل فتصبح المعادلة:

$$2H_2\,(g) + O_2\,(g) \longrightarrow 2H_2O\,(g)$$

كما يمكن وصف حرارة التفاعل في نفس المعادلة الكيميائية أن لزم ذلك

$$2H_2(g) + O_2(g) \longrightarrow 2H_2O(g) + \text{حرارة}$$

$$CaCO_3(s) \longrightarrow CaO(s) + CO_2(g)$$

معادلة الترسيب:

$$Ag\,NO_3(aq) + NaCl(aq) \longrightarrow AgCl(s) + Na\,NO_3\,(aq)$$

نستطيع أن تفصلها لتصبح:

$$Ag^{+}(aq) + NO_3^{-}(aq) + Na^{+}(aq) + Cl^{-}(aq) \longrightarrow AgCl(s) + Na^{+}(aq) + NO_3^{-}(aq)$$

ثم **نستطيع أن نختصرها:**

$$Ag^{+}(aq) + Cl^{-}(aq) \longrightarrow AgCl(s)$$

معادلة حمض قوى مع قاعدة قوية:

$$HNO_3(aq) + KOH(aq) \longrightarrow KOH(aq) + H_2O(l)$$

يمكن أن تكتب كمعادلة ايونية:

$$H^{+}(aq) + NO_3^{-}(aq) + K^{+}(aq) + OH^{-}(aq) \longrightarrow K^{+}(aq) + NO_3^{-}(aq) + H_2O(l)$$

ثم **نختصرها:**

$$H^{+}(aq) + OH^{-}(aq) \longrightarrow H_2O(l)$$

معادلة الأكسدة والاختزال:

$$2Mg(s) + O_2(g) \longrightarrow 2MgO(s)$$

عند كتابة المعادلة الكيميائية فإننا نستطيع معرفة النسب المولية للمواد المتفاعلة والناتجة عن التفاعل .

$$C + 2C1_2 \longrightarrow CC1_4$$

$$1\ mole\ C + 2\ mole\ C1_2 \longrightarrow 1\ mole\ CC1_4$$

في **هذا التفاعل نستطيع كتابة النسب المولية كالتالي :**

$$\frac{1\ mol\ C}{2\ mol\ C1_2} \longleftarrow \quad \text{أو} \quad \frac{2\ mol\ C1_2}{1\ mol\ C}$$

أو

$$\frac{1\ mol\ CC1_4}{2\ mol\ C1_2} \longleftarrow \quad \frac{2\ mol\ C1_2}{1\ mol\ CC1_4}$$

أو

ونستطيع استخدام هذه النسب لمعرفة كمية المواد اللازمة لعمل التفاعل أو الناتجة عنه .

مثال :

كم مولاً من الكربون يلزم ليتحد مع ٤٫٨٧ مولاً من غاز الكلور ليكون المركب $CC1_4$

الجواب :

من المعادلة نعرف أن ١مول من C يلزم ليتحد مع ٢ مول من $C1_2$ ، لذلك تكون النسبة:

$$\frac{\text{١ مول C}}{\text{٢ مول } C1_2}$$

$$4.87 \text{ mol } C1_2 \times \frac{1 \text{ mol C}}{2 \text{ mol } C1_2} = 2.44 \text{ mol C}$$

التحويل من مول إلى جرام :

١ مول C = ١٢٫٠١١ جم C أو $\frac{12.011g\ C}{1\ mol\ C}$ أو $\frac{1\ mol\ C}{12.011g\ C}$

١ مول CO_2 = ٤٤٫٠٠٩٨ جم CO_2 أو $\frac{44.0098g\ CO_2}{1\ mol\ CO_2}$ أو $\frac{1\ mol\ CO_2}{44.0098g\ CO_2}$

أمثلة :

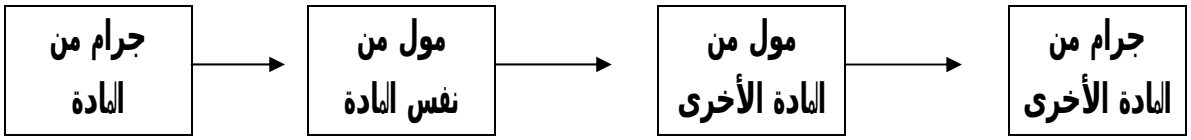
حيث أن المعادلة الكيميائية والرموز الكيميائية تمثل اعداداً (وليس أوزاناً) فإننا نستطيع أن نقـارن بين المواد المتفاعلة والناتجة من التفاعل بالأعداد وليس بالأوزان فنقول في المعادلة :

$$2H_2(g) + O_2(g) \rightarrow 2H_2O(g)$$

أن مركبين من غاز الهيدروجين يتحد مع مركب واحد من الأكسجين ليكون مركبين من الماء .

وحيث أن المول يمثل عدد افو جادرو من الأشياء فإننا نستطيع أن نعمل نفس المقارنة باستخدام المول فنقول ، أن اثنان مول من غاز الهيدروجين (H_2) يتحد مع واحد مول من غـاز الأكـسجين (O_2) ليكون اثنان مول من الماء.

وعند مقارنة المواد المتفاعلة والناتجة من التفاعل عن طريق المعادلة الكيميائية فيجب المقارنـة بعـدد المولات (وليس بالأوزان) وذلك بتحويل الأوزان إلى عدد المولات ثم المقارنة .



مثال:

كم عدد المولات من Na_2CO_3 في ١٣٢ جم Na_2CO_3 ؟

وما هو وزن الكربون الموجود في المركب ؟

الجواب:

$$132g\ Na_2CO_3 \times \frac{1\ mol\ Na_2CO_3}{106.0g\ Na_2CO_3} = 1.25\ mol\ Na_2CO_3$$

$$1.25\ mol\ Na_2CO_3 \times \frac{1\ mol\ C}{1\ mol\ Na_2CO_3} \times \frac{12.01g\ C}{1\ mol\ C} = 15.01g\ C$$

مثال:

كم عدد ذرات الأكسجين المتواجدة في ٠ر٢٥٠ مول من Na_2CO_3 ؟

الجواب:

$$0.250\ mol\ Na_2CO_3 \times \frac{3\ mol\ O}{1\ mol\ Na_2CO_3} \times \frac{6.02x10^{23}\ atom\ O}{1\ mol\ O} = 4.52x10^{23}\ atom\ O$$

النسب التركيبية :

مثال :

ما هي نسبة الهيدروجين ، والكلور ، الكربون في مركب $CHC1_3$

الجواب :

الوزن الجزئي = ١٢ر٠١ + ١ر٠٠٨ x ٣ + ٣٥ر٤٥ = ١١٩ر٣٧

نسبة C = $\frac{\text{وزن الكربون}}{\text{الوزن الكلي}}$ x ١٠٠ = $\frac{١٢ر٠١}{١١٩ر٣٧}$ x ١٠٠ = C % ١٠ر٠٦

نسبة H = $\frac{١ر٠٠٨}{١١٩ر٣٧}$ x ١٠٠ = H % ٠ر٨٤٤

نسبة C1 = $\frac{١٠٦ر٣٥}{١١٩ر٣٧}$ x ١٠٠ = C1 % ٨٩ر٠٩

نلاحظ أن مجموع نسب جميع العناصر من المركب يجب أن تكون ١٠٠%

الصيغة الأولية الجزئية للمركبات من نسب التركيب:

مثال:

ما هي الصيغة الأولية لمركب مكون من ٤٣ر٧% فسفور (p) و ٥٦ر٣% أكسجين (O) .

الجواب :

نفترض أن مجموع الأوزان تساوى ١٠٠ جم عند ذلك يكون وزن الفسفور = ٤٣ر٧ جم ، ووزن الأكسجين = ٥٦ر٣ جم .

$$43.7g\ p \times \frac{1\ mol\ p}{31.0g\ p} = 1.41\ mol\ p$$

$$56.3g\ O \times \frac{1\ mol\ O}{16.0g\ O} = 3.52 mol\ O$$

$$P_{1.41}\ O_{3.52} = \frac{P_{1.41}}{1.41} \quad \frac{O_{3.52}}{1.41} = PO_{2.5}$$

حيث أن الكسور غير مقبوله في تركيب المركبات لذلك تصبح النسبة P_2O_5

والوزن الجزئي للمركب هو ٢٨٤ و ك ذ تقريباً ، فما هي الصيغة الجزئية للمركب ؟

الجواب:

الوزن الجزئي للصيغة الأولية هو ١٤٢ و ك ذ .

وحيث أن الوزن الجزئي هو ٢٨٤ و ك ذ .

تصبح الصيغة الجزئية هي P_4O_{10} .

الصيغة الأولية من التحليل الكيميائي:

مثال:

عينة من الكحول الايثيلي (يحتوي على كربون، هيدروجين، أكسجين)، عند حرق ٠ر١٠٠ جم منها انتجت ٠ر١٩١٠ جم من ثاني أكسيد الكربون و ٠ر١١٧٢ جم من الماء.

ما هو الصيغة الأولية للكحول الايثيلي ؟

الجواب:

$$0.1910\ g\ CO_2 \times \frac{12.01\ g\ C}{44.01\ g\ CO_2} = 0.05212\ g\ C$$

$$0.1172\ g\ H_2O \times \frac{2.016\ g\ H}{18.02\ g\ H_2O} = 0.01311\ g\ H$$

وزن الأكسجين = $0.100 - (0.05212+0.01311) = 0.0348\ g\ O$

$$0.05212g\ C \times \frac{1\ mol\ C}{12.01\ g\ C} = 0.004340\ mol\ C$$

$$0.0348g\ H \times \frac{1\ mol\ H}{1.01\ g\ H} = 0.0130\ mol\ H$$

$$0.0348g\ O \times \frac{1\ mol\ O}{16.00\ g\ O} = 0.00218\ mol\ O$$

$$C_{0.004340}H_{0.0130}O_{0.00218} = \frac{C}{0.00218}\ \frac{0.004340}{0.00218}\ \frac{H}{0.00218}\ \frac{0.0130}{0.00218}\ \frac{O}{0.00218}\ \frac{0.00218}{0.00218} = C_2H_6O$$

الحاسبات الكيميائية والمحاليل الايونية:

- المولارية.
- المولالية.
- النسبة الوزنية.
- النسبة بالمول.

مثال:

كم ملليلتر من محلول من $Al_2(SO_4)_3$ بتركز ١٥٠ر٠ مولار تلزم لتتفاعل بالكامل مع ٣٠ مللتر من محلول $BaCl_2$ بتركز ٢٠٠ر٠ مولار ؟ وكم وزن $BaSO_4$ المتكون من التفاعل؟

الجواب:

$$3BaCl_2(aq) + Al_2(SO_4)_3(aq) \longrightarrow 3BaSO_4(s) + 2AlCl_3(aq)$$

$$30 \text{ ml sol.} \times \frac{0.200 \text{ mol } BaCl_2}{1000 \text{ ml sol}} = 6.0 \times 10^{-3} \text{ mole } BaCl_2$$

عدد المولات من $BaCl_2$ في المحلول =

$$6.0 \times 10^{-3} \text{ mole } BaCl_2 \times \frac{1 \text{ mol } Al_2(SO_4)_3}{3 \text{ mol } BaCl_2} = 2.0 \times 10^{-3} \text{ mole } Al_2(SO_4)_3$$

عدد المولات اللازمة =

حيث أن التركيز لمحول $Al_2(SO_4)_3$ هو ١٥٠ر٠ مولار

إذن عدد المليتر اللازمة هى **1000 ml Solution**

$$2.0 \times 10^{-3} \text{ mol } Al_2(SO_4)_3 \quad x \quad 0.150 \text{ mol } Al_2(SO_4)_3 \quad = \quad 13.33 \text{ ml} \quad =$$

$$6.00 \times 10^{-3} \text{ mole } BaCl_2 \quad X \quad \frac{3 \text{ mol } BaSO_4}{3 \text{ mol } BaCl_2} \quad X \quad \frac{233.4g \text{ } BaSO_4}{1 \text{ mol } BaSO_4} \quad = \quad 1.40g \quad = \quad \text{وزن } BaSO_4$$

مثال:

عينة من دواء يحتوي على الاسبرين ($HC_9H_7O_4$) تم معاير ا مع محول NaOH احتاج ٥٠٠ جم من عينة من الدواء للمعايرة مع ٢١ر٥٠ مل من ١٠٠ر٠ مولار NaOH . ما هي نسبة الاسبرين في العينة ؟

الجواب:

$$HC_9H_7O_4 + NaOH \longrightarrow NaC_9H_7O_4 + H_2O$$

$$21.50 \text{ ml NaOH Sol} \quad X \quad \frac{0.100 \text{ mol NaOH}}{1000 \text{ ml NaOH Sol}} \quad X \quad \frac{1 \text{ mol } HC_9H_7O_4}{1 \text{ mol NaOH}}$$

$$X \quad \frac{180.2g \text{ } HC_9H_7O_4}{1 \text{ mol } HC_9H_7O_4} \quad = \quad 0.387g \text{ } C_9H_7O_4$$

$$\frac{0.387g \text{ } HC_9H_7O_4}{0.500g \text{ sample}} \quad X \quad 100 \quad = \quad 77.4\% \quad = \quad \text{إذن نسبة الاسبرين في العينة}$$

المادة الحادة للتفاعل:

مثال:

يحترق الاثيلين في الهواء ليكون ثاني أكسيد الكربون والماء حسب المعادلة :

$$C_2H_4 + 3O_2 \longrightarrow 2\ CO_2 + 2\ H_2O$$

كم من غاز ثاني أكسيد الكربون سيتكون عند خلط ١٫٩٣ جم من الاثيلين مع ٥٫٩٢ جم من الأكسجين؟

الجواب:

تعامل مع عدد المولات المتفاعلة

$$1.93\ g\ C_2H_4 \quad X \quad \frac{1\ mol\ C_2H_4}{28.0\ g\ C_2H_4} = \quad 0.0689\ mol\ C_2H_4$$

$$5.92\ g\ O_2 \quad X \quad \frac{1\ mol\ O_2}{32.0\ g\ O_2} = \quad 0.185\ mol\ O_2$$

لكي يتم التفاعل حسب المعادلة فإنه يلزم أن يكون هناك ٣ مول من الأكسجين لكل مول من الاثيلين .

إذن

$$0.0689\ mol\ C_2\ H_4 \quad X \quad \frac{3\ mol\ O_2}{1\ mol\ C_2\ H_4} = \quad 0.207\ mol\ O_2$$

وهذا أكثر مما هو موجود في التفاعل مما يبين أن الأكسجين هو المادة الحادة للتفاعل .

$$0.185\ mol\ O_2 \quad X \quad \frac{1\ mol\ C_2\ H_4}{3\ mol\ O_2} = \quad 0.0617\ mol\ C_2\ H_4$$

إذن يلزم للتفاعل ٠٫٠٦١٧ مول ويبقى ٠٫٠٠٧٢ مول من الاثيلين الذي يعادل ٠٫٢٠١٦ جم اثيلين.

النتاج النظري ، والنتاج الحقيقي ، ونسبة النتاج

Theoretical yield, actual yield, Percent yield

$$\text{\% yield} = \frac{\text{actual yield}}{\text{Theoretical yield}} \times 100$$

مثال :

يتفاعل البـ ين (C_6H_6) مع البرومين (Br_2) حسب المعادلة التالية:

$$C_6H_6 + Br_2 \longrightarrow C_6H_5Br + HBr$$

ماهي الكمية من C_6H_5Br التي يمكن انتاجها من ١٥ر٠ جم من البـ ين ، وإذا كان النتاج الحقيقي من هذا التفاعل هو ٢٢ر٠ جم ، فما هي نسبة النتاج؟

الجواب:

$$15.0\ g\ C_6H_6 \times \frac{1\ mol\ C_6H_6}{78.12g\ C_6H_6} \times \frac{1\ mol\ C_6H_5Br}{1\ mol\ C_6H_6} \times \frac{157.01\ g\ C_6H_5Br}{1\ mol\ C_6H_5Br} = 30.15g\ C_6H_5Br$$

$$\text{\% yield} = \frac{22.0g\ C_6H_5Br}{30.15g\ C_6H_5Br} \times 100 = 73.0\ \%$$