المعادلات الكيميائية (Chemical Equation)

تمثل المعادلة الكيميائية التغيرات التي تحصـــل اثناء التفاعل الكيميائي. وتعطي المعادلة الكيميائية الموزونة المعلومات الكافية لإجراء الحسابات الكمية للمواد المتفاعلة والمواد الناتجة.

Reactions ⟶ Products

المتفاعلات النواتج

والمعادلة الموزونة هي تلك التي يوجد في كل من طرفيها العدد نفسه من الذرات لكل عنصر.

موازنة المعادلة الكيميائية (Balancing of Chemical Equation)

هناك طرق عديدة لوزن المعادلات. والطريقة الابسـط التي سـنسـتعملها تعتمد على إيجاد معاملات المواد الكيميائية بطريقة التجربة التي قد نخطأ فيها فنكررها حتى نصـــل الى الوزن الصـــحيح. ولوزن المعادلة نكتب صـــيغ المواد المتفاعلة والمواد الناتجة بشـــكل صـــحيح ثم نبدأ بتغيير المعاملات الى يســـار الصـــيغ حتى نحصـــل على المعادلة الموزونة. وربما من الاســـهل ان نبدأ بتغيير معاملات المواد الابســـط ومعاملات العناصـر التي تظهر مرة واحدة في المعادلة وان تؤجل وزن الصـيغ المعقدة الى النهاية. وأيضـا من الأفضـل ان نترك وزن الاوكســجين والهيدروجين حتى الخطوة الأخيرة. وأحيانا تظهر بعض العناصـر كجزء من مجموعة ايونية مثل (PO_4^{-3}, SO_4^{-2}, ...) وفي هذه الحالة اذا ظهرت المجموعة في طرفي المعادلة فأنها تعتبر وحدة واحدة.

مثال/ وزن المعادلة التالية: -

$$C_6H_{12}O_6 + O_2 \longrightarrow CO_2 + H_2O$$

الحل: -

نلاحظ ان الكاربون يظهر مرة واحدة في كل طرف من طرفي المعادلة لذلك نبدأ به. ونلاحظ أيضـــا ان أكثر الصـــيغ تعقيدا هي صـــيغة الغلوكوز ($C_6H_{12}O_6$) لذلك نعطيها معامل (1) [أي نتركها للنهاية] ولوزن الكاربون نضع معامل (6) الى يسار (CO_2).

$$C_6H_{12}O_6 + O_2 \longrightarrow 6CO_2 + H_2O$$

والان نوازن عنصر الهيدروجين ويكفي ان نضع معامل (6) الى يسار (H_2O)

$$C_6H_{12}O_6 + O_2 \longrightarrow 6CO_2 + 6H_2O$$

وأخيرا بقي عنصر الاوكسجين الذي يظهر في كل المواد وهنا يكفي ان نضع معامل (6) الى يسار (O_2) لنصل الى المعادلة الموزونة: -

$$C_6H_{12}O_6 + 6O_2 \longrightarrow 6CO_2 + 6H_2O$$

وبعد الانتهاء من وزن المعادلة يجب التأكد من وزنها بأن نحسب عدد ذرات كل عنصر في كل طرف من المعادلة.

ملاحظة: -

ان تفاعل الاحتراق (التفاعل مع الاوكسجين) لأي مركب عضوي يحتوي الكاربون والهيدروجين أو الكاربون والهيدروجين والاوكسجين فأنه ينتج عنه ($CO_2 + H_2O$)

Ex-2/ Balance this equation: -

$$C_2H_5OH_{(\mathscr{L})} + O_{2\,(g)} \longrightarrow CO_{2\,(g)} + H_2O_{(g)}$$

Sol.

تبين المعادلة الكيميائية حالات المواد سائل ($\mathscr{L}$)، صلب (s)، غاز (g)، ومحلول مائي (aq) واعداد المولات للمواد المتفاعلة والناتجة.

١- نوزن ذرات الكاربون

$$C_2H_5OH_{(\mathscr{L})} + O_{2\,(g)} \longrightarrow 2CO_{2\,(g)} + H_2O_{(g)}$$

٢- نوزن ذرات الهيدروجين

$$C_2H_5OH_{(\mathscr{L})} + O_{2\,(g)} \longrightarrow 2CO_{2\,(g)} + 3H_2O_{(g)}$$

٣- نوزن ذرات الاوكسجين

$$C_2H_5OH_{(\mathscr{L})} + 3O_{2\,(g)} \longrightarrow 2CO_{2\,(g)} + 3H_2O_{(g)}$$

Exercise/ balance the following equation

$$(NH_4)_2Cr_2O_{3\,(S)} \longrightarrow Cr_2O_{3\,(S)} + N_{2\,(g)} + H_2O_{(g)}$$

التفاعلات الكيميائية وانواعها: -

يحدث التفاعل الكيميائي بين المواد التي تخلط مع بعضها (المواد المتفاعلة) وعند توافر ظروف معينة تختفي هذه المواد وتتكون مواد جديدة تسمى بالمواد الناتجة.

وتقسم التفاعلات الكيميائية حسب اتجاه التفاعل الى قسمين هما: -

١- تفاعلات غير انعكاسية (غير عكسية) او (ذات اتجاه واحد $\longrightarrow$)

٢- تفاعلات انعكاسية (عكسية) او (ذات اتجاهين $\rightleftharpoons$)

التفـاعلات غير العكســـيـة والتفـاعلات العكســـيـة (Irreversible and Reversible Reactions)

ا- التفاعلات غير العكسية (Irreversible Reactions): -

هو تفاعل يحدث باتجاه واحد فقط وهو اتجاه المواد الناتجة حيث تتفاعل فيه المواد المتفاعلة تفاعلا كليا عند ظروف معينة وتختفي هذه المواد وتتكون مواد جديدة تسمى بالمواد الناتجة حيث لا يكون لهذه المواد الناتجة – عند ظروف التفاعل- القدرة على ان تتفاعل مع بعضـــها (او تتحلل) لتكوين المواد الاصـلية (المواد المتفاعلة) ويرمز لهذه التفاعلات بسـهم ذو اتجاه واحد (⟶) يشير رأسه الى المواد الناتجة.

امثلة عن التفاعلات غير العكسية

1- $CH_{4\,(g)} + 2O_{2\,(g)} \longrightarrow CO_{2\,(g)} + 2H_2O_{(g)}$

ففي هذه الحالة ســوف يتفاعل الميثان (CH_4) كليا وفي نفس الوقت لا يحدث تفاعل بين (CO_2) و (H_2O) لإنتاج المواد المتفاعلة.

2- $C_{(g)} + O_{2\,(g)} \longrightarrow CO_{2\,(g)}$

3- $AgNO_{3\,(aq)} + NaCl_{(aq)} \longrightarrow AgCl_{(s)} + NaNO_{3\,(aq)}$

4- $NaOH_{(aq)} + HCl_{(aq)} \longrightarrow NaCl_{(aq)} + H_2O_{(\ell)}$

- **ملاحظات: -**

التفاعل غير العكسي يمتاز بحدوث استهلاك تام لكامل تراكيز المواد المتفاعلة وتحويلها الى نواتج إذا خلطت بتراكيز مناسبة.

ولكن يجدر الانتباه الى ان معظم التفاعلات الكيميائية التي تصـنف على انها غير عكسـية لا يحدث فيها ذلك بصورة تامة حتى لو كان ثابت التفكك لها عالي. وقد صنفت بانها غير عكسية بسبب تفاعل معظم المواد المتفاعلة ولم يتبقى منها (أي من المواد المتفاعلة) الا كمية قليلة (ضـئيلة جدا) يصعب تقديرها مقارنة بالتراكيز المستهلكة منها.

ب- التفاعلات العكسية (Reversible Reactions): -

هي تلك التفاعلات التي تتم، عندما يكون للمواد الناتجة – عند ظروف التفاعل نفسـها- المقدرة على ان تتفاعل مع بعضـــها (او تتحلل) لتكوين المواد الاصـــلية (المتفاعلة) مرة أخرى، أي ان التفاعل يسير باتجاهين (امامي وخلفي) ويرمز لهذه التفاعلات بسهمين لهما راسين متضادين ($\rightleftharpoons$) ومن الأمثلة على هذا النوع من التفاعلات الانعكاسية: -

1- $N_{2\,(g)} + 3H_{2\,(g)} \rightleftharpoons 2NH_{3\,(g)}$

2- $CaCO_{3\,(s)} \rightleftharpoons CaO_{(g)} + CO_{2\,(g)}$

3- $H_{2\,(g)} + Br_{2\,(g)} \rightleftharpoons 2\,HBr_{(g)}$

فاذا اخذنا على سبيل المثال التفاعل الأول: -

- طريقة هابر (Haber) لتصنيع غاز النشادر NH_3 (الامونيا)

$$N_{2\,(g)} + 3H_{2\,(g)} \rightleftharpoons 2NH_{3\,(g)}$$

يعتبر هذا التفاعل مهم جدا من الناحية الصـناعية حيث يسـتفاد من غاز الامونيا لتحويله الى حمض النتريك (HNO_3) ومن ثم الى نترات الامونيوم (NH_4NO_3) المســتخدمة في تصــنيع المتفجرات الخطرة وكذلك مخصبات الأرض للزراعة.

يتفاعل غاز النتروجين (N_2) مع غاز الهيدروجين (H_2) عند ظروف مناســبة لتكوين غاز النشــادر (NH_3) ويسمى هذا التفاعل بالتفاعل الامامي طبقا للمعادلة التالية: -

$$N_{2\,(g)} + 3H_{2\,(g)} \longrightarrow 2NH_{3\,(g)}$$

ولكن عند ظروف التفاعل نفســها نجد ان النشــادر المتكونة لديها المقدرة على التفكك لتعطي غازي النتروجين والهيدروجين (المواد المتفاعلة) مرة أخرى طبقا للمعادلة: -

$$2NH_{3\,(g)} \longrightarrow N_{2\,(g)} + 3H_{2\,(g)}$$

ويســـمى هذا الاتجاه بالتفاعل الخلفي (Backward Reaction) ويقال حينها بأن هذا التفاعل تفاعل انعكاسي او تفاعل عكسي (Reversible Reactions) ويمكن كتابة المعادلة الكلية للتفاعل بين غازي النتروجين والهيدروجين على الصورة التالية: -

$$N_{2\,(g)} + 3H_{2\,(g)} \rightleftharpoons 2NH_{3\,(g)}$$

والسهم المزدوج يدل على إمكانية قراءة المعادلة بالاتجاهين (الاتجاه الامامي او الاتجاه الخلفي)

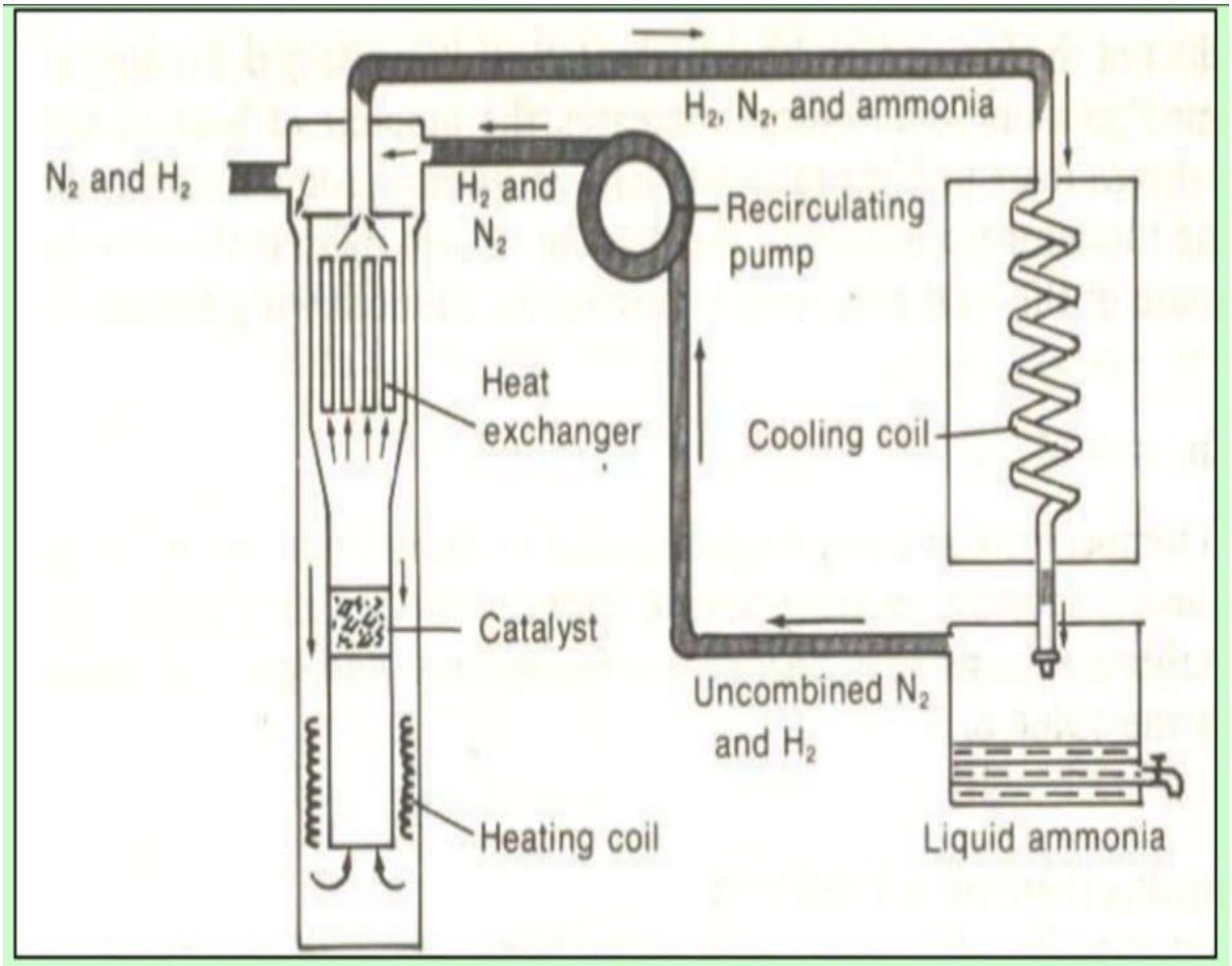

Fig. 3 : A simplified representation of the Haber process for synthesizing ammonia

وعند الاتزان سـيحتوي وسـط التفاعل على كميات ثابتة من المواد المتفاعلة (N_2، H_2) والمواد الناتجة (NH_3).

ويمكن توضيح ما حدث في التفاعل السابق على النحو التالي: -

١- عند خلط غازي النتروجين والهيدروجين –عند ظروف قياسـية- بهدف تفاعلهما وتكوين غاز النشـادر، تكون تراكيز غازي النتروجين والهيدروجين – في البداية - أكبر ما يكون وكذلك سرعة تفاعلهما تكون أكبر ما يمكن (سرعة التفاعل الامامي).

٢- مع مرور الوقت تتناقص تركيزات كل من غازي النتروجين والهيدروجين وتتناقص سرعة تفاعلهما وفي نفس الوقت تتكون النشادر ويزداد تركيزها.

٣- عند ظروف التفاعل نفسها تتفكك النشادر (الناتجة) لتكوين غازي النتروجين والهيدروجين (المواد المتفاعلة) ويسمى هذا التفاعل (التفاعل الخلفي) ونتيجة زيادة تكون النشادر يزداد تركيزها فيؤدي ذلك الى زيادة سرعة التفاعل الخلفي.

وهكذا فان سرعة التفاعل الامامي (اتجاه تكوين النشادر) تتناقص، بينما تزداد سرعة التفاعل الخلفي (اتجاه تفكك النشادر المتكونة) حتى يصل التفاعلان الامامي والخلفي في لحظة معينة الى سرعة متساوية وتسمى هذه الحالة من التفاعل (حالة الاتزان الكيميائي) وهي حالة ديناميكية (حركية) نشطة وليست ستاتيك (ساكنة) حيث عندها يسير التفاعل في الاتجاهين الامامي والخلفي بالمقدرة والسرعة نفسها (أي ان معدل التكوين يساوي معدل التفكك).