الكيمياء التحليلية (1)
Analytical Chemistry (1)

الوحدة الثانية

تعنى الكيمياء التحليلية بالتعرُّف على هوية العناصر والمركبات الكيميائية الداخلة في تركيب المادة وتقدير كمياتها ، وهي تعدُّ كأحد فروع الكيمياء التي لا غنى عنها في معظم المجالات مثل مجالات الطب والصناعة والزراعة وتلوث البيئة وتكنولوجيا الأغذية وغيرها .

ومن خلال هذه الوحدة سنحاول تسليط الضوء على بعض المفاهيم والمبادئ الأساسية الكيميائية مثل المول والكتلة والتفاعلات والمعادلات الكيميائية ، وقوانين الاتحاد الكيميائي مثل قانون النسب المتضاعفة وقانون بقاء الكتلة . وسنتناول هذه الوحدة أيضاً كيفية وزن المعادلات البسيطة والمعقدة وأنواع التفاعلات الكيميائية والعلاقة بين المول والكتلة وعدد افوجادرو وكيفية إجراء الحسابات الرياضية لتلك المفاهيم.

الكيمياء التحليلية (1)
Analytical Chemistry (1)

الفصل الثالث :
التفاعلات الكيميائية
والمعادلات الكيميائية

التفاعلات الكيميائية
معادلة كيميائية
وزن معادلة كيميائية
قانون حفظ الكتلة
قانون النسب المتضاغفة
تفاعل تفكك
تفاعل تكوين
تفاعل احلال بسيط
تفاعل احلال مزدوج
تفاعل تعادل
تفاعل ترسيب
تفاعل أكسدة واختزال
تفاعل احتراق

الفصل الرابع :

الحسابات المولية

الحجم
الكتلة
الكثافة
الحجم المولي للغازات
تركيز المحاليل
المولارية
المولالية
الجزء من المليون
التركيز المئوي الحجمي
التركيز المئوي الكتلي

الفصل الثالث: التفاعلات الكيميائية والمعادلة الكيميائية

Chemical Reactions & Equations

سأتعلّم :
- مفهوم التفاعل الكيميائي .

3-1التفاعلات الكيميائية Chemical Reactions

يمكنك الرجوع إلى كتاب العلوم للصف الخامس ، حيث تم ذكر موضوع التفاعلات الكيميائية في الوحدة الثانية وبالتحديد في الصفحات أرقام (119-128) ، كما يمكنك الرجوع إلى كتاب العلوم للصف العاشر في الوحدة الثانية – الفصل الخامس- وبالتحديد في الصفحة رقم 131 .

التفاعل الكيميائي

وخلاصة القول ، فإن التفاعل الكيميائي يتضمن ما يلي :

1. تغير في توزيع الذرات وترتيبها .
2. تكوين روابط جديدة .
3. إنتاج مواد جديدة تختلف صفاتها عن صفات المواد المتفاعلة .
4. انطلاق أو امتصاص حرارة في معظم التفاعلات .

$$A + B + heat \rightarrow C + D$$ (ماص للحرارة)

$$A + B \rightarrow C + D + heat$$ (طارد للحرارة)

5. مساواة كتل المواد المتفاعلة والمواد الناتجة (قانون حفظ الكتلة) .

وهناك أدلة على حدوث التفاعل الكيميائي على الرغم أن بعضها يصعب اكتشافها ، ومن تلك الأدلة ما يلي :

1. تغير اللون
2. تصاعد غاز
3. تكوين راسب
4. حدوث تغير في الطاقة الحرارية أو الضوئية .

3-2 المعادلات الكيميائية Chemical equation

سأتعلّم :
- مفهوم المعادلة الكيميائية .
- ترجمة بعض التفاعلات الكيميائية إلى معادلة كيميائية رمزية .

يمكنك الرجوع إلى كتاب العلوم للصف العاشر ، حيث تم ذكر موضوع المعادلات الكيميائية في الوحدة الثانية – الفصل الخامس- وبالتحديد في صفحات (136-137) .

وتدل المعادلة الكيميائية على الحالة الفيزيائية للمواد المشتركة في التفاعل ، حيث يرمز للمادة في الحالة الصلبة بالحرف (s) وهي اختصار لكلمة Solid ، والمادة السائلة بالحرف (l) وهي اختصار لكلمة Liquid، أما المادة في الحالة الغازية يرمز لها بالحرف (g) وهي اختصار لكلمة gas ، وفي حالة المحلول يشار إليه بالحرفين (aq) وهما اختصار لكلمة aqueous .

شروط كتابة المعادلة الكيميائية :

لكتابة المعادلة الكيميائية بشكل صحيح ، والتي يمكن من خلالها فهم كيف حدث التفاعل الكيميائي ، يجب مراعاة عدد من الشروط والأسس عند كتابة المعادلات الكيميائية ، وهي :

1- كتابة الرموز والصيغ الكيميائية للمواد المتفاعلة في الطرف الأيسر من التفاعل والرموز والصيغ الكيميائية للمواد الناتجة من التفاعل في الطرف الأيمن ، ويرسم بينهما سهم يشير إلى اتجاه سير التفاعل كالتالي :

$$A + B \rightarrow C + D$$

مواد متفاعلة السهم مواد ناتجة

2- يجب أن تحتوي المعادلة على الرموز والصيغ الكيميائية الصحيحة للمواد المتفاعلة وللمواد الناتجة.

مثال : تفاعل حمض الهيدروكلوريك (HCl) مع نترات الفضة ($AgNO_3$) كما مبين في المعادلة التالية :

$$AgNO_3 + HCl \rightarrow AgCl + HNO_3$$

3- تكتب عدد من الرموز للدلالة على تكون راسب أو تصاعد غاز ، كما هو موضح في في الجدول التالي :

الرمز	الدلالة	الموضع
↑	تصاعد مادة غازية	يوضع على يمين المركب
↓	تكون راسب	يوضع على يمين المركب
Δ	التفاعل بحاجة إلى تسخين (وينطق دلتا)	فوق السهم

4.معرفة الظروف التي يتم فيها التفاعل مثل الضغط والحرارة وغيرها

5. مساواة عدد ذرات كل عنصر في طرفي المعادلة (وزن المعادلة) :

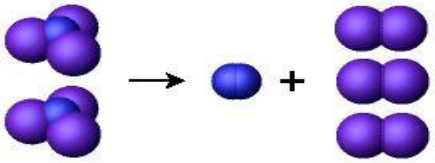
حيث إن المعادلة الكيميائية تتضمن أرقامًا تسبق الرموز والصيغ الكيميائية وتدل على أعداد ذرات أو جزيئات المواد الداخلة في التفاعل والمواد الناتجة منه ، بمعنى أنها تساعدنا على تحديد العلاقات الكمية بين المواد المشتركة في التفاعل ، وهذا لا يتم إلا عن طريق وزن المعادلات بحيث يكون طرف كل معادلة متساوٍ في عدد ذرات كل عنصر .

3-3 وزن المعادلات الكيميائية Balancing Chemical Equations

سأتعلّم :
- التعّرف على خطوات وزن المعادلة الكيميائية .
- وزن معادلات كيميائية بسيطة ومعقدة .

يعتبر وزن المعادلات الكيميائية من أهم أسس كتابة المعادلة الكيميائية بطريقة صحيحة ، ويجب فيها مراعاة أن يكون عدد ذرات كل عنصر متساوٍ في كل طرف من أطراف المعادلة ، كما هو موضح في الشكل المقابل ، ويتم ذلك من خلال تعديل كميات المواد المتفاعلة reactants والناتجة products ، لتصبح أعداد الذرات وأنواعها هي نفسها في طرفي المعادلة ، وتسمى هذه العملية **" بعملية وزن المعادلة الكيميائية "** وتتم عملية الوزن بإضافة معامل رقمي يعادل الكميات المطلوبة .

$$2NI_3 \rightarrow N_2 + 3I_2$$



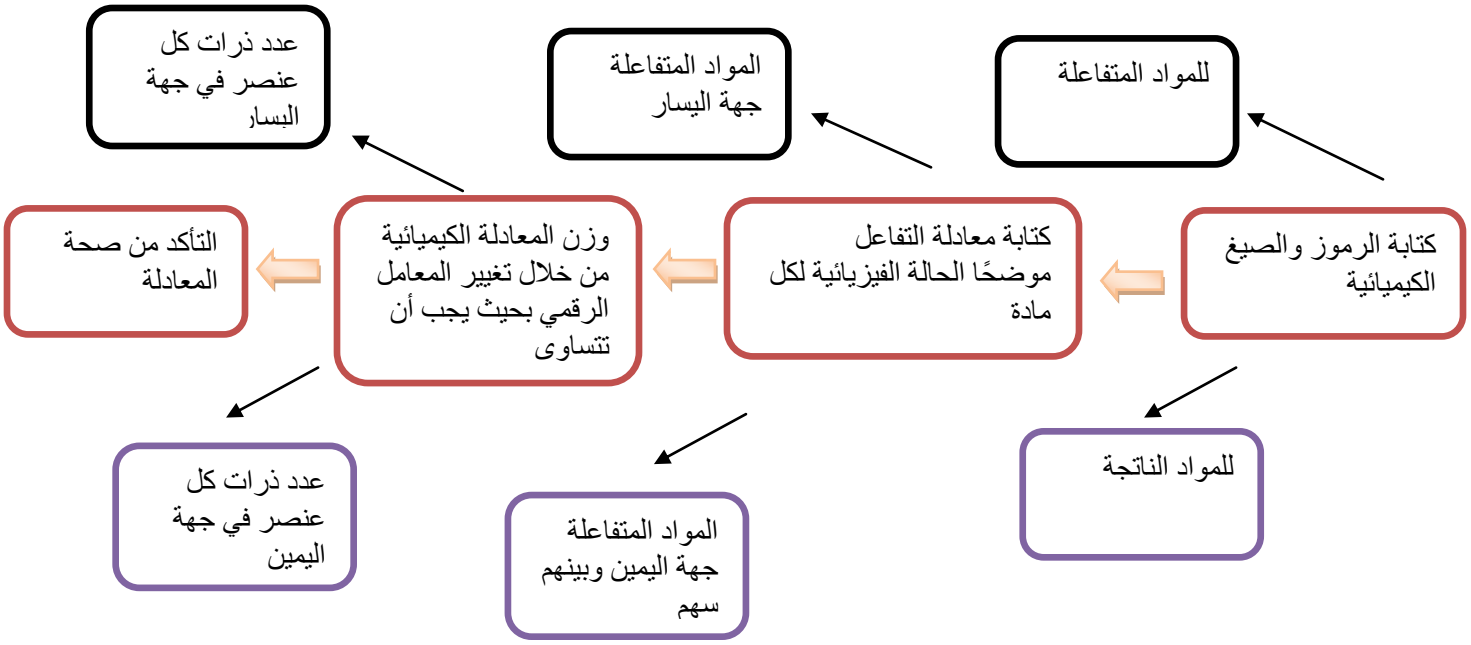
وزن المعادلة الكيميائية

وجدير بالذكر أن هذا المعامل الرقمي يضاف على يسار (أي قبل) الرموز والصيغ الكيميائية للمواد المتفاعلة والناتجة من التفاعل . ويجب أن تكون المعاملات الرقمية أعدادًا صحيحة (1 ، 2 ، 3 ، .....) ، ويفضل عدم كتابة المعامل الرقمي إذا كان قيمته واحد .

ويمكن توضيح خطوات وزن المعادلات الكيميائية من خلال التفاعل الكيميائي بين الهيدروجين (H2) والكلور (Cl2) لإنتاج كلوريد الهيدروجين (HCl) كما في الجدول التالي :

الخطوات	العملية	مثال : تفاعل الهيدروجين والكلور لتكوين كلوريد الهيدروجين
1	كتابة الصيغ الكيميائية للمواد المتفاعلة	H_2 + Cl_2 2 ذرة هيدروجين 2 ذرة كلور
2	كتابة الصيغ الكيميائية للمواد الناتجة	HCl ذرة هيدروجين وذرة كلور
3	كتابة معادلة التفاعل موضحًا الحالة الفيزيائية لكل مادة	$H_{2(g)}$ + $Cl_{2(g)}$ → $HCl_{(g)}$ 2 ذرة هيدروجين 2 ذرة كلور ذرة هيدروجين وذرة كلور
4	وزن المعادلة : نجد من خلال معادلة التفاعل في الخطوة رقم (3) أن عدد ذرات الهيدروجين والكلور غير متساوٍ على طرفي المعادلة ، بالتالي تكون المعادلة غير موزونة ، وحتى نجعل المعادلة موزونة نقوم بإضافة معامل رقمي يجعل كميات المواد متساوية على الطرفين ، وذلك من خلال ضرب كلوريد الهيدروجين في المعامل الرقمي (2) .	$H_{2(g)}$ + $Cl_{2(g)}$ → $2HCl_{(g)}$ 2 ذرة هيدروجين 2 ذرة كلور 2ذرة هيدروجين و2 ذرة كلور نلاحظ وجود 2 ذرة هيدروجين و2 ذرة كلور في كلٍّ من طرفي المعادلة

والمخطط التالي يساعدك في كيفية وزن المعادلة الكيميائية :



مثال (2) :

يتفاعل غاز الهيدروجين مع غاز الأكسجين لتكوين مركب الماء ، اكتب معادلة التفاعل موزونة .

الحل:

1. تكتب الصيغ الكيميائية للمواد المتفاعلة : غاز الهيدروجين (H_2) ، وغاز الأكسجين (O_2)
2. تكتب الصيغ الكيميائية للمواد الناتجة: (H_2O) .
3. تكتب المعادلة على النحو التالي:

$$\underbrace{H_2 + O_2}_{\text{المتفاعلات}} \longrightarrow \underbrace{H_2O}_{\text{النواتج}}$$

4. نقوم بوزن المعادلة :

بما أن عدد ذرات الهيدروجين متساو على طرفي المعادلة، لكن عدد ذرات الأكسجين غير متساوٍ، بالتالي تكون المعادلة غير موزونة ، ولكي نجعل المعادلة موزونة نقوم بإضافة معامل رقمي يجعل كميات المواد متساوية على الطرفين ، وذلك من خلال ضرب جزيء الماء في المعامل الرقمي (2)، وحتى لا يختل توازن عدد ذرات الهيدروجين ، نضيف نفس المعامل الرقمي إلى جزيء غاز الهيدروجين .

معامل الوزن

$$\underbrace{2H_2 + O_2}_{\text{المتفاعلات}} \longrightarrow \underbrace{2H_2O}_{\text{النواتج}}$$

مثال (3):

يتفاعل محلول يوديد البوتاسيوم مع محلول نترات الرصاص وينتج يوديد الرصاص الصلب ومحلول نترات البوتاسيوم ، اكتب معادلة التفاعل موزونة .

الحل:

1.نكتب الصيغ الكيميائية للمواد المتفاعلة والمواد الناتجة :

المواد المتفاعلة : $Pb(NO_3)_{2(aq)} + KI_{(aq)}$

المواد الناتجة : $PbI_{2(s)} + KNO_{3(aq)}$

2.نكتب المعادلة :

$$Pb(NO_3)_{2(aq)} + KI_{(aq)} \longrightarrow PbI_{2(s)} + KNO_{3(aq)}$$

3.نزن المعادلة بإضافة المعامل المناسب ، حتى تتساوى أعداد ذرات كل عنصر على طرفي المعادلة :

$$Pb(NO_3)_{2(aq)} + 2KI_{(aq)} \longrightarrow PbI_{2(s)} + 2KNO_{3(aq)}$$

مثال (4):

يتفاعل محلول هيدروكسيد الماغنيسيوم مع محلول حمض الفوسفوريك المائي لتكوين فوسفات الماغنيسيوم الصلبة والماء . اكتب معادلة كيميائية موزونة تمثل هذا التفاعل ؟

الحل:

$$2H_3PO_{4(aq)} + 3Mg(OH)_{2(aq)} \longrightarrow Mg_3(PO_4)_{2(s)} + 6H_2O_{(l)}$$

3-4 قوانين التفاعل الكيميائي Chemical Reactions Laws

سأتعلّم :

- التعّرف على قوانين التفاعل الكيميائي .

تم ذكر هذا الموضوع في كتاب العلوم للصف التاسع في الوحدة الثانية – الفصل الرابع – وبالتحديد في صفحات (91-94) ، فيمكنك الرجوع إليه .

5-3 أنواع التفاعلات الكيميائية Types of chemical reaction

سأتعلّم :
- تعرُّف أنواع التفاعلات الكيميائية (التكوين – التفكك – الإحلال البسيط – الإحلال المزدوج – التعادل – الترسيب – الأكسدة والاختزال - الاحتراق) .

يمكنك الرجوع إلى كتاب العلوم للصف العاشر، حيث تم ذكر الموضوع في الوحدة الثانية – الفصل الخامس – وبالتحديد في الصفحات (138 – 143) .

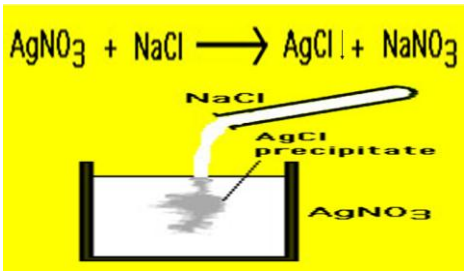
وسوف نكتفي هنا بذكر التفاعلات التي لم يتم التطرق إليها في مناهج العلوم ، وهي تفاعلات الترسيب وتفاعلات الأكسدة والاختزال وتفاعلات الاحتراق .

أولا : تفاعلات الترسيب Precipitation reactions :

تحدث هذه التفاعلات بين المركبات بوجود الوسط المائي ، ويتكون مركبان أحدهما لا يذوب أو شحيح الذوبان والآخر يترسب

مثال :

تكوّن راسب كلوريد الفضة عند إضافة كلوريد الصوديوم إلى محلول نترات الفضة



$$AgNO_{3(aq)} + NaCl_{(aq)} \rightarrow AgCl_{(s)} + NaNO_{3(aq)}$$

ثانيًا : تفاعلات التأكسد والاختزال Oxidation and reduction reactions :

يحدث فيها فقد أو كسب إلكترونات .

مثال :

تفاعل الصوديوم مع الكلور لتكوين كلوريد الصوديوم :

$$2Na_{(s)} + Cl_{2(g)} \longrightarrow 2NaCl_{(s)}$$

يمكن تقسيم هذا التفاعل إلى خطوتين :

- الخطوة الأولى : $2Na \longrightarrow 2Na^{+} + 2e^{-}$ (e^{-} تعني إلكترون)

نلاحظ أن ذرة الصوديوم فقدت إلكترونًا وتحولت إلى أيون صوديوم موجب Na^{+} وبالتالي فإن الصوديوم قد تأكسد .

- الخطوة الثانية : $Cl_{2(g)} + 2e^{-} \longrightarrow 2Cl^{-}$

نلاحظ أن كل ذرة كلور اكتسبت إلكترونًا وتحولت إلى أيون كلوريد سالب Cl^{-} ، وبالتالي فإن الكلور قد اختزل .

ثالثًا : تفاعلات الاحتراق Combustion Reactions :

يعتبر احتراق الوقود بجميع أنواعه من أكبر الأمثلة على تفاعلات الاحتراق ؛ فمثلا يحترق غاز الميثان بوجود الأكسجين لينتج غاز ثاني أكسيد الكربون وبخار الماء وطاقة حرارية ،كما يلي :

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

أسئلة الفصل الثالث

السؤال الأول: اختر البديل الصحيح لكلٍّ من المفردات التالية :

1.عند تفاعل قطعة من الصوديوم مع الماء يتصاعد غاز الهيدروجين وينتج :

أ.كلوريد الصوديوم　　ب.هيدروكسيد الصوديوم

ج.أكسيد الصوديوم　　د.فوق أكسيد الصوديوم

2.يحل عنصر الماغنيسيوم محل عنصر الذهب في محاليل أملاحه لأنه :

أ.ثنائي التكافؤ　　ب.له نشاط كيميائي أكبر

ج.له نشاط كيميائي قليل　　د.كتلته الذرية كبيرة

3.عند تفاعل محلول حمض الهيدروكلوريك مع محلول نترات الفضة يتكون راسب من :

أ.كبريتات الفضة　　ب.كربونات الفضة

ج.هيدروكسيد الفضة　　د.كلوريد الفضة

السؤال الثاني : أجب عن الأسئلة التالية :

1- أي التغيرات التالية يعبر عن حدوث تفاعل كيميائي ، فسِّر أجابتك

- تحول الماء من الحالة السائلة إلى الحالة الغازية .
- احتراق الخبز .
- ذوبان السكر في الماء .
- تساقط أوراق الشجر .
- نفخ إطارات السيارات .

2- ما مؤشرات حدوث تفاعل كيميائي في التفاعلات التي توضحها الصور التالية :

3.يحترق غاز الميثان بوجود أكسجين الهواء الجوي لينتج بخار الماء وغاز ثاني أكسيد الكربون ، كما في المعادلة الآتية :

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

في ضوء ذلك أجب عما يأتي:

- هل التفاعل مصحوب بتغير حراري؟
- هل المعادلة موزونة؟وضِّح ذلك .
- في حال أن المعادلة لم تكن موزونة وضِّح كيف يمكنك وزنها .
- هل تحقق المعادلة التالية قانون حفظ الكتلة؟ فسِّر .

4.ادرس التفاعلات الآتية بدقة، ثم أجب عن الأسئلة التي تلي الجدول :

(1) $Na_2CO_{3(s)} \rightarrow Na_2O(s) + CO_{2(g)}$	(2) $Pb_{(s)} + O_{2(g)} \rightarrow PbO_{2(g)}$	(3) $CH_{4(g)} + 2\ O_{2(g)} \rightarrow CO_{2(g)} + 2\ H_2O_{(g)}$
(4) $2\ Fe_{(s)} + 6\ NaBr_{(s)} \rightarrow 2\ FeBr_{3(s)} + 6\ Na_{(s)}$	(5) $2\ H_2O_{(l)} \rightarrow 2\ H_{2(g)} + O_{2(g)}$	(6) $Cl_{2(g)} + 2KBr_{(aq)} \rightarrow 2KCl_{(aq)} + Br_{2(l)}$
(7) $Pb(NO_3)_{2(s)} + 2\ KI_{(s)} \rightarrow PbI_{2(s)} + 2\ KNO_{3(s)}$	(8) $8\ Fe_{(s)} + S_{8(s)} \rightarrow 8FeS_{(s)}$	(9) $CaO_{(s)} + H_2O_{(l)} \rightarrow Ca(OH)_{2(s)}$

- أكمل العبارات التالية بوضع أرقام التفاعلات المناسبة للإجابة عن الأسئلة:

أ- أي هذه التفاعلات تصنف كتفاعلات اتحاد مباشر؟.....

ب- أي هذه التفاعلات تصنف كتفاعلات إحلال ؟.....

ج- أي هذه التفاعلات تصنف على أنها تفاعلات تفكك؟.....

د- أي هذه التفاعلات ينتج عنها تصاعد غازات؟.....

5.أكمل الجدول التالي :

التفاعل الكيميائي	معادلة كيميائية رمزية موزونة	نوع التفاعل
تسخين كربونات فلز هيدروجينية		
ماء + أكسيد فلز		
فلز نشط كيميائي + حمض		
فلز + لا فلز		

6.اختر معادلة كيميائية تمثل إحلالاً مزدوجًا ، ووضِّح أن هذا التفاعل يصلح أن يكون من تفاعلات التأكسد والاختزال أم لا .

الفصل الرابع: الحسابات المولية والتراكيز

Calculations with Moles & Concentrations

1-4 الكثافة – الكتلة – الحجم : Density - Mass - Volum

سأتعلّم :
- التعّرف على مفاهيم الكثافة والكتلة والحجم والعلاقة بينهما .
- كيفية استخدام العلاقة الرياضية لحساب كلاً من الحجم والكتلة والكثافة.

تمت دراسة هذا الموضوع في كتاب العلوم للصف الخامس في الوحدة الثانية في الصفحات (79-100) ، كما تمت دراسته كذلك في كتاب العلوم للصف السابع في الوحدة الرابعة في الصفحات (184-189) .

وبشكلٍ عام فإنه يمكن ربط الكميات الثلاث رياضيًا حسب العلاقة الرياضية التالية :

الكثافة = الكتلة ÷ الحجم

1-5 مولات الغازات والحجم المولي Moles of Gases and Molar Volum

سأتعلّم :
- التعّرف على مولات الغازات والحجم المولي .
- كيفية حساب مول – مول .
- كيفية حساب كتلة – كتلة .
- كيفية حساب كتلة – حجم .

تتكون الغازات من جسيمات وتكون عادة على هيئة جزيئات فيما عدا الغازات الخاملة، التي تتكون من ذرات. وبما أن المول يحتوي على نفس عدد الجسيمات فإن واحد مول من الغازات المختلفة المقاسة تحت الظروف القياسية (STP) من درجة الحرارة والضغط يشغل حجومًا متساوية ويساوي 22.4 لتر ، وبالتالي يحتوي على عدد أفوجادرو من جزيئات الغاز .

واحد مول من أي غاز عند درجة حرارة الغرفة وضغط جوي واحد (الظروف القياسية STP) ، يشغل حجمًا مقداره 22.4 لتر

1 لتر = 1000 ملليتر = 1 ديسم ^{3} = 1000 سم^3

مثال (1) :

ما الحجم الذي يشغله 0.1 مول من غاز الهيدروجين تحت الظروف القياسية؟

الحل:

حجم الغاز = عدد المولات × الحجم المولي للغاز

= 0.1 x22.4 = 2.24 لتر

مثال (2) :

جم من غاز الميثان في الظروف القياسية ؟32ما الحجم الذي يشغله

الحل :

حجم الغاز = (كتلة الغاز ÷ الكتلة المولية للغاز) × الحجم المولي للغاز

= (32 ÷ 16) × 22.4 = 44.83ديسم

5-1-أ حسابات المول – مول Mole – Mole Calculations

بمعرفة نسب عدد مولات المواد المتفاعلة يمكن حساب عدد مولات أي من المواد المتفاعلة أو المواد الناتجة ، فمثلاً عند تفكك نترات الأمونيوم ينتج بخار الماء وغاز أكسيد النيتروز الذي يستخدم في صنع المرطبات الثلجية (الآيس كريم) ، وفي تخفيف ألم الأسنان في عمليات الأسنان .

الآيس كريم

مثال (3):

احسب عدد مولات حمض الهيدروكلوريك اللازمة للتفاعل مع 2.3 مول من الخارصين

الحل:

كتابة معادلة موزونة للتفاعل

$$Zn + 2HCl \longrightarrow ZnCl_2 + H$$

1mol 2mol

2.3 X

مولات حمض الهيدروكلوريك (X) = 2.3 ×2 = 4.6 moles

5-1-ب حسابات الكتلة – كتلة Mass – Mass Calculations

مثال (4) :

احسب كتلة الماء الناتج عند احتراق 0.1 جم هيدروجين في وفرة من الأكسجين

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

من المعادلة الموزونة 2 مول هيدروجين ينتج 2 مول ماء

إذا مولات الهيدروجين = 0.1 ÷ 2 = 0.05 مول وهو نفس مولات الماء

إذا كتلة الماء = عدد مولاته × كتلته المولية = 0.05× 18 = 0.9 g

5-1-ج حسابات الكتلة – حجم Mass – Volume Calculations

مثال (5) :

تستخدم في السيارات الحديثة حقائب هوائية تملأ بغاز النيتروجين عند تعرض السيارة للصدمات, ويتكون هذا الغاز نتيجة لتفكك مادة ازايد الصوديوم حسب المعادلة التالية :

$$2Na\ N_{3(s)} \longrightarrow 2Na_{(s)} + 3N_{2(g)}$$

إذا تفكك 13 جم من ازايد الصوديوم في حقيبة هوائية ، فاحسب حجم النيتروجين الناتج في الظروف القياسية .

الحل :

نحسب مولات ازايد الصوديوم

الكتلة المولية = (14 × 3) + 23 = 65 g/mol

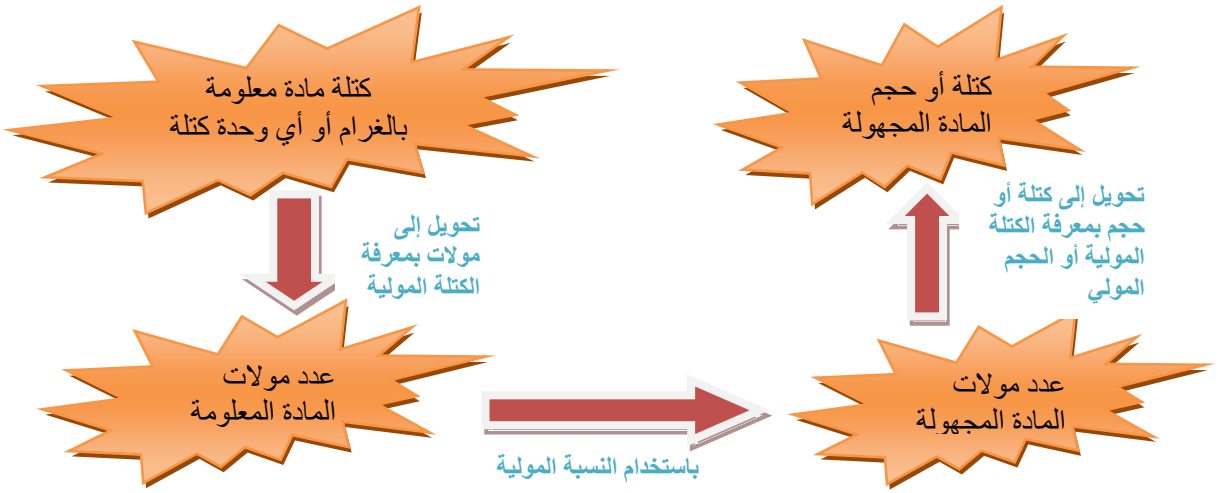
عدد المولات = 13÷ 65= 0.2 مول

من المعادلة 2 مول ازايد الصوديوم ينتج 3 مول من النيتروجين

مولات النيتروجين = (3÷2) × 0.2 = 0.3 mol

حجم غاز النيتروجين = 22.4 × 0.3= 6.72 لتر

ولتبسيط الإجابة في المسائل المتعلقة بتراكيز المحاليل يمكن الاستفادة من المخطط التالي :



1-6 تركيز المحاليل وحساباتها : Concentrations of Solutions & Calculations

سأتعلّم :
- التمييز بين التركيز المولاري والمولالي.
- طرق تركيز المحاليل .

يحرص الطبيب دائمًا على إعطاء المريض الجرعة المناسبة من محلول الدواء للاستشفاء من المرض. أما في حالة حدوث أي خطا في تحديد تركيز الدواء أو إعطائه جرعة زائدة عن حاجته فإن ذلك قد يؤدي إلى عواقب وخيمة .

الأملاح الموجودة في جسم الإنسان توجد بتركيز معين لكي تعطي الجسم التوازن المناسب, لذلك أي نقص أو زيادة في التركيز يؤدي إلى احلال خلل في الأنظمة الحيوية للجسم . كما يوجد الهيموجلوبين في الدم بتركيز معين ، فعلى سبيل المثال التركيز الطبيعي للهيموجلوبين لديهم يجب أن يتراوح بين 13- 18 جم لكل 100 مللتر من الدم .

كما يوجد في مختبرك المدرسي أخي الطالب الكثير من المحاليل المائية بتراكيز مختلفة ، وبالتالي ستختار التركيز المطلوب حسب نوع التفاعل وطبيعة المواد المتفاعلة. توجد المحاليل المائية عادة بتركيز كبير يصل إلى 98% كما في الأحماض المركزة ، ويقوم فني المختبر بتخفيف الحمض المركز إلى التركيز المطلوب بإضافة الماء.

6-1-أ طرق التعبير عن تركيز المحاليل :

1.المولارية (التركيز الجزيئي الحجمي) Molarity

تعتبر أشهر طرق التعبير عن تراكيز المحاليل وتعرف المولارية أنها عدد مولات المادة المذابة في لتر واحد من المحلول ويرمز لها ب M

المولارية M = عدد مولات المادة المذابة ÷ حجم المحلول باللتر

مثال (6) :

الفورمالين محلول مائي من الفورمالدهيد HCHO يستخدم لحفظ المحاليل البيولوجية . احسب كتلة الفورمالدهيد في محلول الفورمالين حجمه 2.5L وتركيزه 12.3M

الحل :

عدد مولات الفورمالدهيد = التركيز المولاري × الحجم

= 12.3×2.5 = 30.75 مول

كتلة الفورمالدهيد = عدد المولات × الكتلة المولية

= 30.75 × (2+16+12) = 922.5 جم

2. المولالية (التركيز الجزيئي الكتلي) Molality

يستخدم بشكلٍ خاص عند دراسة الخواص التجميعية للمحاليل لأن هذا التعبير يدل على النسبة بين عدد دقائق المذاب والمذيب في المحلول أكثر من مجرد معرفة عدد دقائق المذاب في حجم معين كما في المولارية. تعرف المولالية بأنها عدد مولات المادة المذابة في كيلو جرام من المذيب ويرمز لها m وتعني مول/ كجم .

المولالية = عدد مولات المادة المذابة ÷ كتلة المذيب بالكيلوجرام

مثال (7) :

محلول يتكون من 18.2g من حمض الهيدروكلوريك و250g من الماء. احسب التركيز المولالي لهذا المحلول .

الحل:

عدد مولات الحمض = كتلته ÷ الكتلة المولية

= 18.2 ÷ 36.5 = 0.5 مول

التركيز المولالي = 0.25 ÷0.5 = 2 mol/Kg

3.الجزء من المليون Part per million (ppm)

تستخدم هذه الطريقة في التعبير عن تراكيز ملوثات الهواء أو الماء أو المواد الغذائية ، كما تستخدم عندما يوجد المذاب بتراكيز ضئيلة جًّدا في المحلول ، فعلى سبيل المثال تركيز الكلور في مياه أحواض السباحة هو 1 ppm وهذا معناه أن ا جم من الكلور يوجد في 1000 لتر من الماء .

الجزء من المليون (ppm) = كتلة المادة المذابة (1g) ÷ كتلة المذيب (10^6 g)

مثال (8) :

وجد عن إجراء تحليل كيميائي إن 2.2mg من الإكسجين ذائب في 250 ml ماء.

احسب تركيز الإكسجين في إجزاءٍ من المليون.

الحل :

250 ml من الماء = 250g

كتلة المذاب = 2.2×10^{-3}g

التركيز ppm = 2.2×10^{-3}g÷ 250 = 8.8 ppm

4.التركيز المئوي الحجمي Percent by Volume (v/v %)

يستخدم هذا النوع بشكل واسع عند التعبير عن تراكيز محاليل لسوائل في السوائل ويعرف بأنه عدد وحدات الحجم من المادة المذابة الموجودة في 100 وحده حجم من المحلول .

التركيز المئوي الحجمي (v/v%) = (حجم المادة المذابة / حجم المحلول) x 100%

مثال (9) :

محلول حمض النيتريك حجمه 30ml ويبلغ تركيزه المئوي الحجمي 18% v/v . ما حجم حمض النيتريك النقي الموجود في المحلول ؟

الحل:

18% = (حجم حمض النيتريك ÷ 30) × 100%

حجم الحمض النقي = 100÷30× 18 = 5.4 ml

5.التركيز المئوي الكتلي Percent by Mass (m/m %)

يعرف بأنه عدد وحدات الكتلة من المادة المذابة الموجودة في 100 وحده كتلة من المحلول.

التركيز المئوي الكتلي (m/m %) = (كتلة المادة المذابة / كتلة المحلول) x 100%

مثال (10) :

عملة معدنية مصنوعة من النحاس ومواد أخرى كتلتها 35 جم . إذا علمت أنها تحتوي على 8 جم من الزنك ، فكم يكون التركيز المئوي الكتلي للزنك ؟

الحل

التركيز المئوي الكتلي = (8÷35) × 100%

= 22.86 %

أسئلة الفصل الرابع

السؤال الأول: اختر البديل الصحيح لكلٍّ من المفردات التالية :

1- كبريتات فلز صيغتها M_2SO_4 , كتلة واحد مول منها 118 جم , فإن الكتلة الذرية النسبية بالجرام / مول ل M هي :
أ- 11 ب- 14 ج – 22 د- 28

2- الإيثانول CH_3CH_2OH كحول يمكن أن ينتج من تخمر الجلوكوز حسب المعادلة التالية:

$$C_6H_{12}O_{6\,(aq)} \longrightarrow 2C_2H_5OH_{\,(aq)} + 2CO_{2\,(g)}$$

كم عدد مولات الإيثانول الناتجة من تخمر 9 جم جلوكوز :
أ- 0.01 ب- 0.05 ج- 0.1 د- 0.25

3- اتحد 0.1 مول من الكلوريد XCl_2 مع 10.8 جم من الماء لتكوين الهيدرات $XCl_2.nH_2O$. ما قيمة n ؟
أ- 2 ب- 4 ج- 6 د- 10

4- كتلة هيدروكسيد الصوديوم الموجودة في 2.5L من محلولها الذي تركيزه 0.010 M هي :
أ- 0.010g ب- 0.40g ج- 1.0g د- 2.5g

5- قام أحد الطلاب بإذابة 170g من KBr في 100g من الماء عند درجة حرارة 1000C وبعد ترشيح المحلول الساخن وجد أن كتلة الملح غير الذائبة تساوي 51g ، فإن تركيز المحلول الناتج يساوي :
أ- 1M ب- 4.2M ج- 10M د- 14.2M

السؤال الثاني : أجب عن الأسئلة التالية :

1- تسمى إحدى الألعاب النارية المشهورة البركان السحري. تحتوي على بلورات برتقالية لمادة كيميائية تسمى كرومات الأمونيوم (VI) , $(NH_4)_2Cr_2O_7$ عند إشعالها بعودٍ الثقاب ، تحترق لتكون سحب من مسحوق دقيق أخضر يسمى أكسيد الكروم (111) وتنتج بخارًا كثيفًا وغاز النيتروجين حسب التفاعل الآتي :

$$(NH4)_2Cr_2O_7\,(S) \longrightarrow Cr_2O_{3(S)} + 4H_2O_{\,(g)} + N_{2(g)}$$

أ-داخل إحدى هذه الألعاب النارية 25.2g من ثاني كرومات الأمونيوم. كم عدد تلك المولات؟
ب- ما مقدار مسحوق أكسيد الكروم الناتج ؟
ج- كم عدد جرامات بخار الماء الناتج ؟
د- ما حجم غاز النيتروجين الناتج عند STP ؟

2- الكافور مادة بيضاء ذات رائحة طيبة يستخرج من جذور وسيقان نبات الكافور ، قام أحد الطلاب بإذابة 45g من الكافور $C_{10}H_{16}O$ في 425ml من الإيثانول. احسب مولالية ومولارية المحلول علما بإن كثافة الإيثانول 0.785g/ml

3- إذا علمت أن النسبة المئوية الحجمية لمحلول حمض H_2SO4 تساوي 10% v/v ، فكيف يمكنك تحضير 250ml من الحمض إذا كانت نسبته المئوية الحجمية تساوي1.5% v/v ؟