الفصل الأول: مفاهيم أساسية

- **مقدمة:**

يهتم علم الكيمياء بدراسة المواد وتركيبها و بنيتها و خاصيتها و التحولات التي يمكن أن تطرأ عليها و تطبيقاتها.

1- تعاريف:

- **المادة:**

المادة هي كل جسم يتألف من ترابط أعداد هائلة من الذرات، له أبعاد فراغية وحالة فيزيائية معينة (صلبة، سائلة، غازية) يحتل حيزاً من الفراغ، يتمتع بوزن وكثافة وحجم وكتلة وما إلى ذلك من المعايير الفيزيائية التي تميز المواد.

- **الحالات الفيزيائية للمادة:**

يمكن أن توجد المادة في واحدة من ثلاث حالات رئيسية: صلبة أو سائلة أو غازية.

- **الحالة الصلبة:** المواد الصّلبة لها شكل ثابت و حجم ثابتين حيث أن الجزيئات لا تنتقل من مكانها؛ تكون الجزيئات متقاربة بقدر كبير في الحالة الجامدة، الكثافة في المواد الصلبة عالية، لأن الفراغات صغيرة جدًّا بين الجزيئات.

- **الحالة السائلة:** تأخذ السّوائل شكل الوعاء الذي توضع فيه، والجزيئات في السوائل ليست ثابّتة. السّوائل عالية الكثافة إلى حدّ ما، وليس هناك مساحات كبيرة بين الجزيئات.

- **الحالة الغازية:** ليس للغازات شكل محدد لكن الغازات تملأ أيّ فراغ متاح لأن الجزيئات تتحرّك بسرعة في كلّ الاتّجاهات، يمكن ضغط الغازات بسهولة، ولجزيئات الغازات مساحات كبيرة فيما بينها، لذلك فإنه من السهل أن تتقارب جزيئات الغاز. كثافة الغازات منخفضة جدًّا، وهناك مساحات فارغة كبيرة بين الجزيئات.

- **حالة البلازما (هيولى):** هي حالة متميزة من حالات المادة يمكن وصفها بأنها غاز متأين تكون فيه الإلكترونات حرة وغير مرتبطة بالذرة أو بالجزيء. فإذا كانت المادة توجد في الطبيعة في ثلاث حالات: صلبة وسائلة وغازية، فإنه بالإمكان تصنيف البلازما على أنها الحالة الرابعة التي يمكن أن توجد عليها المادة.

- **الذرة:**

تعرف الذرة بأنها أصغر شيء يمكن الحصول عليه في المادة عند تجزيئها، وهي متعادلة الشحنة؛ وإذا تمّت تجزئة الذرة فإن أجزاءها ستمتلك شحنة كهربائية، والذرة أيضاً هي حجر الأساس في الكيمياء، وهي أصغر مكوّنٍ في المادة يمكن أن يُظهِر خصائص كيميائيّة. تُعدّ الذرات المكون الأساسي لجميع المواد الموجودة في الكون، فكلّ عنصر موجود في الجدول الدوري يمتلك تركيبة ذرية فريدة والمختلف عن باقي العناصر، فلكل عنصر خصائصه الفيزيائية المميّزة له اعتماداً على كتلته الذريّة.

- **الجزيء:**

هو أصغر وحدة من المادة الكيميائية النقية يحتفظ بتركيبها الكيميائي وخواصها، و يمكن أن نحصل عليه من عملية تقسيم المادة إلى حد معين و هو لا يرى بالعين المجردة.

- **المول:**

يحدد المول كمية المادة التي يحتويها عدد أفوغادرو $6{,}023.10^{23}$ من الذرات أو الجزيئات أو الأيونات التي تتألف منها المادة، إي عدد أفوغادرو من دقائق أي مادة.

- **عدد أفوغادرو:**

يطلق عليه أيضاً اسم ثابت أفوجادرو، هو أحد الثوابت المستخدمة في علم الكيمياء والفيزياء، وسمّى بهذا الاسم نسبةً للعالم الذي أوجده. ويمثّل عدد أفوجادرو عدد ذرّات الكربون -12 في 12 غرام من الكربون - 12، والذي يعادل العدد 6.023×10^{23} تقريباً. وتمّ اختيار عنصر الكربون -12 لحساب العدد لأنّه يمكن قياس كتلته بشكلٍ دقيق، حيث إنّ وزن المول الواحد من عنصر الكربون -12 المُقاس باستخدام مقياس الكتلة المولّية الافتراضي هو 12.000. تمّ ابتكار عدد أفوجادرو لأنّ عمليّة التعامل مع الذرّات صغيرة الحجم عمليةً صعبةً جداً ومن الممكن أن تكون مستحيلة، فالذّرات لا ترى بالعين المجردّة أو المجاهر العلميّة، لذلك يُصعب دراستها باستخدام المقاييس العاديّة.

- **الكتلة المولية:**

هي كتلة واحد مول من جزيئات المركب و الكتلة المولية لمركب هي مجموع الكتل الذرية للعناصر الداخلة في تركيب هذا المركب.

$$M_{H2O} = 2M(H) + M(O) = 2 \times 1 + 16 = 18g/mol$$

- **الكتلة الذرية:**

هي كتلة 1 مول من ذرات العنصر بالجرام ؛ فمثلا الكربون 12-له كتلة ذرية تساوى 12، إذ أن 1 مول منه يزن 12 غرام.

- وحدة الكتل الذرية:

لنحسب كتلة ذرة واحدة من الكربون ^{12}C .

$$\left.\begin{array}{l} 12g \rightarrow N_A(C \text{ ذرة من}) \\ m \quad\quad \rightarrow 1 \quad (\text{ذرة}) \end{array}\right\} \Rightarrow m = \frac{12 \times 1}{6{,}023 \times 10^{23}} = 1{,}99.10^{-23}g$$

نلاحظ أن كتلة الذرة صغيرة جدا بحيث يصعب التعامل معها بوحدات الغرام لهذا أدخلت وحدة الكتل الذرية (u.m.a)، و تعرف بأنها $\frac{1}{12}$ من كتلة ذرة واحدة من ^{12}C أي:

$$1\,u.m.a = \frac{1}{12}\left(\frac{12}{N_A}\right)g = \frac{1}{N_A} \Rightarrow 1\,u.m.a = \frac{1}{N_A}g$$

$$1\,u.m.a = 1{,}66.10^{-24}g = 1{,}66.10^{-27}Kg$$

- الحجم المولي:

الحجم المولي و يرمز له $\mathbf{V}_m$ هو الحجم الذي يشغله مول واحد من المادّة (عنصر كيميائي أو مركب كيميائي) تحت درجة حرارة وضغط معينين.

- القوانين الوزنية:

عندما تتحد المواد مع بعضها اتحادا كيميائيا فإنها تتحول نتيجة لذلك إلى مواد أخرى جديدة ذات خواص مختلفة و تسمى المواد المتحدة بالمواد المتفاعلة، بينما يطلق على المواد الجديدة المتكونة بالمواد الناتجة، وفيما يلي قانون لافوازييه (*Lavoisier*) من بين القوانين التي تحكم الاتحاد الكيميائي:

- **قانون لافوازييه (*Lavoisier*):**

و ينص على:

" في التفاعل الكيميائي لا تحدث خسارة ولا اكتساب للكتلة، و بمعنى آخر الكتلة لا تفنى و لا تستحدث و إنما يحدث تحويلها من شكل إلى آخر " أو:

" إن مجموع كتل المواد المتفاعلة يساوي مجموع كتل المواد الناتجة "

يستعمل هذا القانون عادة في كتابة المعادلات الكيميائية و ذلك عند الأخذ بعين الاعتبار تساوي عدد ذرات كل عنصر في طرفي المعادلة مثلا:

$$H_2 + Cl_2 \rightarrow 2\,HCl$$

ملاحظة:

لقد وجد بالتجربة منذ أكثر من نصف قرن أنه يحدث فقد محسوس للكتلة في التفاعلات النووية و نتيجة لذلك وضع أينشتاين ***Einstein*** معادلته المعروفة التي تربط بين الطاقة و الكتلة m والتي تنبأت بإمكانية تحويل الكتلة إلى طاقة و العكس

$$\Delta E = \Delta m C^2$$

إن اكتشاف تحول الكتلة إلى طاقة و العكس يفضل دمج قانوني حفظ الكتلة و الطاقة في قانون واحد ينطبق على التفاعلات النووية و غير النووية و يسمى قانون حفظ الكتلة والطاقة و بنص هذا القانون على:

" إن مجموع الكتلة و الطاقة قبل التفاعل يساوي مجموع الكتلة و الطاقة بعد التفاعل "

2- الجانب النوعي للمادة:

- العناصر:

العنصر الكيميائي هو مادة كيميائية لا يمكن تجزئتها، خالصة متكونة من ذرة وحيدة فريدة من نوعها، يميزها العدد الذري وهو عدد بروتونات نواة الذرة .يندرج كل عنصر تحت تصنيف :فلز أو شبه فلز أو لافلز .وتنظم العناصر في الجدول الدوري، وأطلق على كل عنصر اسم ورمز يعرف به ويتميز بخاصية خاصة به. وتم اكتشاف معظم العناصر، فمنها ما هو موجود في النجوم و المجرات والكواكب والأرض والجبال، والنبات، الحيوان، والإنسان .ومنها ما هو مستقر ثابت لا يتغير ومنها ما هو غير مستقر، بل يتحول من عنصر إلى آخر بسبب نشاطه الإشعاعي.

- الخليط:

الخليط يتكون من جسمين مختلفين أو أكثر و يوجد مثله مثل أي مادة في الحالات الثلاث:

الصلبة مثل المعادن ، والسائلة مثل ماء البحر ، والغازية مثل الهواء.

الخليط نوعان:

- **خليط متجانس:** هو الخليط الذي لا يمكن أن نميز بين مكوناته بالعين المجردة مثل: ماء معدني، ماء البحر...
- **خليط غير متجانس:** هو الخليط الذي نستطيع أن نميز بين مكوناته بالعين المجردة مثل: ماء النهر، ضباب...

- الأجسام النقية:

هي أجسام لها تركيب ثابت و صفات محددة كاللون و الصلابة والكثافة و درجة الانصهار و درجة الغليان وغيرها، هناك نوعين من الأجسام النقية:

- **الأجسام النقية البسيطة:** هي أجسام تتكون جزيئاتها من نوع واحد من الذرات مثل : $O_2, Cl_2, N_2 \ldots$
- **الأجسام النقية البسيطة:** هي أجسام تتكون جزيئاتها من أنواع مختلفة من الذرات مثل : $H_2O, CH_4, NO_2 \ldots$

- المحلول:

المحلول هو مزيج متجانس من مادتين نقيتين أو أكثر وتنقسم إلى محاليل متجانسة ومحاليل غير متجانسة، و المحلول المائي هو عبارة عن محلول يكون فيه المذيب هو الماء.

- **المذيب:**

المذيب أو المحل هو سائل أو غاز يذيب المذابات الصلبة أو السائلة أو الغازية والذي ينتج عنه محلول. يعتبر الماء أكثر المذيبات شيوعا في الحياة اليومية. ومعظم المذيبات الأخرى شائعة الاستخدام هي مواد كيميائية عضوية (أي تحتوي على الكربون والهيدروجين)، وتسمى هذه المذيبات **بالمذيبات العضوية** . تتصف المذيبات عموما بنقطة غليان منخفضة وتتبخر بسهولة أو يمكن عزلها بالتقطير، تاركة ورائها المواد المذابة. وللتمييز بين المذيبات والمذاب ، تكون المذيبات عادة موجودة بنسب كبيرة.

- **المذاب:**

المذاب هو المادة التي تنحل في المحلول، و هو المادة التي توجد بكمية أقل في المحلول.

- **المحلول المشبع:**

هو المحلول الذي لا يقبل إذابة كمية إضافية من المادة المذابة في درجة الحرارة العادية.

- **المحلول المخفف:**

إضافة كمية من الماء إلى محلول مائي تؤدي إلى الحصول على محلول جديد أقل تركيزا. تسمى هذه العملية بالتخفيف.

3- الجانب الكمي للمادة:

- التركيز المولي (المولارية):

هو عدد مولات المادة المنحلة في واحدة الحجوم من المحلول.

يقدر التركيزالمولي بوحدة (mol/l) أي عدد المولات المنحلة في لتر واحد من المحلول و هذه الوحدة تكافئ المولية (M).

- التركيز الكتلي:

هو عدد غرامات المادة المنحلة الموجودة في حجم مقداره لتر من المحلول وحدته (g/l).

- المولالية (التركيز المولي الكتلي):

عدد المولات من المادة المذابة في (1) كغ من المذيب وتقاس بوحدة (mol/Kg).

- النسبة الكتلية المئوية:

هي عدد غرامات المادة المنحلة في 100غ من المحلول، إذا كان لدينا محلول مكون من مذيب كتلته m' و مادة مذابة كتلتها m فإن النسبة الكتلية المئوية للمادة المذابة (المنحلة):

$$W\% = \frac{m}{m+m'} \times 100$$

و النسبة الكتلية المئوية للمادة المذيبة:

$$W'\% = \frac{m'}{m+m'} \times 100$$

- النظامية (العيارية):

النظامية: هي عدد المكافئات الغرامية الموجودة في 1لتر من المحلول .

حيث :عدد المكافئات = وزن المادة / وزن المكافئ الواحد.

المكافئ الغرامي (وزن المكافئ الواحد) = الوزن الجزيئي /عدد المتبادلات أي: $Eq = \boldsymbol{Mw} / \boldsymbol{Z}$

حيث: Z :عدد الواحدات المتفاعلة من المادة أو عدد المتبادلات.

- إذا كان **معايرة حمض ـ أساس** فهو: عدد البروتونات أو جزيئات الهيدروكسيل المتبادلة بالتفاعل .
- إذا كان **التفاعل أكسدة ـ إرجاع** فهو: عدد الإلكترونات التي تخسرها المادة المرجعة .
- إذا كان **التفاعل ينتج عنه ملح** فيكون: تكافؤ المعدن × عدد ذرات المعدن =Z

مثال: فحمات الصوديوم اللامائية Na_2CO_3 يكون عدد التكافؤ للمول الواحد له هو:

تكافؤ المعدن× عدد ذرات المعدن أي Z=2×1=2

بنفس الطريقة نجد أن عدد المكافئات لـ Nacl هو 1.

- **الكسر المولي (X):**

هوالنسبة بين عدد مولات أحد مكونات المحلول (n) إلى مجموع مولات كل مكوناته (n_t).

وبفرض أن لدينا ثلاث مكونات (A,B,C) و عدد مولات هذه الأخيرة هي (n_A, n_B, n_C) فإن الكسر المولي لهذه المكونات هو:

$$X_A = \frac{n_A}{n_t}, \quad X_B = \frac{n_B}{n_t}, \quad X_C = \frac{n_C}{n_t}$$

ومجموع هذه الكسور المولية يساوي دائماً الواحد:

$$\sum X_i = 1 \Rightarrow X_A + X_B + X_C = 1$$

- **الكتلة الحجمية:**

هي مقدار فيزيائي يميز نوع المادة، تعبر الكتلة الحجمية عن علاقة وحدة الحجم بوحدة الكتلة لمادة أو جسم ما. و تساوي كتلة الجسم مقسومة على حجمه.