الفصل الأول:

مفاهيم أساسية

(Basic concepts)

I .الخواص الفيزيائية والماكروسكوبية للمادة وتحولاتها

The physical and macroscopic properties of matter and its transformations

I .1.المظهر الماكروسكوبي A macroscopic view

تظهر المادة في الحالة العامة على شكل جسم نقي أو خليط . الجسم النقي يظهر على شكل جسم بسيط (Zn، N_2 ، Cu ، Ca ، إلخ)، أو جسم مركب (H_2O، CO_2، $CaCO_3$ ، إلخ)أو جسم معقد(ADN ، دهون، بروتينات، إلخ . يتكون الخليط من جسمين أو اكثر(ماء مالح ، ماء الشرب)...

I .2.الجسم البسيط والمركب (element and compound)

المادة التي يتكون منها الجسم النقي هي نوع كيميائي واحد يتميز بخصائص فيزيائية وكيميائية خاصة مثل الكثافة ودرجات حرارة الانصهار والغليان والرائحة واللون الخ.

يتكون الجسم المركب من أجسام بسيطة .الماء النقي هو مادة طبيعية تتكون من الهيدروجين والأكسجين المرتبطين كيميائيا. يمكن تقسيم الجسم المركب النقي إلى أجسام نقية بسيطة كما يمكن أن يتكون من أجسام بسيطة.

I.3.الحالات الفيزيائية للمادة (Classification of Matter)

تشير كلمة مادة إلى جميع الأشياء الموجودة في الكون، والتي لها كتلة، وتستهلك مساحة، وتتكون كل مادة من مجموعة من الذرات يتم تصنيف المادة على أساس قربها من بعض وترابطها.

يمكن أن توجد المادة في حالات مادية مختلفة ومنها :الحالة الصلبة -الحالة السائلة -الحالة الغازية- الحالة البلازما.

I .1.3 .الحالة الصلبة (solid state)

تحتفظ المادة الصلبة بحجم وشكل ثابتين، حيث إنها تتكون من جسيمات متراصة بشكل كبير، مما يجعلها غير قادرة على الحركة إلا بشكل بسيط جدا ، حيث تقتصر حركتها على اهتزاز بسيط للذرات في مكانها ناتج عن حركة الإلكترونات، لذلك عندما يتم وضع المادة الصلبة في وعاء فإنها لا تأخذ شكل الوعاء ولا حجمه.

I .2.3 .الحالة السائلة (liquid state)

يتم تعريف المادة السائلة على أنها تلك المادة التي تحتفظ بحجمها دون الاحتفاظ بشكلها، حيث إنه عندما يتم سكب المادة السائلة في وعاء؛ فإنها تأخذ شكله مع الاحتفاظ بحجمها طالما لم تحدث عملية التبخر،

وتعتبر هذه الخصائص بمثابة معايير يتم من خلالها تمييز المادة السائلة عن باقي المواد كالصلبة والغازية.

I . 3.3.الحالة الغازية (Gaseous state)

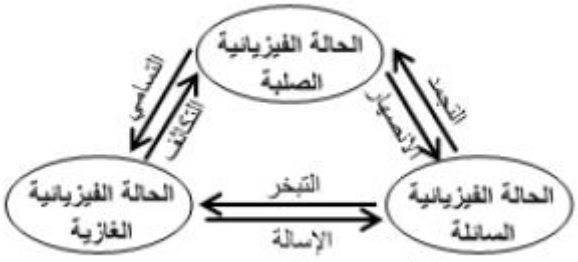
تتميز المادة الغازية بوجود مسافات كبيرة بين جسيماتها، واحتوائها على طاقة حركية كبيرة، لذلك إن لم يتم احتجازها في وعاء فإنها ستنتشر إلى ما لا نهاية، بينما إن تم وضع الغاز في وعاء فإنه سينتشر في جميع أجزاء الوعاء، ويمكن ضغط الغاز عن طريق خفض حجم الوعاء، حيث يؤدي ذلك إلى تقليل المسافات بين أجزاء الغاز، مما يزيد من الاصطدامات التي تحدث بينها، كما يمكن زيادة الضغط من خلال رفع درجة الحرارة، وتحتوي جزيئات الغاز على طاقة حركية كبيرة تمكنها من التغلب على قوة ترابط الجزيئات، ونتيجة لذلك فإن المادة الغازية لا تحتوي لا على شكل ولا على حجم ثابت.

I. 4.3.الحالة البلازما (Plasma state)

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.

I.4. التحولات في حالات المادة phase transition

التحول الفيزيائي للمادة من شكل إلى آخر دون أي تغير في تركيبها الكيميائي. مثل تحول المادة من حالة صلبة وحالة سائلة وحالة غازية. ويعتمد انتقال مادة ما من حالة لحالة على درجة الحرارة والضغط . وعندما تتحول حالة المادة قد يصاحب ذلك تولد الحرارة أو فقد في الحرارة، إذ أن طاقة حركة جزيئاته تزداد أو تنقص خلال هذا التحول. إذ تتحوّل المادة من حالة لأخرى عبر عدّة مراحل انتقالية لتكوين الحالات الرئيسيّة الثلاث وهي الصلبة، السائلة والغازيّة، ويمكن ذكرها حسب الشكل التالي:



الشكل.1. حالات المادة وتحولاتها

I . 1.5. الذرة (atom)

هي أصغر جزء من العنصر الكيميائي يمكن الوصول إليه والذي يحتفظ بالخصائص الكيميائية لذلك العنصر .عُرفت الذرة على أنها وحدة البناء الرئيسية المكونة للمادة مما يكسبها خصائصها الفيزيائية.

يرمز للذرة بحرف او حرفين من تسميتها اللاتينية حتى يمكن التمييز بينها (ذرة الحديد Fe ، ذرة الزنك Zn ، ذرة الكاربونC...).

للذرة كتلة في حدود 10^{-26} كيلوغرام ونصف قطر في حدود A°1 ($1A°=10^{-10}m$)

في الكيمياء، هو أصغر وحدة من المادة الكيميائية النقية يحتفظ بتركيبها الكيميائي وخواصها .وتهتم الكيمياء الجزيئية بالقوانين التي تحكم التفاعلات بين الجزيئات(التفاعلات الكيميائية واصطدام بعضها ببعض) . وينتج عن تلك التصادمات والتفاعلات تكوّن جزيئات أكبر(مركبات)أو يحدث تكسير للروابط الكيميائية وانفصال جزيء إلى جزيئات أصغر.

ينتج الجزيء من اتحاد ذرات لنفس النوع من العناصر فيسمى جسما بسيطا مثل: O_2، H_2، F_2، Cl_2...

ينتج الجزيء من اتحاد ذرات لعناصر مختلفة فيسمى جسما مركبا مثل:H_2O ، HNO_3، $CaCO_3$...

المول هو وحدة قياس كمية المادة في الكيمياء .إذ أنها وحدة أساسية في النظام الدولي للوحدات.

ويُعرف أيضا بأنه كمية المادة التي تحتوي على نفس عدد الذرات التي يحتويها 12 غرام من الكربون، ويرمز له بالإنجليزية (mol) وقد اختير الكربون 12 ليكون المرجع العياري لتعيين المول.

I. 4.5.عدد أفوقادرو(Number of AVOGADRO (N_A)

هو عدد الذرات او الجزيئات الموجودة في1 مول من المادة، وقيمته هي: $N_A=6.02214129.\ 10^{23}$

أوتعريف اخر :هو عدد ذرات او جزيئات الغاز الموجودة في حجم قدره 22.4 لتر في الشروط النظامية.

I.6. وحدة الكتلة الذرية(Atomic Mass Unit (uma)

وحدة الكُتلة الذرية (uma) هي وحدة صغيرة للكتلة تستخدم للتعبير عن الكتل الذرية والكتلة الجزيئية.

وهي تساوي $\frac{1}{12}$ من كتلة ذرة الكربون 12.

$$1uma = \frac{1}{12}\, m_{C^{12}} \quad ou \quad m_{c^{12}} = \frac{M_{c^{12}}}{N_A}$$

m_c: كتلة ذر الكربون.

$$1uma = \frac{1}{N_A} = \frac{1}{6{,}023 \times 10^{23}} = 1{,}66 \times 10^{-24} g$$

$$1uma = 1{,}66 \times 10^{-27} Kg$$

I. 7. الكتلة المولية (M) Molar mass

هي كتلة مول واحد من العنصر أو المركب الكيميائي .في الكيمياء، وهي كتلة عدد أفوغادرو من ذرات العنصر أو كتلة نفس العدد من جزيئات المركب .تكون وحدات الكتلة المولية غرام/مول (g/mol) .

الكتلة الذرية للعناصر في الجدول الدوري يمكن التعبير عنها بطريقتين :الأولى ,كتلة ذرة" متوسطة" للعنصر بوحدة الكتل الذرية .والثانية, هي كتلة مول من العنصر مقدرة بالغرامات (uma)

مثال :حساب الكتلة المولية لجزيء الماء

$$M_{H_2O} = M_H \times 2 + M_O = 1 \times 2 + 16 = 18\ g/mole$$

I.8 . الحجم المولي Molar volume (V_m)

وهو الحجم الذي يشغله مول واحد من المادّة(عنصر كيميائي أو مركب كيميائي)في الحالة الغازية وتحت درجة حرارة وضغط معينين .عند الشروط النظامية (P =1Atm, t = 0C°) وجد ان الحجم المولي يساوي 22.4 لتر.

I. 9. العلاقة بين كمية المادة n و الكتلة المولية M وعدد افوغادرو N_A و الحجم المولي V_m:

لإيجاد أي علاقة نتبع الخطوات التالية:

$$\left.\begin{array}{l} 1\ \text{mol} \longrightarrow \text{M} \longrightarrow N_A \longrightarrow V_m \\ N\ \text{mol} \longrightarrow \text{m} \longrightarrow \text{N} \longrightarrow V_g \end{array}\right\}$$

$$=> n = \frac{m}{M} = \frac{N}{N_A} = \frac{V_g}{V_m}$$

$$=> m = \frac{N \times M}{N_A} = \frac{V_g \times M}{V_m}$$

$$=> N = \frac{V_g \times N_A}{V_m} = \frac{m \times N_A}{M}$$

تطبيق:

1. احسب عدد ذرات الحديد(M_{Fe}=56g/mol) الموجودة في كتلة (m_{Fe}= 112g).

2 .احسب بوحدة الغرام(g) وبوحدة الكتلة الذرية(uma):

أ- كتلة ذرة واحدة من الاكسجين(M_O=16g/mol)

ب. كتلة جزيئة واحدة من$NaOH$(M_{Na}=23g/mol).

حل التطبيق:

1. عدد ذرات الحديد:

1 mol M_{Fe} N_A => $N_{Fe} = \frac{m_{Fe}\, N_A}{M_{Fe}}$

n mol m_{Fe} N_{Fe}

$$N_{Fe} = \frac{112 \times 6{,}023 \times 10^{23}}{56} = 12046 \times 10^{23}\ atomes$$

2. أ- كتلة ذرة واحد أوكسجين

$$\left.\begin{array}{l} 1\ mol_{(O)} \longrightarrow M_{(O)} \longrightarrow N_A \\ n\ mol \longrightarrow m_{(O)} \longrightarrow 1atome_{(O)} \end{array}\right\} \Rightarrow m_{(O)} = \frac{M_{(O)}}{N_A}$$

$$m_{(O)} = \frac{16}{6.023 .10^{23}} = 2{,}656 .10^{-23}g = 26{,}56 .10^{-24}g = 26{,}56 .10^{-27}Kg$$

$$\left.\begin{array}{l} 1uma \longrightarrow 1{,}66 .10^{-27}Kg \\ m_{(O)} \longrightarrow 26{,}56 .10^{-27}Kg \end{array}\right\} \Rightarrow m_{(O)} = \frac{26{,}56 .10^{-27}}{1{,}66 .10^{-27}} = 16\ u.m.a$$

b. كتلة جزيئة واحدة من NaOH:

$$\left.\begin{array}{l} 1\ mol_{(NaOH)} \longrightarrow M_{(NaOH)} \longrightarrow N_A \\ n\ mol \longrightarrow m_{(NaOH)} \longrightarrow 1atome_{(NaOH)} \end{array}\right\} \Rightarrow m_{(NaOH)} = \frac{M_{(NaOH)}}{N_A}$$

$$m_{(NaOH)} = \frac{40}{6{,}023 .10^{23}} = 66{,}41 .10^{-24}g = 66{,}41 .10^{-27}Kg$$

$$\left.\begin{array}{l} 1uma \longrightarrow 1{,}66 .10^{-27}Kg \\ m_{(NaOH)} \longrightarrow 66{,}41 .10^{-27}Kg \end{array}\right\} \Rightarrow m_{(NaOH)} = \frac{66{,}41 .10^{-27}}{1{,}66 .10^{-27}} = 40\ u.m.a$$

II. القوانين الوزنيةweight chemical laws

II 1. النسبة المئوية الوزنيةThe percent by weight

النسبة المئوية الوزنية لعنصر في مركب كيميائي هي نسبة تواجد هذا العنصر في المركب. او هي النسبة بين كتلة العنصر وكتلة المركب الكيميائي.

مثال : عين النسبة المئوية الوزنية لعناصر مركب كربونات الصوديوم $NaCO_3$

$$M_{(Na_2CO_3)} = 23 \cdot 2 + 12 + 16 \cdot 3 = 106\ g/mol$$

$$\left.\begin{array}{l} 106\ g\ (Na_2CO_3) \longrightarrow 100\% \\ 23 \cdot 2 = 46g\ (Na_2) \longrightarrow x\% \end{array}\right\} \Rightarrow x = 43{,}39\% \qquad \text{نسبة الصوديوم Na:}$$

$$\left.\begin{array}{l} 106\ g\ (Na_2CO_3) \longrightarrow 100\% \\ 12\ (C) \longrightarrow y\% \end{array}\right\} \Rightarrow y = 11{,}32\% \qquad \text{نسبة الكربون C:}$$

$$\left.\begin{array}{l} 106\ g\ (Na_2CO_3) \longrightarrow 100\% \\ 16 \cdot 3 = 48g\ (O_3) \longrightarrow z\% \end{array}\right\} \Rightarrow z = 45{,}28\% \qquad \text{نسبة الاكسجين O:}$$

II 2. قانون حفظ الكتلة لافوازيه: Lavoisier's Law of Conservation of Mass

لقد بين لافوازيه سنة 1772 انه خلال أي تفاعل كيميائي لا يحدث تغيير في الكتلة بين النواتج والمتفاعلات، أي ان الكتلة تبقى محفوظة(:مجموع كتل المتفاعلات = مجموع كتل النواتج)

مثال:

$$\underbrace{H_2 + \frac{1}{2}O_2}_{2 + \frac{1}{2}(32) = 18g} \rightarrow \underbrace{H_2O}_{2 + 16 = 18g}$$

II 3. التفاعلات الكيميائيةChemical reactions

هي عبارة عن تكسير روابط كيميائية، في المواد المتفاعلة، لإنتاج روابط جديدة، في المواد الناتجة، مما يؤدي إلى تكوين مواد جديدة مختلفة، في صفاتها الكيميائية والفيزيائية معا.

التفاعلات الكيميائية تشمل تغير ترتيب الذرات في الجزيئات الكيميائية، و في مثل هذا التفاعل نشهد اتحاد بعض الجزيئات بطرق أخرى لتكوين شكل من مركب أكبر أو أعقد، أو تفكك المركبات لتكوين جزيئات أصغر، أو إعادة ترتيب الذرات في المركب.

III.الجانب النوعي للمادةqualitative aspect of matter

III .1. الجسم النقيPure Substances

هو كل مادة لا يحدث لها أي تحول او تغير عندما تجرى لها كل محاولات الفصل، وهي تتكون من جزيئات متماثلة فيما بينها.

مثل :الماء المقطر (H_2O)

III .2.الخليط المتجانسHomogeneous mixture

الخليط المتجانس هو خليط صلب أو سائل أو غازي يتكون من مواد ذات خواص واحدة في مختلف اجزائها.

مثل :ماء الشرب(معدني)، محلول ملحي.

III .3. الخليط غير المتجانسHeterogeneous mixture

الخليط غير المتجانس متكون من أجسام ذات طبيعة مختلفة ويتكون من عدة أطوار، سهل التمييز بينها.

مثل(:ماء + زيت.)

IV. المحاليل solutions

في الكيمياء، المحلول هو مزيج متجانس من مادتين نقيتين أو أكثر، لا يمكن عزلهما عن بعضهما البعض بأي أسلوب ميكانيكي، كالترشيح مثلا ويتكون من مذيب ومذاب .يمكن فصلهما عن طريق التبخير مثلا بحيث لا يتسبب في أي تفاعل كيميائي بين المادتين.

هناك ثلاث أنواع رئيسية من المحاليل:

- ✓ **المحلول السائل :**ينتج عن ذوبان صلب في سائل آخر، وكما ينتج عن ذوبان شيء صلب أو غازي أوسائل في سائل .ومن أمثلته :ذوبان الملح في الماء، وذوبان السكر في القهوة.
- ✓ **المحلول الغازي :**هو المحلول الذي ينشأ بإذابة المادة الصلبة أو السائلة أو الغازية في المادة غازية، وينتج عن اختلاط الغازات .فالهواء مثلا هو محلول غازي، يتكون من مزيج من النيتروجين والأكسجين وثاني أكسيد الكربون.
- ✓ **السبائك :**تعتبر مصهورات المعادن مع بعضها محاليلا وتسمى سبائك .وعادة تتكون السبيكة من عدة معادن ولا معادن، مثل بعض أنواع مصهورات الفولاذ، فهو يتكون من كروم و فاناديوم و كربون ذائبة في الحديد.

IV .1 . المذيب solvent

ويسمى أيضا المحل، وهو سائل او غاز يذيب المذابات الصلبة او السائلة او الغازية وينتج عنه محلول . يعتبر الماء اكثر المذيبات شيوعا.

IV.2 .المذابSolute

هو المادة المذابة في المذيب .مثل :الملح في الماء

IV.3 .محلول مائيAqueous solution

هو عبارة عن محلول يكون فيه المذيب هو الماء.

IV.4 . المحلول الممدد والمحلول المشبعDiluted solution and saturated solution

تعتمد كمية المذاب التي يمكن ان تذوب(تنحل)في مذيب على ذوبانيتها(إنحلاليتها)، أي إضافة من المذاب أكبر من الذوبانية فإنها تترسب ولا تذوب، ويسمى المحلول مشبع في هذه الحالة .اما إذا كانت كمية المذاب اقل بكثير من الذوبانية يسمى المحلول ممدد(مخفف.)

V. الجانب الكمي للمادةQuantitative aspect of matter

V.1. كمية المادةquantity of matter

هي كمية فيزيائية تتناسب مع عدد الجسيمات الأولية الموجودة .وقد تكون الجسيمات الأولية ذرات، أو جزيئات، أو أيونات، أو إلكترونات .وقد يشار إلى كمية المادة بالكمية الكيميائية، ويرمز لها بn

V. 2. التركيز المولي (المولارية molarity)

هي كمية مادة المذاب (n) المنحلة في 1 لتر من المحلول

وتعطى بالعلاقة التالية:

$$C\left(\frac{mol}{l}\right) = \frac{n_{(solute)}}{V_{(Solution)}}$$

V. 3. التركيز الكتليMass concentration

هو كتلة المذاب المنحلة في 1 لتر من المحلول.

ويعطى بالعلاقة التالية:

$$C\left(\frac{g}{l}\right) = \frac{m_{(solute)}}{V_{(Solution)}}$$

4.V . المولالية Molality

هي كمية مادة المذاب المنحلة في 1من المذيب Kg.

وتعطى بالعلاقة التالية:

$$m\left(\frac{mol}{Kg}\right) = \frac{n_{(solute)}}{m_{(Solvent)}}$$

5. V. النظامية (العيارية Normality)

هي عدد المكافئات الغرامية (n eq) للمذاب المنحلة في 1 لتر من المحلول.

وتعطى بالعلاقة التالية:

$$\left.\begin{array}{l} N_{(eqg/l)} = \dfrac{neq_{(solute)}}{V_{(solution)}} \\ neq_{(solute)} = \dfrac{eq\ .m}{M} = eq\ .n \end{array}\right\} \Rightarrow N_{(eqg/l)} = eq\ .\frac{n}{V} = C\ .eq$$

حيث يمثل التكافؤ(eq) في تفاعلات الاحماض والاسس عدد البروتونات H^+ التي يحررها الحمض او يكتسبها الأساس، وفي تفاعلات الاكسدة والارجاع يمثل عدد الإلكترونات (é) المكتسبة من طرف المؤكسد او المفقودة من طرف المرجع.

أمثلة

$$H_2SO_4 \longrightarrow SO_4^{2-} + 2H^+ \qquad eq = 2$$

$$S_2O_8^{2-} + 2é \longrightarrow 2SO_4^{2-} \qquad eq = 2$$

$$Cr_2O_7^{2-} + 14H^+ + 6é \longrightarrow 2Cr^{3+} + 7H_2O \qquad eq = 6$$

$$Ca(OH)_2 \longrightarrow Ca^{2+} + 2OH^- \qquad eq = 2$$

6.V .الكسر الكتلي Mass fraction

الكسر الكتلي للمذاب هو النسبة بين كتلة المذاب إلى كتلة المحلول(مذاب + مذيب.)

الكسر الكتلي للمذيب هو النسبة بين كتلة المذيب إلى كتلة المحلول(مذاب + مذيب.)

7.V . الكسر المولي (mole fraction)

هو تعبير كيميائي يصف نسبة تواجد المادة في خليط من المواد، ويعطى بالعبارة:

$$x_i = \frac{n_i}{\sum n_i}$$

8.V .الكتلة الحجميةρ Volumetric mass

الكتلة الحجمية تعبر عن مقدار الرابط الذي يربط ما بين الحجم والكتلة.

اوهي صفة فيزيائية للأجسام تعبّر عن علاقة وحدة الحجم بوحدة الكتلة لماد ة أو جس م ما، فكلما ازدادت الكتلة الحجمية ازدادت الكتلة لوحدة الأحجام، وعلى هذا فهي كتلة وحدة الحجوم من المادة.

وتعطى عبارة الكتلة الحجمية بالعلاقة التالية:

$$\rho_{(g/cm^3} = \frac{m}{V}$$

m: كتلة الماد بالغرام

V: حجم الماد (سم^3)

9.V .الكثافة(d) density

وهي على نوعين:

كثافة المواد الصلبة والسائلة :وهي نسبة كتلة حجم من المادة على كتلة نفس الحجم من الماء

وتعطى بالعلاقة التالية:

$$d_x = \frac{\rho_x}{\rho_{H_2O}} = \frac{\frac{m_x}{V}}{\frac{m_{H_2O}}{V}} = \frac{m_x}{m_{H_2O}}$$

m_x: هي كتلة المادة السائلة أو الصلبة .

ρ_x: هي الكتلة الحجمية للمادة السائلة أو الصلبة .

كثافة المواد الغازية :وهي نسبة كتلة حجم من المادة على كتلة نفس الحجم من الهواء وتعطى بالعلاقة التالية:

$$d_{gaz} = \frac{\rho_{gaz}}{\rho_{air}} = \frac{\frac{m_{gaz}}{V}}{\frac{m_{air}}{V}} = \frac{m_{gaz}}{m_{air}}$$

m_{gaz}: كتلة المادة الغازية

ρ_{Air}: الكتلة الحجمية للهواء ρ_{air}= 1,293 g/l عند الشروط النظامية