الوزن الجزيئي ووزن الصيغة (molecular weight and formula weight)

الوزن الجزيئي (molecular weight)

هو مجموع الاوزان الذرية المكونة للجزيء ويرمز له بالرمز (Mw). ويســـتخدم الوزن الجزيئي للمركبات التي توجد على هيئة جزيئات في الطبيعة ومن الأمثلة على المركبات التي تحتوي على ايونات: - المركبات الايونية مثل مركب ملح الطعام كلوريد الصوديوم (*NaCl*).

مثال/ اوجد الوزن الجزيئي () للجزيئات التالية: -

N_2, NO, C_2H_6, N_2O_4, $C_8H_{18}O_4N_2S$, CO_2, H_2O_2, $Ca(NO_3)_2$, $Al_2(CO_3)_3$, $MgSO_4.7H_2O$, H_2SO_4, C_2H_5OH, $Zn(NO_3)_2$, $C_6H_{12}O_6$, $C_8H_{10}N_4O_2$

علما ان الاوزان الذرية

(H=1, C=12, O=16, Mg= 24.3, Al= 27, N= 14, S=32.1, Ca=40.1, Zn= 65.4)

Sol.

$Mw_{N2} = (2 \times 14) = 28$ amu

$Mw_{NO} = (14) + (16) = 30$ amu

$Mw_{C2H6} = (2 \times 12) + (6 \times 1) = 30$ amu

$Mw_{C8H18O4N2S} = (8 \times 12) + (18 \times 1) + (4 \times 16) + (2 \times 14) + (1 \times 32.1) = 238$ amu

$Mw_{Al2(CO3)3} = (2 \times 27) + 3[(1 \times 12) + (3 \times 16)] = 234$ amu

$Mw_{MgSO4.7H2O} = (1 \times 24.3) + (1 \times 32.1) + (4 \times 16) + 7[(2 \times 1) + (1 \times 16)] = 246.4$ amu

مثال/ اوجد وزن الصيغة (Fw) لما يلي: - $NaCl$, Na_2SO_4

علما ان الاوزان الذرية: -

O= 16, Na= 23, S= 32, Cl= 35.5

Sol.

$Fw_{NaCl} = 23 + 35.5 = 58.5$ amu

$Fw_{Na2SO4} = (2 \times 23) + 32 + (4 \times 16) = 142$ amu

ملاحظة/ كثير من المراجع تستخدم مصطلح الوزن الجزيئي ليشمل أيضا وزن الصيغة للمركبات الايونية والتساهمية للتبسيط.

المول (The Mole)

تعريفه: هو الكمية التي تحتوي على عدد أفوجادرو (N_A) من الذرات او الجزيئات او الايونات... الخ.

عدد افوجادرو (N_A)

هو احتواء المول الواحد من أي مادة سواء أكانت (جزيئات، ذرات، ايونات .....) على هذا العدد (6.022×10^{23}) من الذرات او الجزيئات او الايونات.

$$N_A = 6.022 \times 10^{23} \text{ (molecules)}$$

ونظرا لأنه يصعب حساب الوزن الذري لذرة واحدة وذلك لصغرها لذلك فمن المناسب ان تضخم الكمية حتى يمكن التعامل معها وذلك بأخذ مول واحد من الذرات او الجزيئات أي عدد افوجادرو من الذرات او الجزيئات.

امثلة توضيحية

- **مول واحد من جزيئات الاوكسجين (O_2) يحتوي على 6.022×10^{23} (molecules)**
- **مول واحد من ذرات الاوكسجين (O) يحتوي على 6.022×10^{23} (atoms)**

وقد وجد عمليا ان الوزن بالغرام = الوزن الذري من الذرات = الوزن الجزيئي من المركبات عدديا.

الكتلة المولية (Molar Mass)

هي كتلة مول واحد من الذرات او الجزيئات او الايونات ووحدتها (gm/mole). فإذا كان المراد حسابه هو الوزن الجزيئي لمول من الجزيئات وكان له وزن بوحدة (amu) فأن وحدة الوزن سوف تكون (gm/mole) بدلا من (amu) ويطلق على الوزن حينها بالكتلة المولية او الوزن المولي.

مثال / اوجد الوزن الجزيئي () لمول واحد من الجزيئات التالية بوحدة (gm/mole)

$$N_2, \quad C_2H_5OH, \quad Zn(NO_3)_2$$

علما ان الاوزان الذرية: -

(H=1, C=12, N=14, O=16, Zn = 65.4)

Sol.

$Mw_{N2} = 2 \times 14 = 28$ gm/mole.

$Mw_{C2H5OH} = (2 \times 12) + (5 \times 1) + 16 + 1 = 46$ gm/mole.

$Mw_{Zn(NO3)2}$ = 65.4 + 2 (14 + (3 × 16)) = 189.4 gm/mole.

ملاحظة: - بالنسبة لمول واحد من الذرات الأحادية مثل (K, Ar, Ne, Al, Fe, …) فان وزن مول منها يطلق عليه بالوزن الذري ورمزه (Aw)

مثال / احسب عدد الذرات (K, S, O) الموجودة في مول واحد من (K_2SO_4)؟

قبل البدء بحل المثال يجب ان نتعلم طرق حساب عدد المولات: -

١- عدد المولات = وزن المادة بوحدات الغرام مقسوما على الوزن الجزيئي للمول.

$$n. = \frac{Wt\ (gm)}{Mwt\ (gm/mole)}$$

٢- عدد المولات = عدد الجزيئات او الذرات او الايونات مقسوما على عدد افوجادرو.

$$n. = \frac{N(atoms, moleculas, ions)}{NA}$$

ومن هذ القانون يمكن حساب عدد الجزيئات او الذرات او الايونات (N)

عدد الجزيئات = عدد المولات × عدد افوجادرو

$$N = n \times N_A$$

٣- عدد المولات = التركيز بالمولارية مضروبا في حجم المحلول بوحدة اللتر.

$$n. = M \times V(lit.)$$

حيث: -

M: - التركيز بالمولارية (mole/ L)

V: - حجم المحلول باللتر

ملاحظة: - عند استخدام وحدة (ml or cm^3) بدلا من وحدة اللتر فأنه لابد من تحويلها الى وحدة اللتر بقسمة الحجم على 1000

$$n. = M \times \frac{V}{1000}\ (lit.)$$

نعود الان لحل المثال السابق: -

مول واحد من (K_2SO_4) يحوي على 6.022×10^{23} جزيئة (molecules)

- **عدد ذرات البوتاسيوم الموجودة في مول واحد من (K_2SO_4)**

$$2 \times 6.022 \times 10^{23} = 1.2046 \times 10^{23} \text{ atoms}$$

- عدد ذرات الكبريت الموجودة في مول واحد من (K_2SO_4)

$$1 \times 6.022 \times 10^{23} = 6.022 \times 10^{23} \text{ atoms}$$

- عدد ذرات الاوكسجين الموجودة في مول واحد من (K_2SO_4)

$$4 \times 6.022 \times 10^{23} = 2.4092 \times 10^{23} \text{ atoms}$$

مثال / احسب عدد الذرات (K, S, O) الموجودة في 2مول من (K_2SO_4)؟

الحل: -

عدد ذرات أي عنصر الموجودة في 2 مول من (K_2SO_4)

$$N_{K2SO4} = n \times N_A$$

$$= 2 \times 6.022 \times 10^{23} \text{ molecules}$$

عدد ذرات البوتاسيوم = عدد ذرات K × عدد مولات K_2SO_4

$$= (2 \times 6.022 \times 10^{23}) \times 2$$

$$= 2.4092 \times 10^{23} \text{ atoms}$$

عدد ذرات الكبريت = عدد ذرات S × عدد مولات K_2SO_4

$$= (1 \times 6.022 \times 10^{23}) \times 2$$

$$= 12.046 \times 10^{23} \text{ atoms}$$

عدد ذرات الاوكسجين = عدد ذرات O × عدد مولات K_2SO_4

$$= (4 \times 6.022 \times 10^{23}) \times 2$$

$$= 48.176 \times 10^{23} \text{ atoms}$$

مثال/ ما عدد مولات ($NaHCO_3$) في عينة وزنها 420 غم، علما ان الكتل الذرية هي: -

(H=1, C=12, O= 16, Na= 23)

الحل: -

نحسب الوزن الجزيئي

$M_{WT\ of\ NaHCO3} = 23 + 1 + 12 + (3 \times 16) = 84$ gm/mole

$$n._{NaHCO3} = \frac{Wt\ (gm)}{Mwt\ (gm/mole)} = \frac{420\ gm}{84\ (gm/mole)} = 5 \text{ mole}$$

مثال/ احسب عدد مولات (1500 molecules) من سكر السكروز ($C_{12}H_{22}O_{11}$)

الحل: -

$$n. = \frac{N(\ moleculas)}{NA} = \frac{1500}{6.022 \times 10^{\wedge}23} = 2.49 \times 10^{-21} \text{ Mole}$$

مثال/ احسب عدد ذرات او جزيئات او ايونات ما يلي: -

١- 1.2 مول من المركب $C_6H_{12}O_6$
٢- 20 غم من جزيء Ca
٣- 0.5 مول من ايون OH السالب

علما ان عدد افوجادرو هو (6.022×10^{23})

الحل: -

١- عدد الجزيئات $C_6H_{12}O_6$ الموجودة في 1.2 مول هي: -

$$n. = \frac{N}{NA} \Rightarrow N_{(molecules)} = n. \times N_A = 1.2 \times 6.022 \times 10^{23} = 7.2 \times 10^{23} \text{ molecules}$$

٢- عدد الذرات الموجودة في 20 غم من الكالسيوم هي: -

$$n. = \frac{N}{NA} \Rightarrow N_{(atoms)} = n. \times N_A = \frac{Wt\ (gm)}{Awt\ (gm/mole)} \times N_A = \frac{20}{40} \times 6.022 \times 10^{23}$$

$$= 3.011 \times 6.022 \times 10^{23} \text{ Atoms}$$

٣- عدد ايونات الهيدروكسيد الموجودة في 0.5 مول هي: -

$$n. = \frac{N}{NA} \Rightarrow N_{(ions)} = n. \times N_A = 0.5 \times 6.022 \times 10^{23} = 3.011 \times 6.022 \times 10^{23} \text{ ions}$$