

STOIKIOMETRI

STOIKIOMETRI adalah cabang ilmu kimia yang mempelajari hubungan kuantitatif dari komposisi zat-zat kimia dan reaksi-reaksinya.

1.1 Massa Atom

Atom karbon dipakai standar, sehingga satu satuan massa atom didefinisikan sebagai satuan massa yang besarnya tepat sama dengan superduabelas massa dari satu atom karbon-12

$$\text{Massa satu atom karbon-12} = \frac{(\text{massa satu atom karbon-12})}{12}$$

1.2 Massa Atom Rata-rata

Massa atom rata-rata adalah massa atom dari suatu unsur kimia tertentu yang dihitung dengan mempertimbangkan isotop dari unsur tersebut.

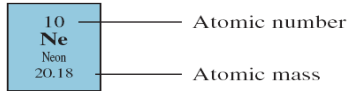
Contoh : 7.42% Li- 6 = (6.015 sma)
92.58% Li -7 =(7.016 sma)

Mass atom rata-rata Li=

$$\frac{7.42 \times 6.015 + 92.58 \times 7.016}{100} = 6.941 \text{ sma}$$

Ex.1: Kelimpahan alami dari karbon-12 dan karbon-13 masing- masing adalah 98,90 % dan 1,10 %. Massa atom karbon-13 telah ditetapkan sebesar 13,00335 sma. Berapa massa atom rata-rata dari karbon tersebut ?

1 1A																		18 8A
1 H Hydrogen 1.008	2 2A												13 3A	14 4A	15 5A	16 6A	17 7A	2 He Helium 4.003
3 Li Lithium 6.941	4 Be Beryllium 9.012												5 B Boron 10.81	6 C Carbon 12.01	7 N Nitrogen 14.01	8 O Oxygen 16.00	9 F Fluorine 19.00	10 Ne Neon 20.18
11 Na Sodium 22.99	12 Mg Magnesium 24.31	3 3B	4 4B	5 5B	6 6B	7 7B	8 8B	9 9B	10 10B	11 11B	12 12B	13 Al Aluminum 26.98	14 Si Silicon 28.09	15 P Phosphorus 30.97	16 S Sulfur 32.07	17 Cl Chlorine 35.45	18 Ar Argon 39.95	
19 K Potassium 39.10	20 Ca Calcium 40.08	21 Sc Scandium 44.96	22 Ti Titanium 47.88	23 V Vanadium 50.94	24 Cr Chromium 52.00	25 Mn Manganese 54.94	26 Fe Iron 55.85	27 Co Cobalt 58.93	28 Ni Nickel 58.69	29 Cu Copper 63.55	30 Zn Zinc 65.39	31 Ga Gallium 69.72	32 Ge Germanium 72.59	33 As Arsenic 74.92	34 Se Selenium 78.96	35 Br Bromine 79.90	36 Kr Krypton 83.80	
37 Rb Rubidium 85.47	38 Sr Strontium 87.62	39 Y Yttrium 88.91	40 Zr Zirconium 91.22	41 Nb Niobium 92.91	42 Mo Molybdenum 95.94	43 Tc Technetium (98)	44 Ru Ruthenium 101.1	45 Rh Rhodium 102.9	46 Pd Palladium 106.4	47 Ag Silver 107.9	48 Cd Cadmium 112.4	49 In Indium 114.8	50 Sn Tin 118.7	51 Sb Antimony 121.8	52 Te Tellurium 127.6	53 I Iodine 126.9	54 Xe Xenon 131.3	
55 Cs Cesium 132.9	56 Ba Barium 137.3	57 La Lanthanum 138.9	72 Hf Hafnium 178.5	73 Ta Tantalum 180.9	74 W Tungsten 183.9	75 Re Rhenium 186.2	76 Os Osmium 190.2	77 Ir Iridium 192.2	78 Pt Platinum 195.1	79 Au Gold 197.0	80 Hg Mercury 200.6	81 Tl Thallium 204.4	82 Pb Lead 207.2	83 Bi Bismuth 209.0	84 Po Polonium (210)	85 At Astatine (210)	86 Rn Radon (222)	
87 Fr Francium (223)	88 Ra Radium (226)	89 Ac Actinium (227)	104 Rf Rutherfordium (257)	105 Db Dubnium (260)	106 Sg Seaborgium (263)	107 Bh Bohrium (262)	108 Hs Hassium (265)	109 Mt Meitnerium (266)	110 Ds Darmstadtium (269)	111 Rg Roentgenium (272)	112	113	114	115	116	(117)	118	



Average atomic mass (6.941)

Metals	58 Ce Cerium 140.1	59 Pr Praseodymium 140.9	60 Nd Neodymium 144.2	61 Pm Promethium (147)	62 Sm Samarium 150.4	63 Eu Europium 152.0	64 Gd Gadolinium 157.3	65 Tb Terbium 158.9	66 Dy Dysprosium 162.5	67 Ho Holmium 164.9	68 Er Erbium 167.3	69 Tm Thulium 168.9	70 Yb Ytterbium 173.0	71 Lu Lutetium 175.0
Metalloids														
Nonmetals	90 Th Thorium 232.0	91 Pa Protactinium (231)	92 U Uranium 238.0	93 Np Neptunium (237)	94 Pu Plutonium (242)	95 Am Americium (243)	96 Cm Curium (247)	97 Bk Berkelium (247)	98 Cf Californium (249)	99 Es Einsteinium (254)	100 Fm Fermium (253)	101 Md Mendelevium (256)	102 No Nobelium (254)	103 Lr Lawrencium (257)

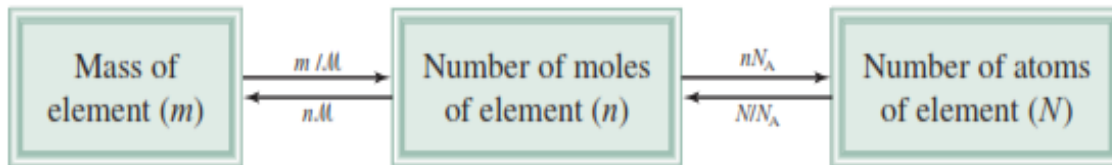
1.3 Massa Molar Unsur dan Bilangan Avogadro

mol = Banyaknya suatu zat yang mengandung atom, molekul atau partikel lain

$$N_A \text{ (Avogadro's number) } = 6,0221367 \times 10^{23}$$

Konversi antara massa dan mol atom, dan jumlah atom dan massa serta menghitung massa dari satu atom.

$$\frac{1 \text{ mol } X}{\text{massa molar dari } X} = 1 \qquad \frac{1 \text{ mol } X}{6,022 \times 10^{23} \text{ atom } X} = 1$$



- Example 1 : Belerang (S) adalah unsur non logam. Adanya sulfur dalam batubara mengakibatkan terjadinya fenomena hujan asam. Berapa jumlah atom yang ada di dalam 16,3 g S ?

Jawab :

$$\begin{aligned}n &= m \text{ (gr) } / \text{ Ar S} \\ &= 16,3 \text{ gram} / 32,07 \text{ gram S} \\ &= 0,5083 \text{ mol}\end{aligned}$$

$$\begin{aligned}N &= n \times N_A \\ &= 0,5083 \text{ mol} \times (6,022 \times 10^{23}) \\ &= 3,016 \times 10^{23} \text{ atom S}\end{aligned}$$

- Example 2 : Perak (Ag) adalah logam berharga yang biasanya digunakan untuk perhiasan. Berapa massa (dalam gram) satu atom Ag ?

Jawab

$$N = n \times N_A$$

$$1 \text{ atom Ag} = n \times 6,022 \times 10^{23}$$

$$n = 1,6606 \times 10^{-24}$$

$$n = m / \text{Ar Ag}$$

$$1,6606 \times 10^{-24} = m / 107,9$$

$$m = 1,792 \times 10^{-22} \text{ gram}$$

1.4 Persen Komposisi , Rumus Empiris dan Rumus Molekul Senyawa

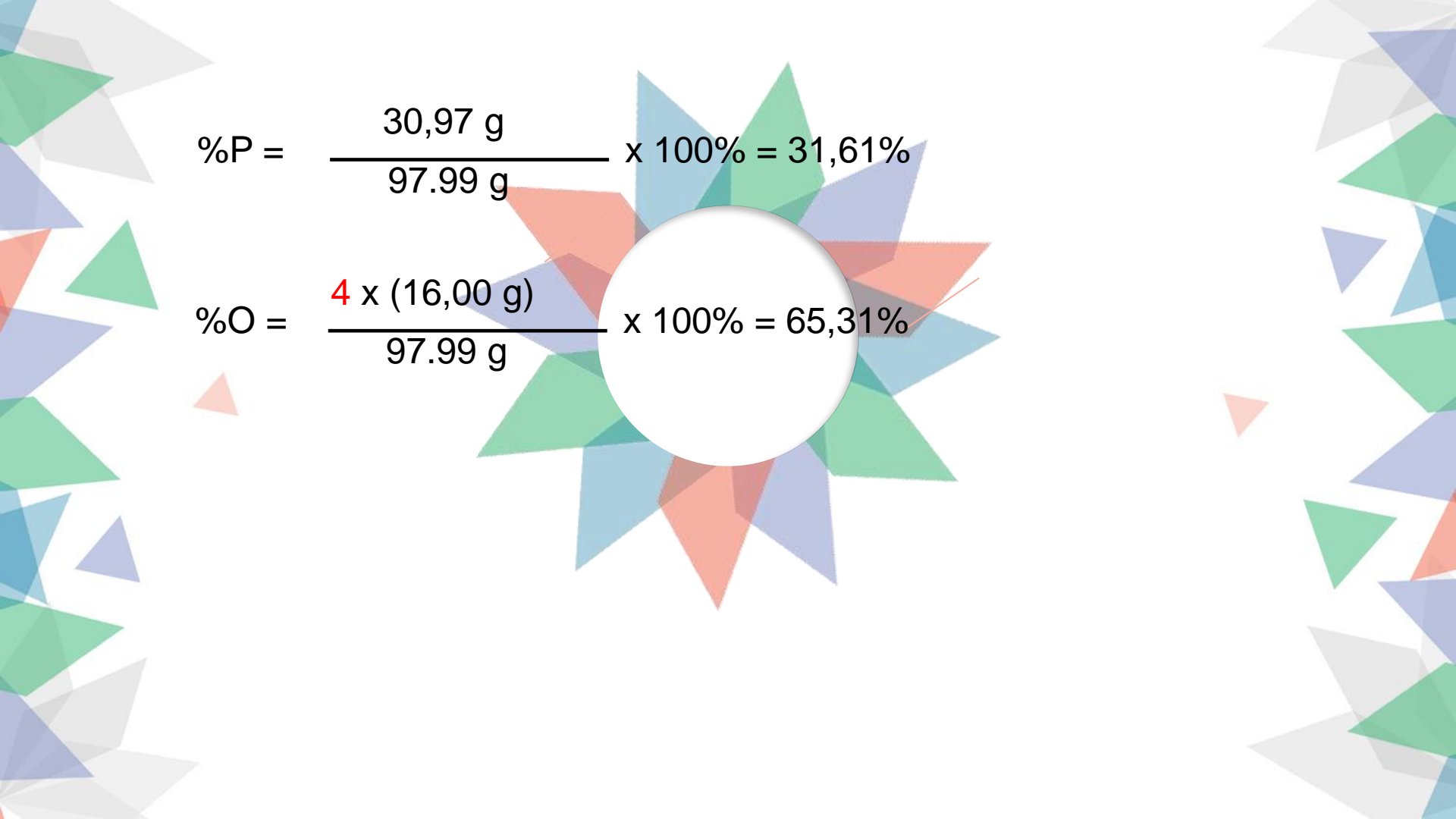
Adalah persentase massa dari tiap unsur yang terkandung dalam suatu senyawa.

$$\text{persen komposisi suatu unsur} = \frac{n \times \text{massa molar unsur}}{\text{massa molar senyawa}} \times 100 \%$$

Ex : Asam fosfat (H_3PO_4) adalah cairan tidak berwarna menyerupai sirup yang digunakan untuk membuat sabun cuci, pupuk, dan pasta gigi. Senyawa ini juga memberikan rasa tajam pada minuman berkarbonat. Hitung persen komposisi massa dari H, P, dan O dalam senyawa ini !

Jawab

$$\%H = \frac{3 \times (1,008 \text{ g})}{97.99 \text{ g}} \times 100\% = 3,086\%$$


$$\%P = \frac{30,97 \text{ g}}{97,99 \text{ g}} \times 100\% = 31,61\%$$

$$\%O = \frac{4 \times (16,00 \text{ g})}{97,99 \text{ g}} \times 100\% = 65,31\%$$

1.5 Penentuan Rumus Empiris dan Rumus Molekul

Rumus Empiris adalah rumus yang menggunakan angka yang mudah dan bulat untuk menyatakan jumlah relatif dari tiap elemen yang ada dalam satuan rumus (diturunkan dari hasil percobaan analisis). Contoh : NaCl, H₂O, dan CH₂.

Rumus Molekul adalah rumus yang pasti dari tiap macam atom yang terdapat dalam molekul.

Example : Asam askorbat (vit C) menyembuhkan sariawan dan mencegah flu. Persen komposisi massa dari senyawa ini adalah 40,92 persen karbon (C), 4,58 persen hidrogen (H), dan 54,50 persen oksigen (O). Tentukan rumus empiris dan molekulnya !

$$n_{\text{C}} = 40,92 \text{ g C} \times \frac{1 \text{ mol C}}{12,01 \text{ g C}} = 3,407 \text{ mol C}$$

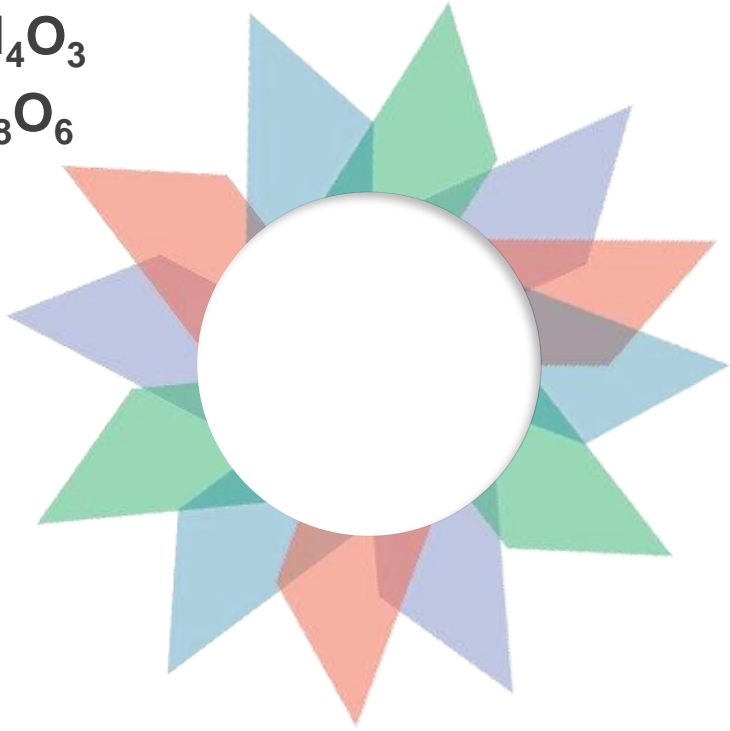
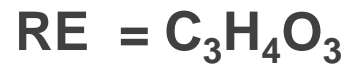
$$n_{\text{H}} = 4,58 \text{ g H} \times \frac{1 \text{ mol H}}{1,008 \text{ g H}} = 4,54 \text{ mol H}$$

$$n_{\text{O}} = 54,50 \text{ g O} \times \frac{1 \text{ mol O}}{16,00 \text{ g O}} = 3,406 \text{ mol O}$$

$$n_{\text{C}} = 3,407, n_{\text{H}} = 4,54, n_{\text{O}} = 3,406$$

$$\text{C} : \frac{3,407}{3,406} \approx 1,0 \quad \text{H} : \frac{4,54}{3,406} = 1,33$$

$$\text{O} : \frac{3,406}{3,406} = 1,0$$

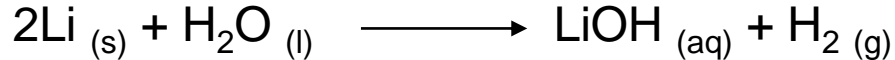


1.6 Reaksi Kimia dan Persamaan Kimia

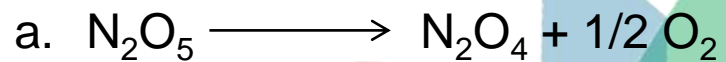
Setarakan persamaan kimia untuk reaksi di bawah ini :

- $\text{N}_2\text{O}_5 \longrightarrow \text{N}_2\text{O}_4 + \text{O}_2$
- $\text{NaHCO}_3 \longrightarrow \text{Na}_2\text{CO}_3 + \text{H}_2\text{O} + \text{CO}_2$
- $\text{HCl} + \text{CaCO}_3 \longrightarrow \text{CaCl}_2 + \text{H}_2\text{O} + \text{CO}_2$
- $\text{Al} + \text{H}_2\text{SO}_4 \longrightarrow \text{Al}_2(\text{SO}_4)_3 + \text{H}_2$

Example : Semua logam alkali bereaksi dengan air menghasilkan gas hidrogen dan hidroksida logam alkali yang bersesuaian. Satu reaksi yang khas adalah antara litium dan air :



- Berapa mol H_2 akan terbentuk dari reaksi sempurna antara 6,23 mol Li dengan air ?
- Berapa gram H_2 akan terbentuk dari reaksi sempurna antara 80,57 g Li dengan air ?



Pada pembakaran 2,4 gram molekul gas C_5H_{12} dengan gas oksigen menghasilkan gas CO_2 dan H_2O . Tentukan

- Persamaan reaksinya
- Jumlah molekul gas oksigen
- Jumlah molekul gas CO_2
- Jumlah molekul gas H_2O