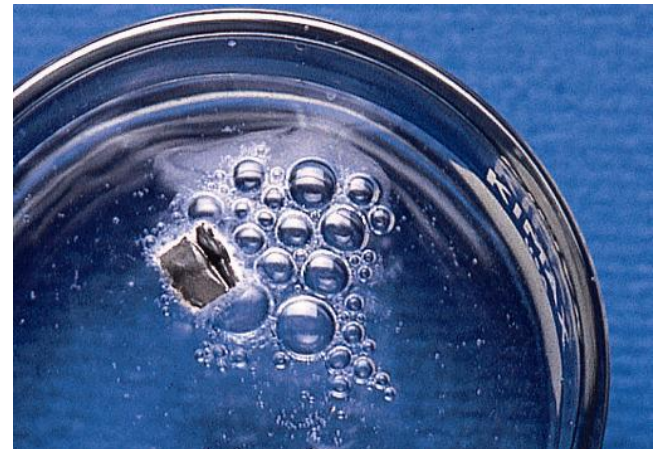


Hubungan Massa dalam Reaksi Kimia

Bab 3

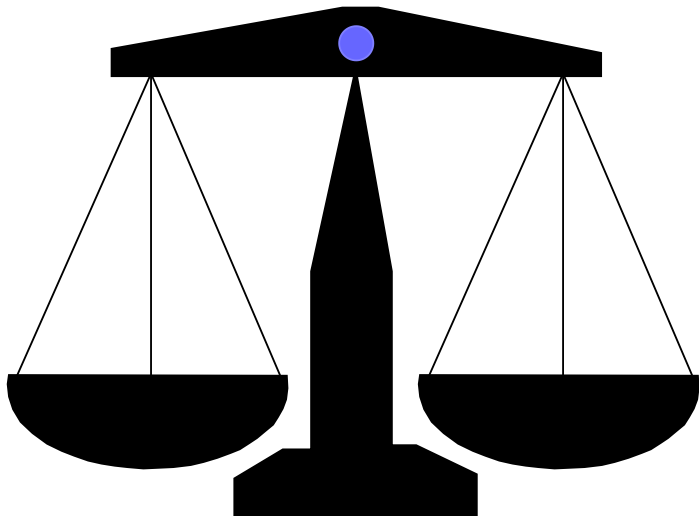


Micro World
atoms & molecules



Macro World
grams

Massa atom adalah massa suatu atom dalam satuan massa atom (sma)



Dengan definisi:
1 atom ^{12}C “beratnya” 12 amu

Pada skala ini

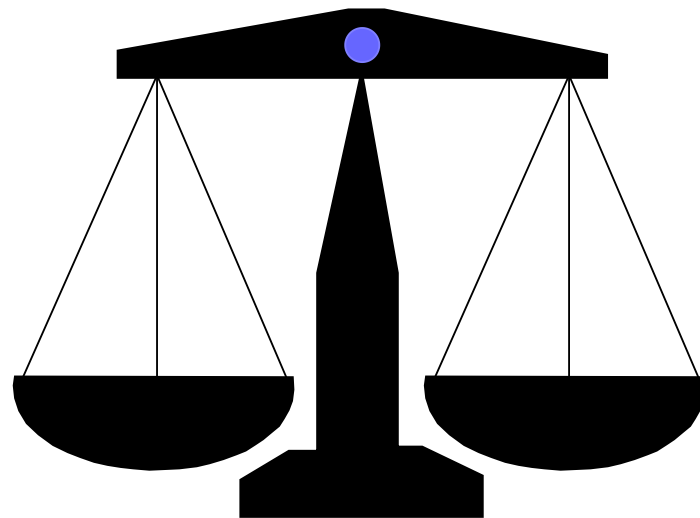
$^1\text{H} = 1,008 \text{ amu}$

$^{16}\text{O} = 16,00 \text{ amu}$

Litium alami adalah:

7,42% ${}^6\text{Li}$ (6,015 amu)

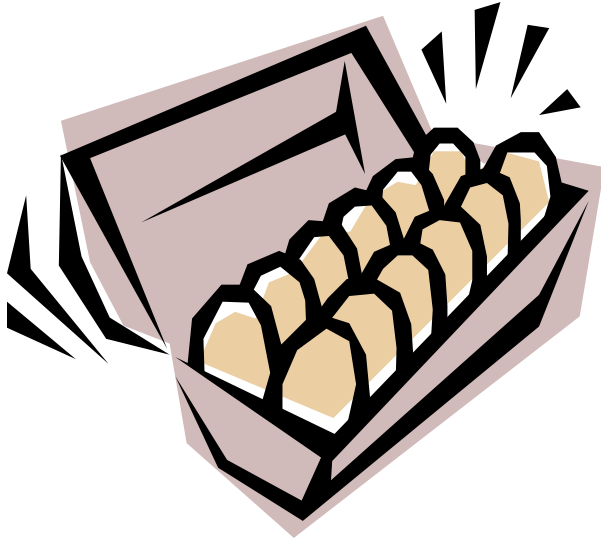
92,58% ${}^7\text{Li}$ (7,016 amu)



Massa atom rata-rata litium:

$$\frac{7,42 \times 6,015 + 92,58 \times 7,016}{100} = 6,941 \text{ amu}$$

Lusin = 12



Pasang = 2

Mol (mol) adalah jumlah suatu zat yang berisi entitas dasar sebanyak yang ada adalah atom ^{12}C sebanyak 12,00 gram

$$1 \text{ mol} = N_A = 6,0221367 \times 10^{23}$$

Nilai Avogadro (N_A)

Massa molar adalah massa 1 mol telur sepatu kelereng **dalam gram** atom

$$1 \text{ mol atom } ^{12}\text{C} = 6,022 \times 10^{23} \text{ atom} = 12,00 \text{ g}$$

$$1 \text{ atom } ^{12}\text{C} = 12,00 \text{ amu}$$

$$1 \text{ mol atom } ^{12}\text{C} = 12,00 \text{ g } ^{12}\text{C}$$

$$1 \text{ mol atom litium} = 6,941 \text{ g Li}$$

Untuk unsur apapun

$$\text{Massa atom (amu)} = \text{massa molar (gram)}$$

1 mol dari:

C



S



Hg



Cu

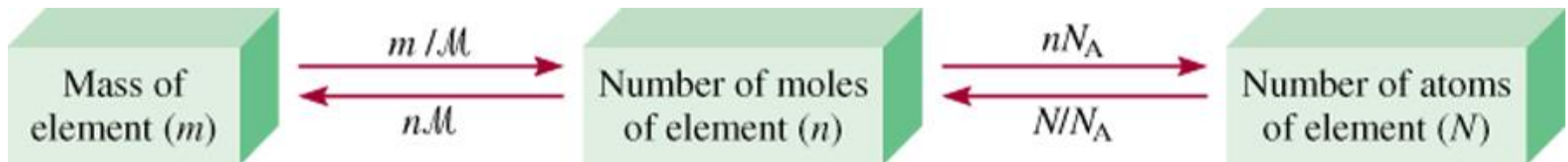


Fe



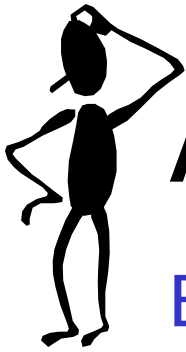
$$\frac{1 \text{ atom } ^{12}\text{C}}{12,00 \text{ amu}} \times \frac{12,00 \text{ g}}{6,022 \times 10^{23} \text{ atom } ^{12}\text{C}} = \frac{1,66 \times 10^{-24} \text{ g}}{1 \text{ amu}}$$

$$1 \text{ amu} = 1,66 \times 10^{-24} \text{ g} \quad \text{atau} \quad 1 \text{ g} = 6,022 \times 10^{23} \text{ amu}$$



$\mathcal{M}$ = massa molar dalam g/mol

N_A = jumlah Avogadro



Apakah Anda Memahami Massa Molar?

Berapa banyaknya atom dalam 0,551 g Kalium(K)?

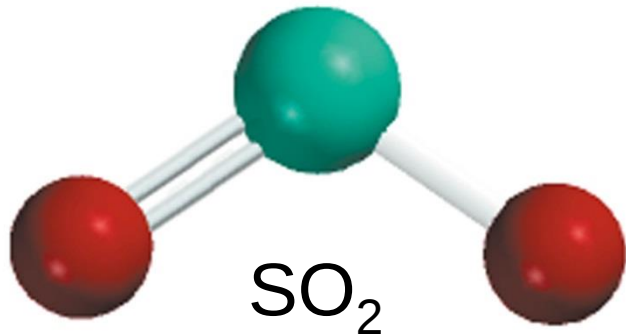
$$1 \text{ mol K} = 39,10 \text{ g K}$$

$$1 \text{ mol K} = 6,022 \times 10^{23} \text{ atom K}$$

$$0,551 \text{ g K} \times \frac{1 \text{ mol K}}{39,10 \text{ g K}} \times \frac{6,022 \times 10^{23} \text{ atom K}}{1 \text{ mol K}} =$$

$$8,49 \times 10^{21} \text{ atom K}$$

Massa Molekul (atau berat molekul) adalah jumlah dari massa atom (dalam sma) dalam suatu molekul

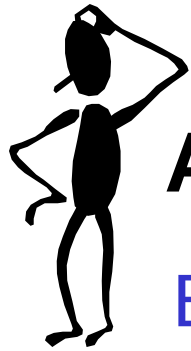


$$\begin{array}{rcl} 1\text{S} & & 32,07 \text{ sma} \\ 2\text{O} & + & 2 \times 16,00 \text{ sma} \\ \hline \text{SO}_2 & & 64,07 \text{ sma} \end{array}$$

Untuk molekul apa pun
massa molekul (sma) = massa molar (gram)

$$1 \text{ molekul SO}_2 = 64,07 \text{ sma}$$

$$1 \text{ mol SO}_2 = 64,07 \text{ g SO}_2$$



Apakah Anda Memahami Massa Molekul?

Berapa banyak atom H dalam 72,5 g $\text{C}_3\text{H}_8\text{O}$?

$$1 \text{ mol } \text{C}_3\text{H}_8\text{O} = (3 \times 12) + (8 \times 1) + 16 = 60 \text{ g } \text{C}_3\text{H}_8\text{O}$$

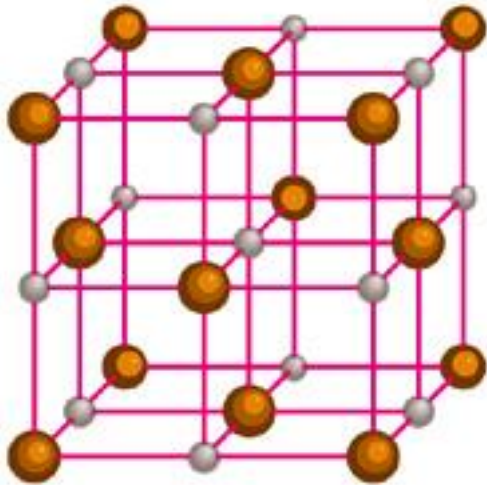
$$1 \text{ mol molekul } \text{C}_3\text{H}_8\text{O} = 8 \text{ mol atom H}$$

$$1 \text{ mol H} = 6,022 \times 10^{23} \text{ atom H}$$

$$72,5 \text{ g } \text{C}_3\text{H}_8\text{O} \times \frac{1 \text{ mol } \text{C}_3\text{H}_8\text{O}}{60 \text{ g } \text{C}_3\text{H}_8\text{O}} \times \frac{8 \text{ mol atom H}}{1 \text{ mol } \text{C}_3\text{H}_8\text{O}} \times \frac{6,022 \times 10^{23} \text{ atom H}}{1 \text{ mol atom H}} =$$

$$5,82 \times 10^{24} \text{ atom H}$$

Massa rumus adalah jumlah massa atom (dalam sma) dalam satuan rumus senyawa ionik.



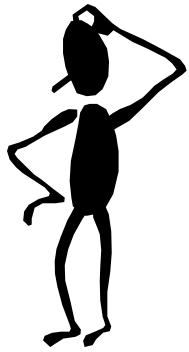
NaCl

$$\begin{array}{rcl} 1\text{Na} & & 22,99 \text{ sma} \\ 1\text{Cl} & + & 35,45 \text{ sma} \\ \hline \text{NaCl} & & 58,44 \text{ sma} \end{array}$$

Untuk senyawa ionik apa pun
Rumus massa (sma) = massa molar (gram)

$$1 \text{ satuan rumus NaCl} = 58,44 \text{ sma}$$

$$1 \text{ mol NaCl} = 58,44 \text{ g NaCl}$$



Apakah Anda Mengerti Rumus Massa (Formulas massa)?

Apa rumus massa $\text{Ca}_3(\text{PO}_4)_2$?

1 satuan unit $\text{Ca}_3(\text{PO}_4)_2$

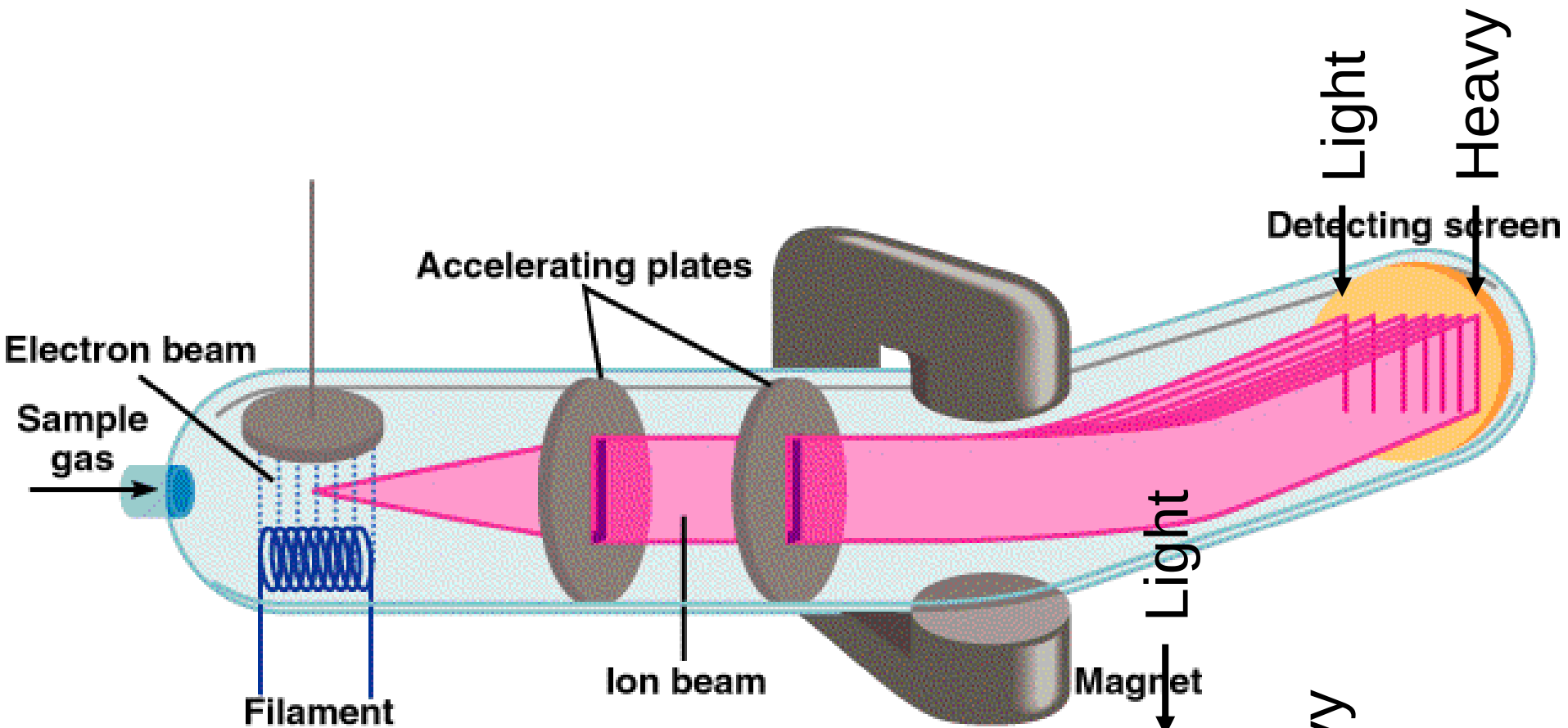
3 Ca 3 x 40,08

2 P 2 x 30,97

8 O + 8 x 16,00

310,18 sma

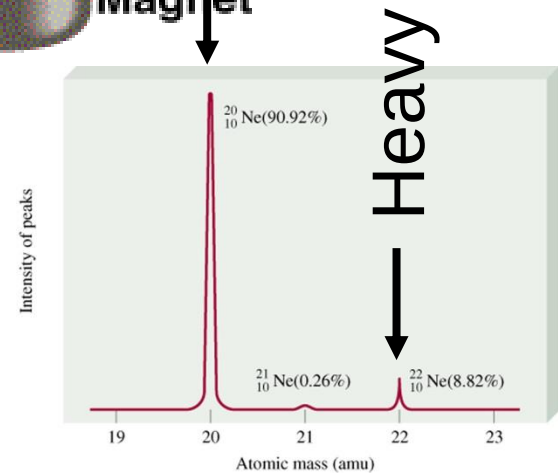
Mass Spectrometer



$$KE = \frac{1}{2} \times m \times v^2$$

$$v = (2 \times KE/m)^{1/2}$$

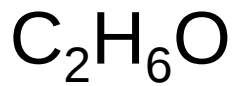
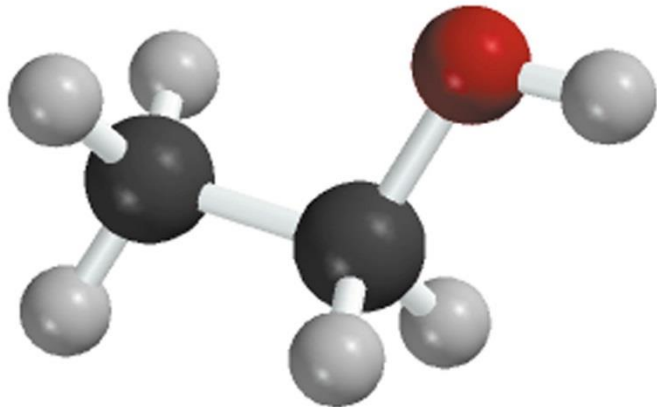
$$F = q \times v \times B$$



Persen komposisi dari unsur dalam senyawa =

$$\frac{n \times \text{massa molar unsur}}{\text{Massa molar dari senyawa}} \times 100\%$$

n adalah jumlah mol suatu unsur dalam 1 **mol** senyawa



$$\%C = \frac{2 \times (12,01 \text{ g})}{46,07 \text{ g}} \times 100\% = 52,14\%$$

$$\%H = \frac{6 \times (1,008 \text{ g})}{46,07 \text{ g}} \times 100\% = 13,13\%$$

$$\%O = \frac{1 \times (16,00 \text{ g})}{46,07 \text{ g}} \times 100\% = 34,73\%$$

$$52,14\% + 13,13\% + 34,73\% = 100,0\%$$

Persen Komposisi dan Rumus Empiris

Mass
percent

↓
Convert to grams and
divide by molar mass

Moles of
each element

↓
Divide by the smallest
number of moles

Mole ratios
of elements

↓
Change to
integer subscripts

Empirical
formula

Tentukan rumus empiris senyawa yang mempunyai persen komposisi massa sebagai berikut:

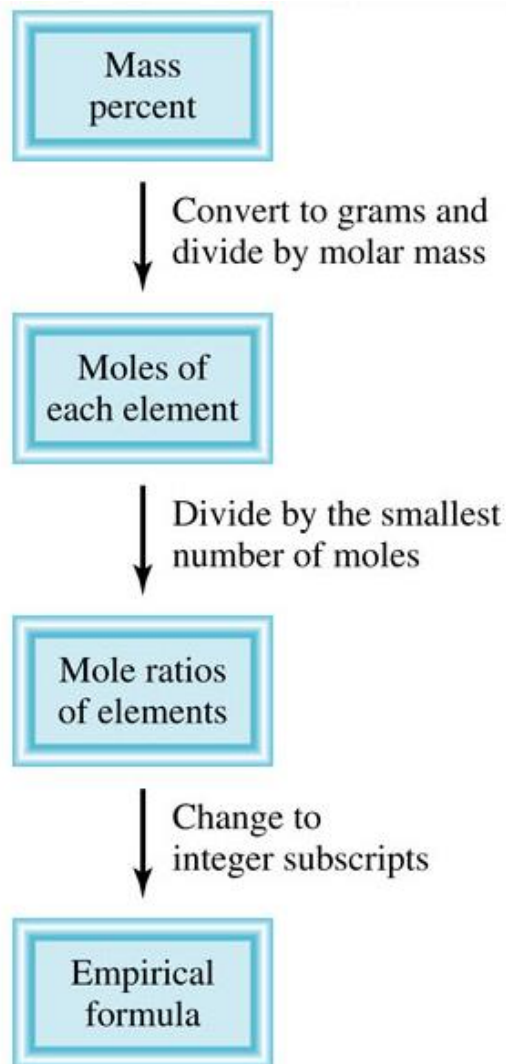
K 24,75; Mn 34,77; O 40,51 persen

$$n_K = 24,75 \text{ g K} \times \frac{1 \text{ mol K}}{39,10 \text{ g K}} = 0,6330 \text{ mol K}$$

$$n_{Mn} = 34,77 \text{ g Mn} \times \frac{1 \text{ mol Mn}}{54,94 \text{ g Mn}} = 0,6329 \text{ mol Mn}$$

$$n_O = 40,51 \text{ g O} \times \frac{1 \text{ mol O}}{16,00 \text{ g O}} = 2,532 \text{ mol O}$$

Persen Komposisi dan Rumus Empiris



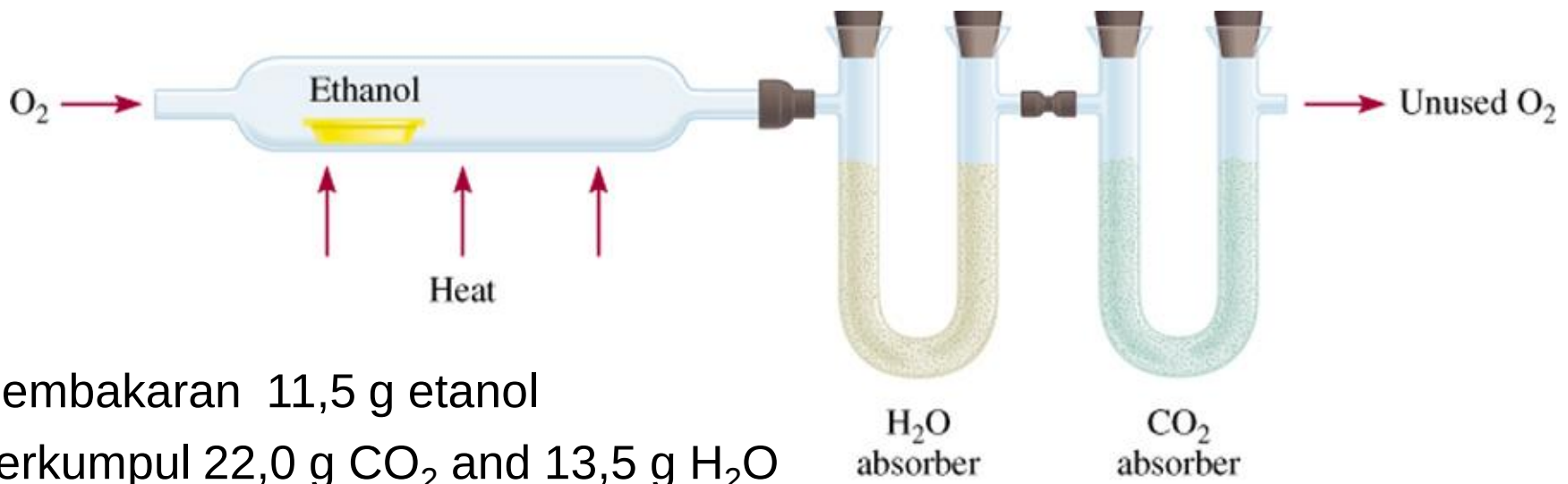
$$n_{\text{K}} = 0,6330, n_{\text{Mn}} = 0,6329, n_{\text{O}} = 2,532$$

$$\text{K} : \frac{0,6330}{0,6329} \approx 1,0$$

$$\text{Mn} : \frac{0,6329}{0,6329} = 1,0$$

$$\text{O} : \frac{2,532}{0,6329} \approx 4,0$$





Pembakaran 11,5 g etanol

Terkumpul 22,0 g CO₂ and 13,5 g H₂O

g CO₂ $\longrightarrow$ mol CO₂ $\longrightarrow$ mol C $\longrightarrow$ g C 6,0 g C = 0,5 mol C

g H₂O $\longrightarrow$ mol H₂O $\longrightarrow$ mol H $\longrightarrow$ g H 1,5 g H = 1,5 mol H

g O = g sampel – (g C + g H) 4,0 g O = 0,25 mol O

Rumus Empiris C_{0,5}H_{1,5}O_{0,25}

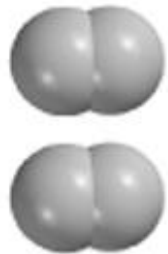
Dibagi dengan bilangan terkecil (0,25)

Rumus Empiris C₂H₆O

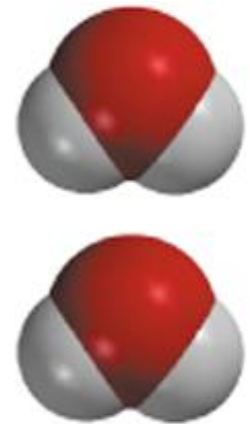
Proses perubahan satu atau lebih zat menjadi satu atau lebih zat baru disebut **reaksi kimia**

Persamaan kimia menggunakan simbol kimia untuk menunjukkan apa yang terjadi selama reaksi kimia

3 cara untuk menyatakan reaksi H_2 dengan O_2 membentuk H_2O



+



Two hydrogen molecules

+

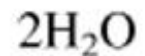
One oxygen molecule



Two water molecules



+



reaktan → produk

Cara “Membaca” Persamaan Kimia



2 atom Mg + 1 molekul O₂ membentuk 2 unit formula MgO

2 mole Mg + 1 mol O₂ membentuk 2 mol MgO

48,6 gram Mg + 32,0 gram O₂ membentuk 80,6 g MgO



IS NOT

2 gram Mg + 1 gram O₂ membentuk 2 g MgO

Menyeimbangkan Persamaan Kimia

1. Tuliskan rumus yang **benar** untuk reaktan di ruas kiri dan rumus yang **benar** untuk produk di ruas kanan persamaan.

Etana bereaksi dengan oksigen membentuk karbon dioksida dan air



2. Ubah angka di depan rumus (**koefisien**) untuk menyamakan jumlah atom setiap unsur di kedua sisi persamaan. Jangan mengubah subskripnya.



Menyeimbangkan Persamaan Kimia

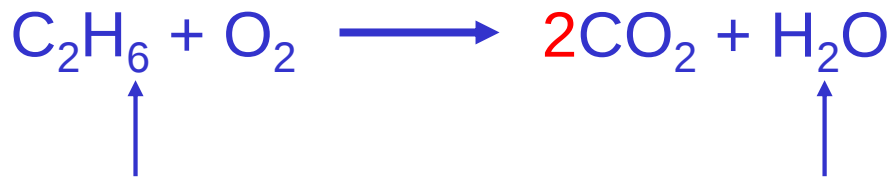
3. Mulailah dengan menyeimbangkan unsur-unsur yang hanya terdapat dalam satu reaktan dan satu produk.



2 carbon
Di kiri

1 carbon
Di kanan

kali CO_2 dengan 2



6 hidrogen
Di kiri

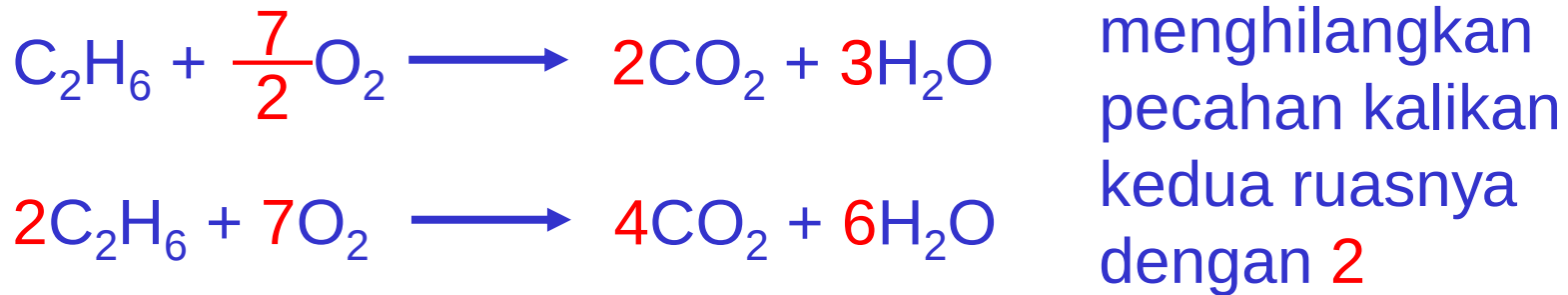
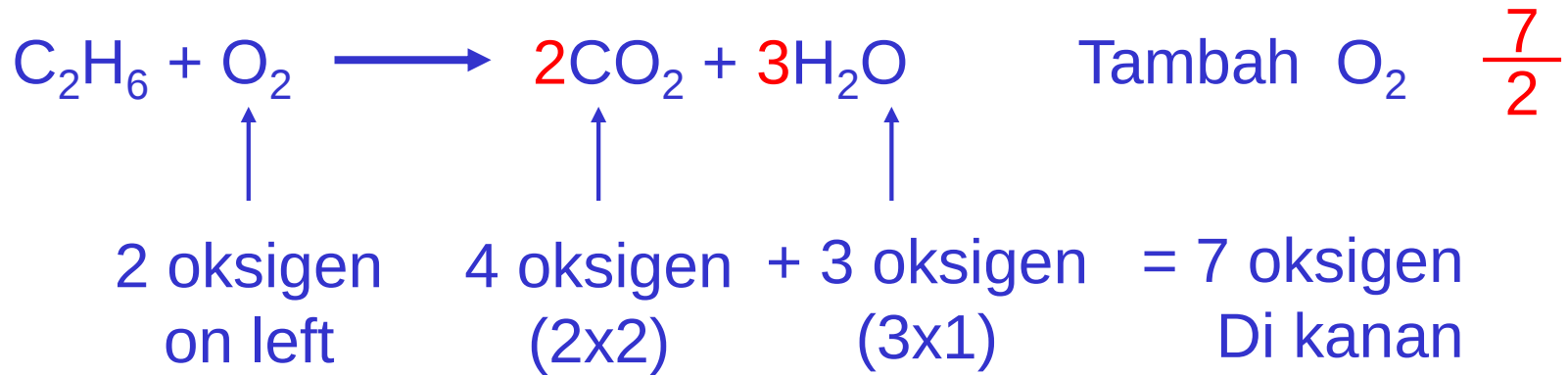
2 hidrogen
Di kanan

tambah 3 H_2O



Menyeimbangkan Persamaan Kimia

4. Setarakan unsur-unsur yang terdapat dalam dua atau lebih reaktan atau produk.



Menyeimbangkan Persamaan Kimia

5. Periksa untuk memastikan bahwa Anda memiliki jumlah yang sama untuk setiap jenis atom di kedua sisi persamaan.



4 C (2 x 2)

4 C

12 H (2 x 6)

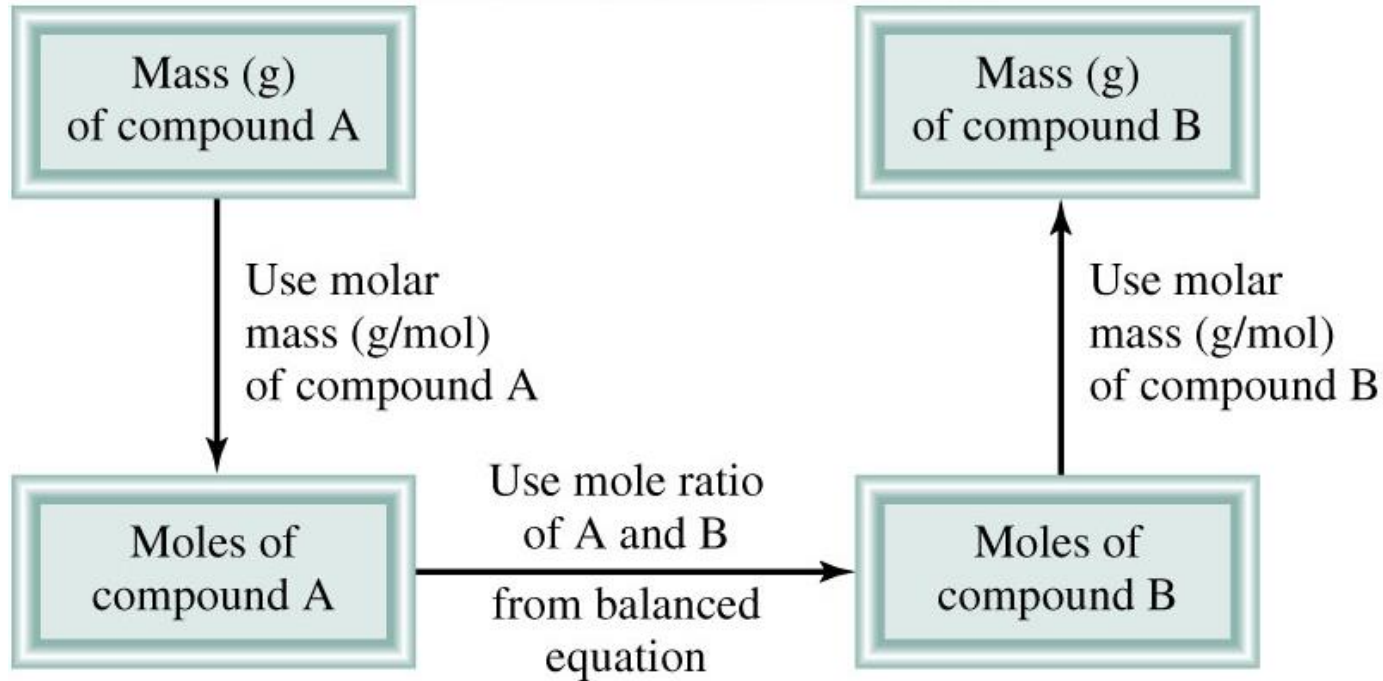
12 H (6 x 2)

14 O (7 x 2)

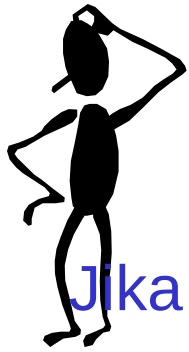
14 O (4 x 2 + 6)

Reaktan	Produk
4 C	4 C
12 H	12 H
14 O	14 O

Jumlah Reaktan dan Produk



1. Tulis persamaan kimia setara
2. Ubah jumlah zat yang diketahui menjadi mol
3. Gunakan koefisien dalam persamaan seimbang untuk menghitung jumlah mol dari kuantitas yang dicari
4. Ubah mol jumlah yang dicari menjadi satuan yang diinginkan



Metanol terbakar di udara sesuai persamaan



Jika 209 g metanol digunakan dalam pembakaran, berapa massa air yang dihasilkan? Hitung massa O_2 Jika dihasilkan 30 g CO_2 ?

gram CH_3OH $\longrightarrow$ mol CH_3OH $\longrightarrow$ mol H_2O $\longrightarrow$ gram H_2O

Massa molar
 CH_3OH

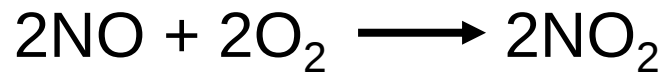
Koefisien
persamaan kimia

Massa molar
 H_2O

$$209 \text{ g } \cancel{\text{CH}_3\text{OH}} \times \frac{1 \cancel{\text{ mol CH}_3\text{OH}}}{32,0 \text{ g } \cancel{\text{CH}_3\text{OH}}} \times \frac{4 \cancel{\text{ mol H}_2\text{O}}}{2 \cancel{\text{ mol CH}_3\text{OH}}} \times \frac{18,0 \text{ g } \cancel{\text{H}_2\text{O}}}{1 \cancel{\text{ mol H}_2\text{O}}} =$$

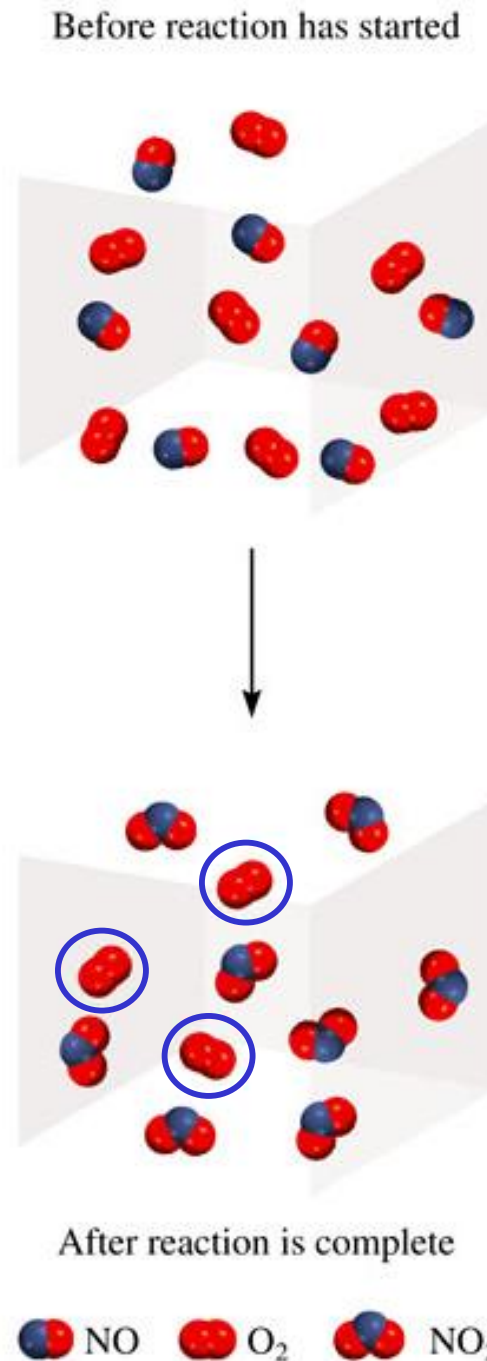
235 g H_2O

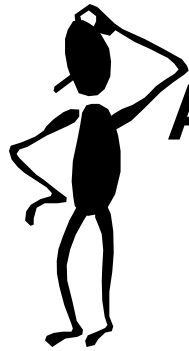
Reagen Pembatas



NO adalah reagen pembatas

O₂ adalah reagen berlebih





Apakah Anda Memahami Reagen Pembatas?

Dalam satu proses, 124 g Al direaksikan dengan 601 g Fe_2O_3



Hitung massa Al_2O_3 yang terbentuk.

g Al $\longrightarrow$ mol Al $\longrightarrow$ mol Fe_2O_3 diperlukan $\longrightarrow$ g Fe_2O_3 diperlukan
Atau

g Fe_2O_3 $\longrightarrow$ mol Fe_2O_3 $\longrightarrow$ mol Al diperlukan $\longrightarrow$ g Al diperlukan

$$\cancel{124 \text{ g Al}} \times \frac{\cancel{1 \text{ mol Al}}}{\cancel{27,0 \text{ g Al}}} \times \frac{\cancel{1 \text{ mol Fe}_2\text{O}_3}}{\cancel{2 \text{ mol Al}}} \times \frac{160, \text{ g Fe}_2\text{O}_3}{\cancel{1 \text{ mol Fe}_2\text{O}_3}} = 367 \text{ g Fe}_2\text{O}_3$$

Dimulai dari 124 g Al $\longrightarrow$ Memerlukan 367 g Fe_2O_3

Memiliki lebih Fe_2O_3 (601 g) maka Al adalah reagen pembatas

Gunakan reagen pembatas (Al) untuk menghitung jumlah produk yang terbentuk



$$\cancel{124 \text{ g Al}} \times \frac{\cancel{1 \text{ mol Al}}}{\cancel{27,0 \text{ g Al}}} \times \frac{\cancel{1 \text{ mol Al}_2\text{O}_3}}{\cancel{2 \text{ mol Al}}} \times \frac{102, \text{ g Al}_2\text{O}_3}{\cancel{1 \text{ mol Al}_2\text{O}_3}} = 234 \text{ g Al}_2\text{O}_3$$



Hasil Reaksi

Hasil Teoritis adalah jumlah produk yang akan dihasilkan terjadi jika semua pereaksi pembatas bereaksi.

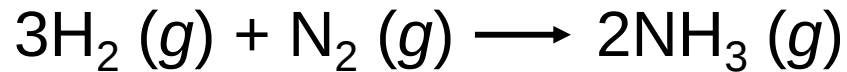
Hasil Aktual adalah jumlah produk yang sebenarnya diperoleh dari suatu reaksi.

$$\% \text{ Yield} = \frac{\text{Hasil Aktual}}{\text{Hasil Teoritis}} \times 100$$

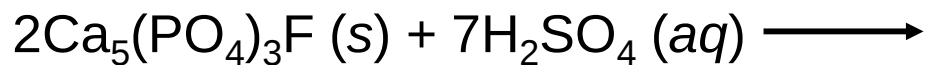
Chemistry *In Action*: Pupuk kimia



Tanaman membutuhkan: N, P, K, Ca, S, & Mg



fluorapatite



Tugas:

- Tentukan jumlah atom 12,8 g Zn ($A_r \text{ Zn} = 65$)
 - Tentukan jumlah atom H dalam 15 g $\text{C}_3\text{H}_6\text{O}_3$ ($M_r 90$)
- Allicin is the compound responsible for the characteristic smell of garlic. An analysis of the compound gives the following percent composition by mass:
C: 44.4 percent; H: 6.21 percent; S: 39.5 percent;
O: 9.86 percent. Calculate its empirical formula.
($A_r \text{ C} = 12, \text{ H} = 1, \text{ S} = 32, \text{ O} = 16$)