

KONSEP MOL DAN PERHITUNGAN KIMIA

1. Identitas UKBM

- a. Mata Pelajaran : Kimia
- b. Semester : 2
- c. Kompetensi Dasar :

3.10 Menerapkan hukum-hukum dasar kimia, konsep massa molekul relatif, persamaan kimia, konsep mol, dan kadar zat untuk menyelesaikan perhitungan kimia

4.10 Menganalisis data hasil percobaan menggunakan hukum-hukum dasar kimia kuantitatif

- d. Materi Pokok : Konsep mol dan perhitungan kimia
Alokasi Waktu : 4 JP
- e. Tujuan Pembelajaran :



Melalui Model Pembelajaran Kooperatif tipe Think Pair Share (TPS) dengan mode daring melalui Moodle & Microsoft Teams, peserta didik dapat menerapkan Konsep mol dalam menyelesaikan perhitungan kimia dan terampil Merancang dan melakukan percobaan terkait dengan reaksi yang dapat membuktikan hukum dasar kimia dengan cara menghayati dan mengamalkan ajaran agama yang dianutnya, menunjukkan perilaku jujur, disiplin, tanggung jawab, peduli, santun, responsif, dan proaktif serta dapat mengembangkan kemampuan berfikir tingkat tinggi melalui berfikir kritis, berkomunikasi, berkolaborasi, berkreasi dan berliterasi dalam menyelesaikan masalah Konsep mol dalam perhitungan kimia.

- f. Materi Pembelajaran :
 - 1) Faktual:
 - Satuan jumlah zat dalam kimia adalah mol
 - 2) Konseptual:
 - Konsep Mol

2. Peta Konsep

KONSEP MOL DAN PERHITUNGAN KIMIA



3. Kegiatan Pembelajaran

a. Pendahuluan

Sebelum belajar pada materi ini silahkan kalian membaca dan memahami teks di bawah ini.

Dalam kehidupan sehari-hari kita mengenal satuan untuk menyebutkan bilangan yang besar untuk mempermudah perhitungan, seperti lusin, kodi, gross, rim, dan lain-lain. Tahukah ananda maksud dari satuan jumlah tersebut?

Tabel 1. Contoh beberapa satuan jumlah

Satuan	Jumlah
1 Lusin	12 buah
1 Rim	500 lembar
1 Kodi	20 buah
1 Gross	144 buah
Sepasang	2 buah

Ada benda yang tidak mungkin menggunakan **satuan jumlah** untuk menghitungnya melainkan **satuan massa**, misalnya ketika ananda membeli beras sebanyak 1 kg. Mengapa ananda menggunakan satuan massa untuk membeli 1 kg beras?. Dapatkah ananda menghitung jumlah beras sebanyak 1 kg dalam satuan butir? Pasti membutuhkan waktu yang sangat lama bukan?

Dalam ilmu kimia, kita sering menjumpai partikel-partikel berupa atom dan molekul. Dapatkah kita menghitung jumlah partikel tersebut?. Para ahli sepakat mencari satuan yang mudah digunakan untuk menghitung jumlah partikel. Satuan tersebut adalah mol.

Air adalah substansi kimia dengan rumus kimia H_2O . Air tersusun oleh interaksi antara molekul-molekul air. Bisakah kita menghitung jumlah molekul air tersebut? Bagaimana menghitung jumlah molekul dalam satu mol air?

b. Kegiatan Inti

1) **Petunjuk umum penggunaan UKBM**

- a) **BACA** dan **PAHAMI** materi pada buku :
1. Buku pegangan siswa Kimia SMA kelas X
 2. Buku Pegangan Guru Kimia Kelas X
 3. Johari, J., M., C., dan Rachmawati, M. 2016. **ESPS Kimia 1 untuk SMA/MA kelas X**. Jakarta: Erlangga.
 4. Sudarmo, Unggul. 2016. Kimia Untuk SMA/MA Kelas X. Jakarta: Erlangga.
 5. Susilowati, Endang; Harjani, Tarti. 2013. Kimia 1. Solo: PT. Wangsa Jatra Lestari
 6. Sufiaty, Any; Damari, Ari. 2014. Bupena Kimia SMA/MA Kelas X. Jakarta : Erlangga
- b) Setelah memahami isi materi dalam bacaan **berlatihlah untuk berpikir tinggi** melalui tugas tugas yang terdapat pada UKB ini baik bekerja sendiri maupun bersama teman kelompok kalian.
- c) **Kerjakan UKB** ini di buku kerja atau langsung mengisikan pada bagian yang telah disediakan.
- d) kalian dapat belajar bertahap dan berkelanjutan melalui **kegiatan ayo berlatih**, apabila kalian yakin sudah **paham dan mampu menyelesaikan permasalahan permasalahan dalam kegiatan belajar 1, 2, 3 dan 4**. Kalian boleh sendiri atau mengajak teman lain yang sudah siap untuk **mengikuti tes formatif agar kalian dapat belajar ke UKB berikutnya**.

2) **Kegiatan Belajar**

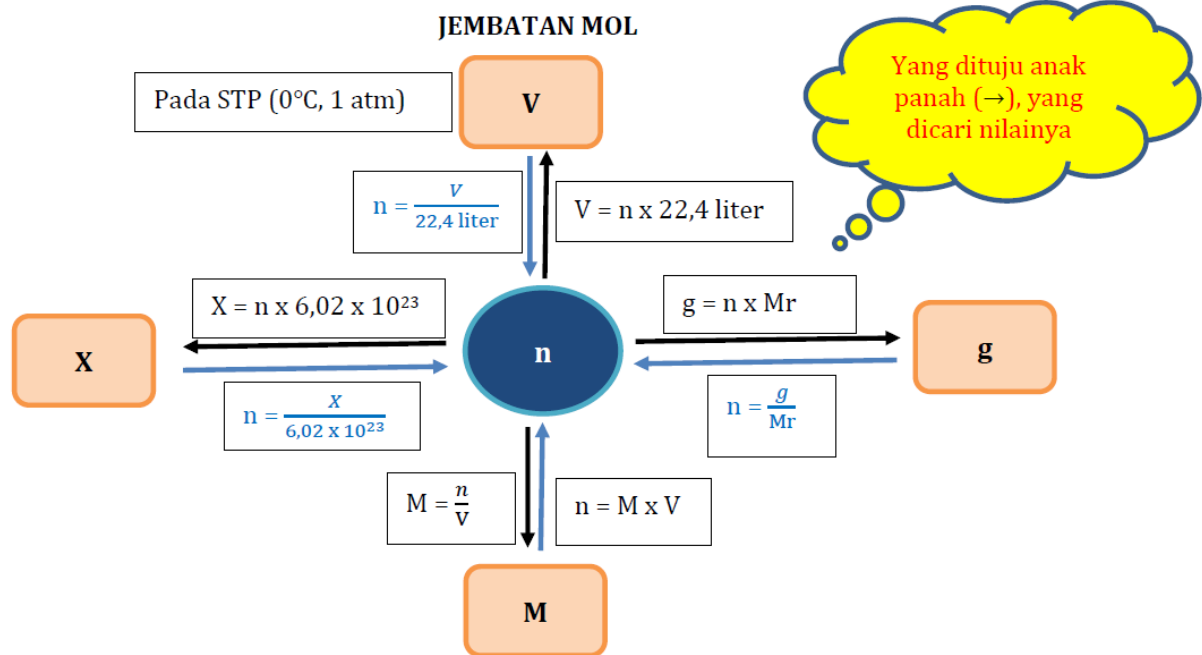
Jika kalian sudah memahami apa yang harus kalian lakukan dalam pembelajaran ini, selanjutnya ikuti kegiatan belajar berikut dengan penuh kesabaran, tekun, dan kalian juga harus berlatih mengerti kompetensi apa yang harus kalian kuasai pada kegiatan belajar ini!!!!

Kegiatan Pembelajaran 1



➤ **KONSEP MOL**

Agar tidak mengalami kesulitan, maka jumlah partikel yang banyak itu diungkapkan dengan satuan jumlah. Para ahli kimia menyatakan satuan jumlah zat dalam kimia adalah **mol**. Bagaimana menentukan mol suatu zat? Ananda dapat melihat pada bagan Jembatan Mol berikut.



Keterangan :

n : Jumlah mol (mol)

g : Massa (gram)

V : Volume (liter)

N : Jumlah partikel (atom atau ion atau molekul)

M : Molaritas (M)

1 mol zat adalah

“ Zat yang mengandung jumlah partikel yang sama dengan jumlah partikel yang terdapat dalam 12 gram atom C-12 ”



Ternyata!!!

Banyaknya atom karbon yang terdapat dalam 12 gram C-12 adalah $6,02 \times 10^{23}$ butir atom. Bilangan ini selanjutnya disebut **bilangan Avogadro** atau **tetapan avogadro** dan diberi lambang **N**.

CONTOH:

- 1 mol logam besi mengandung $6,02 \times 10^{23}$ atom besi
- 1 mol air mengandung $6,02 \times 10^{23}$ molekul air
- 1 mol natrium klorida (NaCl) mengandung $6,02 \times 10^{23}$ ion Na^+ dan $6,02 \times 10^{23}$ ion Cl^-

Massa Molar

“ Massa 1 mol zat yang dinyatakan dalam gram ”

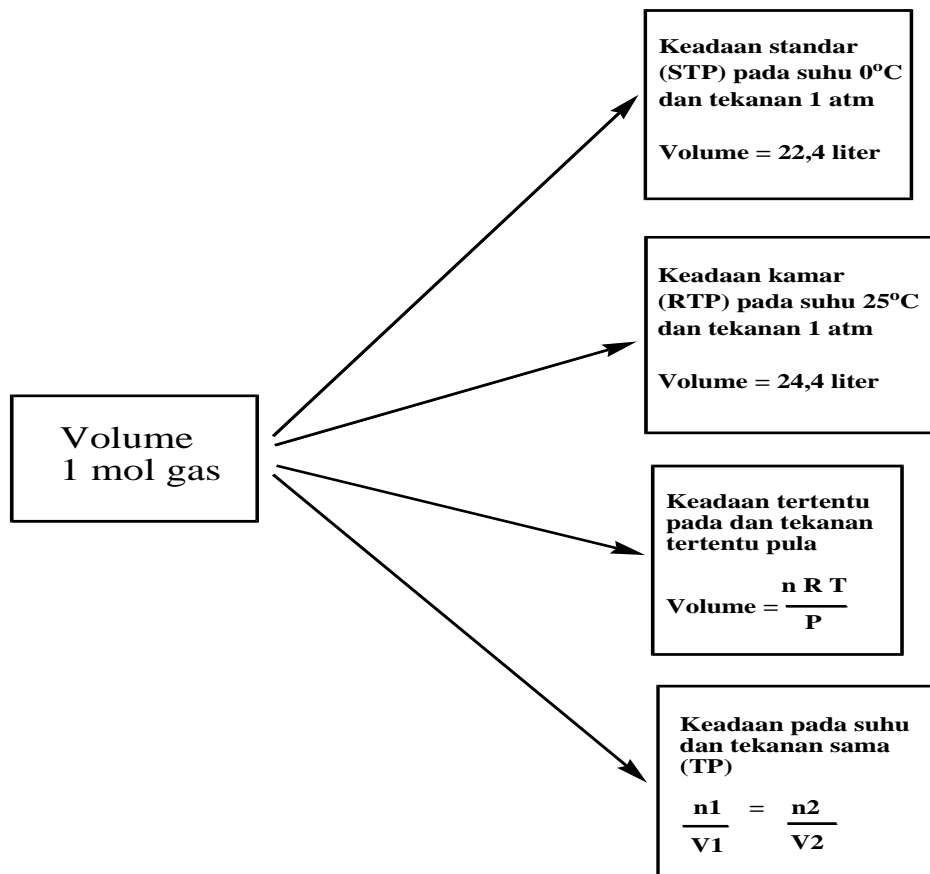
CONTOH:

- Massa 1 mol logam besi= $1 \times 56 = 56$ gram
- Massa 1 mol air= $1 \times 18 = 18$ gram
- Massa 2 mol NaCl= $2 \times 58,5 = 117$ gram

Volume Molar

"volume dari 1 mol dari suatu unsur atau senyawa kimia pada temperatur dan tekanan tertentu "

Volume molar gas pada kondisi standar didasarkan pada volume 1 mol gas oksigen. Massa 1 liter gas oksigen pada kondisi standart adalah 1,429 gram. Karena 1 mol oksigen bermassa 32 gram, maka volume 1 mol oksigen pada STP adalah $\frac{32}{1,329}$ liter = 22,4 liter. Dengan demikian **volume 1 mol tiap gas pada kondisi standar adalah 22,4 liter**



Volume gas bergantung pada suhu dan tekanan. Beberapa keadaan suhu dan tekanan yang biasa dijadikan acuan penentuan volume gas sebagai berikut.

1. Keadaan Standar

Kondisi dengan suhu 0 °C dan tekanan 1 atm disebut keadaan standar dan dinyatakan dengan STP (*Standard Temperature and Pressure*). Rumus yang digunakan untuk mencari volume sama dengan yang tercantum pada Jembatan Mol.

2. Keadaan Kamar

Kondisi pengukuran gas pada suhu 25 °C dan tekanan 1 atm disebut keadaan kamar dan dinyatakan dengan *RTP (Room Temperature and Pressure)*. Untuk mencari volume menggunakan persamaan gas ideal.

$$V = \frac{nRT}{P}$$

dengan : P = tekanan (atm)

V = volume gas (liter)

n = jumlah mol (mol)

R = tetapan gas = 0,082 L atm/mol K

T = 25 °C = 298 K

3. Keadaan Tertentu dengan Suhu dan Tekanan yang Diketahui

Volume gas pada suhu dan tekanan yang diketahui dapat dihitung dengan menggunakan persamaan gas yang disebut persamaan gas ideal. Persamaan gas ideal, yaitu $PV = nRT$, untuk menentukan volume gas menjadi:

$$V = \frac{nRT}{P}$$

dengan: P = tekanan gas (atm)

V = volume gas (liter)

n = jumlah mol gas (mol)

R = tetapan gas = 0,082 L atm/mol K

T = suhu mutlak gas (K = 273 + suhu celcius)

4. Keadaan yang Mengacu pada Keadaan Gas Lain

Pada suhu dan tekanan yang sama, volume gas hanya bergantung pada jumlah molnya. Misalkan gas pertama dengan jumlah mol n_1 dan volume V_1 dan gas kedua dengan jumlah mol n_2 dan volume V_2 , maka pada suhu dan tekanan yang sama berlaku:

$$\frac{V_1}{V_2} = \frac{n_1}{n_2} \text{ atau } \frac{n_1}{V_1} = \frac{n_2}{V_2}$$

Perhatikan contoh-contoh berikut agar Ananda lebih memahami tentang hubungan mol dengan besaran lainnya.

Contoh Soal

1. Suatu sampel logam mengandung 5 mol emas murni (Au).
 - a. Apakah jenis partikel unsur emas?
 - b. Berapakah jumlah partikel dalam sampel tersebut?

Penyelesaian:

- a. Emas adalah unsur logam, sehingga jenis partikelnya adalah **atom** emas.
- b. Jumlah partikel dalam 5 mol emas murni adalah:

$$\begin{aligned}X &= n \times 6,02 \times 10^{23} \text{ partikel/mol} \\&= 5 \text{ mol} \times 6,02 \times 10^{23} \text{ partikel/mol} \\&= \mathbf{3,01 \times 10^{24} \text{ atom emas}}\end{aligned}$$

2. Menghitung Massa Jika Diketahui Jumlah Mol Zat

Hitunglah massa dari:

- a. 5 mol besi (Ar Fe = 56)
- b. 0,75 mol urea $\text{CO}(\text{NH}_2)_2$ (Ar C = 12, O = 16, N = 14, dan H = 1)

Penyelesaian:

$$\begin{aligned}\text{a. massa besi} &= g = n \times \text{Ar Fe} \\&= 5 \text{ mol} \times 56 \text{ mol/gram} \\&= 80 \text{ gram}\end{aligned}$$

$$\text{b. massa urea} = g = n \times \text{Mr CO}(\text{NH}_2)_2$$

$$\begin{aligned}&= 0,75 \text{ mol} \times 60 \text{ mol/gram} \\&= 45 \text{ gram}\end{aligned}$$

3. Menghitung Mol Jika Diketahui Massa Zat

Hitunglah banyaknya mol dari:

- a. 2,3 gram natrium (Ar Na = 23)
- b. 45 gram $\text{C}_6\text{H}_{12}\text{O}_6$ (Ar C = 12, H = 1, dan O = 16)

Penyelesaian:

$$\text{a. } n = \frac{g}{\text{Ar}} = \frac{2,3 \text{ gram}}{23 \text{ gram/mol}} = \mathbf{0,1 \text{ mol}}$$

a.

$$\text{b. Mr C}_6\text{H}_{12}\text{O}_6 = (6 \times \text{Ar C}) + (12 \times \text{Ar H}) + (6 \times \text{Ar O})$$

$$\begin{aligned}&= (6 \times 12) + (12 \times 1) + (6 \times 16) \\&= 72 + 12 + 96 \\&= 180\end{aligned}$$

$$n = \frac{g}{\text{Mr}} = \frac{45 \text{ gram}}{180 \text{ gram/mol}} = \mathbf{0,25 \text{ mol}}$$

4. Tentukan volume dari 2 mol gas nitrogen jika diukur pada:

- a. keadaan standar (STP)
- b. keadaan kamar (RTP)
- c. suhu 30 °C dan tekanan 1 atm
- d. suhu dan tekanan yang sama di mana 0,5 mol gas oksigen mempunyai volume 15 liter

Penyelesaian:

- a. Pada keadaan standar (STP)

$$\begin{aligned}V &= n \times 22,4 \text{ liter} \\&= 2 \text{ mol} \times 22,4 \text{ liter/mol} = 44,8 \text{ liter}\end{aligned}$$

b. Pada keadaan kamar (RTP)

$$V = \frac{nRT}{P} = \frac{2 \text{ mol} \times 0,082 \frac{\text{L.atm}}{\text{mol K}} \times 298 \text{ K}}{1 \text{ atm}} = \mathbf{48,8 \text{ liter}}$$

c. Pada suhu 30 °C dan tekanan 1 atm

$$T = 273 + 30 = 303 \text{ K}$$

$$V = \frac{nRT}{P} = \frac{2 \text{ mol} \times 0,082 \frac{\text{L.atm}}{\text{mol K}} \times 303 \text{ K}}{1 \text{ atm}} = \mathbf{49,7 \text{ liter}}$$

d. Pada suhu dan tekanan yang sama di mana 0,5 mol gas oksigen mempunyai volume 15 liter

$$\begin{aligned} \frac{V_1}{V_2} &= \frac{n_1}{n_2} \\ \frac{V_{O_2}}{V_{N_2}} &= \frac{n_{O_2}}{n_{N_2}} \\ \frac{15 \text{ liter}}{V_{N_2}} &= \frac{0,5 \text{ mol}}{2 \text{ mol}} \end{aligned}$$

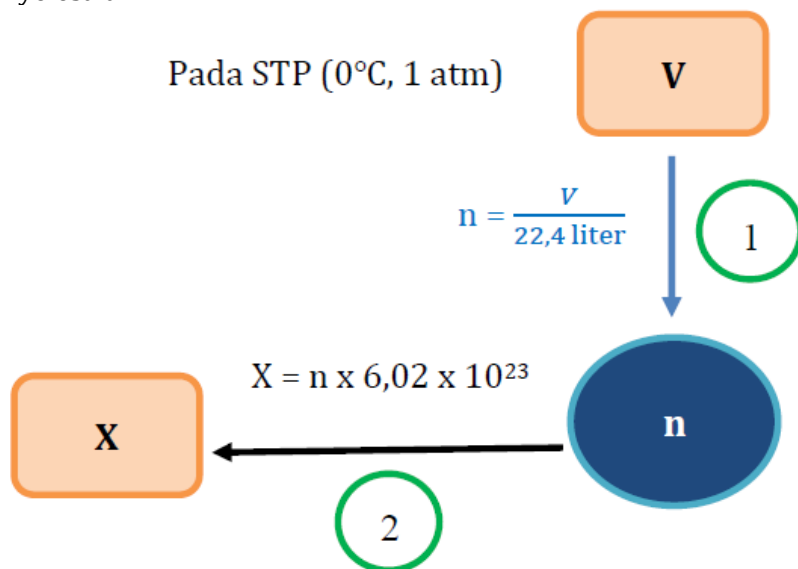
$$V_{N_2} = \frac{2 \text{ mol}}{0,5 \text{ mol}} \times 15 \text{ liter}$$

$$V_{N_2} = 4 \times 15 \text{ liter}$$

$$V_{N_2} = \mathbf{60 \text{ liter}}$$

e. Hitunglah jumlah molekul O_2 yang terkandung dalam 2 liter gas oksigen pada suhu 0 °C dan tekanan 1 atm. ($L = 6,02 \times 10^{23}$)

Penyelesaian:



Karena yang diketahui volume gas oksigen pada STP dan yang ditanyakan adalah jumlah molekul O_2 , maka rumus yang digunakan ada dua. Pada jembatan mol **start** dari **V** dan **finish** di **X**

1

$$n = \frac{v}{22,4 \text{ liter}}$$

$$= \frac{2 \text{ liter}}{22,4 \text{ liter}}$$

$$= 0,089 \text{ mol}$$

2

$$X = n \times 6,02 \times 10^{23}$$

$$= 0,089 \text{ mol} \times 6,02 \times 10^{23}$$

$$= 0,536 \times 10^{23} \text{ molekul}$$

Jadi, jumlah molekul O_2 yang terkandung dalam 2 liter gas O_2 adalah **$0,536 \times 10^{23}$ molekul**



Ayoo berlatih

1. Hitunglah massa dari :
 - a. 3,36 L gas SO_2 (STP)
 - b. $1,505 \times 10^{22}$ molekul $CaCl_2$

Jawab :

.....

.....

.....
2. Hitunglah jumlah partikel dari :
 - a. 17,1 gram $Al_2(SO_4)_3$ ($Al=27, S=32, O=16$)
 - b. 4,48 L gas NO (STP)

Jawab :

.....

.....

.....
3. Hitunglah volume dari :
 - a. $9,03 \times 10^{22}$ molekul gas SO_2
 - b. 3,0 gram gas C_2H_6

Jawab :

.....

.....

.....

4. Massa 8 gram gas XO_3 mempunyai volume sebesar 2,24 L (STP). Jika gas XO_3 mempunyai Mr 80, hitunglah massa atom relatif X !

Jawab :

.....

.....

.....

5. Hitunglah volume dari 2,6 gram gas aetilena, C_2H_2 pada
- keadaan standart, STP (0°C , 1 atm)
 - keadaan suhu kamar, RTP (25°C , 1 atm)
 - keadaan 27°C , 1 atm
 - keadaan dimana 3,2 gram gas oksigen volumenya 2 L

Jawab :

.....

.....

.....

.....

.....

6. Hitunglah massa dari :
- 100 mL larutan NaOH (40 gr/mol) 0,01 M
 - 250 mL larutan H_2SO_4 (98 gr/mol) 0,5 M
 - 2 L Na_2SO_4 (142 gr/mol) 0,5 M

Jawab :

.....

.....

.....

.....

.....

Kegiatan Pembelajaran 2



➤ KONSENTRASI

Konsentrasi larutan menyatakan banyaknya zat terlarut dalam sejumlah tertentu larutan. Secara fisika konsentrasi dapat dinyatakan dalam % (persen) atau ppm (part permillion) = bpj (bagian per juta). Dalam kimia, konsentrasi larutan dinyatakan dalam molar (M), molal (m) atau normal (N).

Molaritas (M)

Molaritas menyatakan jumlah mol zat terlarut dalam setiap liter larutan.

$$M = \frac{\text{mol zat terlarut}}{\text{volume larutan}} = \frac{\text{mol}}{L} = \frac{\text{mol}}{\text{mL}} \times 1000 \text{ mL} / L$$

Contoh Soal:

Dalam labu takar 1 L dilarutkan 24,95 gram kristal $\text{CuSO}_4 \cdot 5\text{H}_2\text{O}$ dalam air sampai batas tanda. Berapa konsentrasi larutan CuSO_4 yang dibuat ini? ($M_r \text{ CuSO}_4 \cdot 5\text{H}_2\text{O} = 249,5$)

Jawab:

Jumlah mol $\text{CuSO}_4 \cdot 5\text{H}_2\text{O} = 24,95 / 249,5 = 0,1 \text{ mol}$

Molaritas = $0,1 \text{ mol} / 1 \text{ L} = 0,1 \text{ M}$

Molalitas (m)

Molalitas menyatakan jumlah mol zat terlarut dalam setiap kilo gram (1000 gram) pelarut.

$$m = \frac{\text{mol zat terlarut}}{\text{kg pelarut}} = \frac{\text{mol zat terlarut}}{1000 \text{ g pelarut}}$$

Contoh Soal:

Sebanyak 1,8 gram glukosa, $\text{C}_6\text{H}_{12}\text{O}_6$ dilarutkan ke dalam 100 gram air ($A_r \text{ C} = 12, \text{H} = 1, \text{O} = 16$). Tentukan molalitas larutan glukosa tersebut!

Jawab:

$$m = \frac{g}{M_r} \times \frac{1.000}{p}$$

$$m = \frac{1,8}{180} \times \frac{1.000}{100}$$

$$m = 0,1$$

Jadi, molalitas $\text{C}_6\text{H}_{12}\text{O}_6 = 0,1 \text{ m}$.

Normalitas (N)

Normalitas menyatakan jumlah ekuivalen zat terlarut dalam setiap liter larutan

$$N = \frac{\text{mol ekuivalen solute}}{L \text{ laruta}} = \frac{\text{massa solute}}{\text{massa ekuivalen} \times L}$$

Contoh Soal:

Tentukan normalitas dari 1.0 M H_2SO_4 dalam reaksi berikut



Jawab:

Pada reaksi ini, 2 mol ion H^+ terlibat dalam asam sulfat H_2SO_4 sehingga dapat ditentukan bahwa asam sulfat memiliki jumlah 2 ekuivalen yang bereaksi dengan NaOH untuk membentuk natrium sulfat dan air.

$$N = M \times e$$

$$N = 1 \times 2$$

$$N = 2 \text{ N}$$

Fraksi Mol (X)

Fraksi mol (X) adalah perbandingan mol salah satu komponen dengan jumlah mol semua komponen. Jika suatu larutan mengandung zat A, dan B dengan jumlah mol masing-masing n_A dan n_B , maka fraksi mol masing-masing komponen adalah:

$$\begin{aligned}X_A &= \frac{n_A}{n_{tot}} & X_B &= \frac{n_B}{n_{tot}} \\n_{tot} &= n_A + n_B \\X_A + X_B &= 1\end{aligned}$$

Contoh Soal:

Hitung fraksi mol NaCl dan fraksi mol H₂O bila 23,4 gram NaCl dalam 180 gram air. Mr NaCl = 58,5

Jawab:

Mol NaCl = $23,4 / 58,5 = 0,4$ mol

Mol H₂O = $180 / 18 = 10$ mol

Fraksi mol NaCl = $0,4 / 10,4 = 0,038$

Fraksi mol H₂O = $10 / 10,4 = 0,962$

Persen Konsentrasi (%)

Dalam bidang kimia sering digunakan persen untuk menyatakan konsentrasi larutan. Persen konsentrasi dapat dinyatakan dengan persen berat (% w/w) dan persen volume (% v/v)

$$\text{Persen Berat (\% w/w)} = \frac{\text{gr zat terlarut}}{\text{gr zat terlarut} + \text{gr pelarut}} \times 100\%$$

$$\text{Persen Volume (\% v/v)} = \frac{\text{volume zat terlarut}}{\text{volume laruta}} \times 100\%$$

Contoh Soal:

Hitung berapa persen massa NaCl yang dibuat dengan melarutkan 20 gram NaCl kristal dalam 60 gram air !

Jawab:

Massa larutan = 20 gram + 60 gram = 80 gram

Persen massa NaCl = $(20 \text{ gram} / 80 \text{ gram}) \times 100 \% = 25 \%$

Parts Per Million (ppm) dan Parts Per Billion (ppb)

Bila larutan sangat encer digunakan satuan konsentrasi parts per million, ppm (bagian per sejuta), dan parts per billion, ppb (bagian per miliar). Satu ppm ekuivalen dengan 1 mg zat terlarut dalam 1 L larutan. Satu ppb ekuivalen dengan 1 μ g zat terlarut per 1 L larutan

$$\begin{aligned}1 \text{ ppm} &= \frac{1 \text{ mg zat terlarut}}{1 \text{ L laruta}} \\1 \text{ ppb} &= \frac{1 \mu\text{g zat terlarut}}{1 \text{ L laruta}}\end{aligned}$$

Parts per million (ppm) dan parts per billion (ppb) adalah satuan yang mirip persen berat. Bila persen berat, gram zat terlarut per 100 g larutan, maka ppm

gram terlarut per sejuta gram larutan, dan ppb zat terlarut per miliar gram larutan.

$$1 \text{ ppm} = \frac{\text{berat zat terlarut}}{\text{berat laruta}} \times 10^6$$
$$1 \text{ ppb} = \frac{\text{berat zat terlarut}}{\text{berat laruta}} \times 10^9$$

Contoh Soal:

Limbah penyamakan kulit mengandung 0,25 gram krom dalam 10 L larutannya. Berapa ppm krom dalam larutan tersebut ?

Jawab:

Massa krom = 0,25 gram = 250 mg

Konsentrasi krom = 250 mg / 10 L = 25 ppm

Pengenceran

Untuk mengurangi tingkat kepekatan suatu larutan, Quipperian bisa melakukannya dengan menambahkan air. Metode ini dikenal sebagai pengenceran. Larutan yang diencerkan jelas mengalami perubahan konsentrasi dan volume. Namun demikian, jumlah mol larutan tidak berubah. Oleh karena itu, pengenceran dirumuskan sebagai berikut.

$$M1 \times V1 = M2 \times V2$$

M1 = konsentrasi larutan 1

V1 = Volume larutan 1

M2 = konsentrasi larutan 2

V2 = volume larutan 2

Contoh Soal:

Hitunglah volume pelarut yang harus ditambahkan jika 100 mL larutan KOH 0,1 M diencerkan sehingga konsentrasinya menjadi 0,01 M ?

Jawab:

V1 = 100 mL

M1 = 0,1 M

M2 = 0,01 M

$$V1 \cdot M1 = V2 \cdot M2$$

$$100 \cdot 0,1 = V2 \cdot 0,01$$

$$10 = 0,01 \times V2$$

$$V2 = 10 / 0,01 = 1000 \text{ mL}$$

Jadi volume pelarut yang harus ditambahkan adalah 1000 mL



Ayoo berlatih

1. Suatu larutan NaOH dibuat dengan melarutkan 5,0 gram NaOH ke dalam 45 gram air. Hitung persen massa larutan tersebut:

Jawab :

.....

.....

2. Berapa mL cuplikan darah yang mengandung 5,6 mg asam urat jika konsentrasi asam urat dalam darah 7,0 ppm:

Jawab :

.....

.....

3. Berapa gram KOH (Ar K= 39, Ar O= 16, Ar H= 1) yang diperlukan untuk membuat 200 mL larutan 0,15 M:

Jawab :

.....

.....

4. Untuk membuat 25 mL larutan H_2SO_4 dibutuhkan 10 mL H_2SO_4 69,5% yang mempunyai massa jenis 1,61 gram / L dan air. Hitung kemolalan larutan ini ($M_r \text{H}_2\text{SO}_4 = 98$)!!

Jawab :

.....

.....

.....

5. Suatu larutan yang terdiri dari 5,85 gram NaCl ($M_r = 58,5$); 45 gram air ($M_r = 18$) dan 2 gram NaOH ($M_r = 40$). Hitung fraksi mol masing-masing komponen penyusun larutan tersebut keadaan standart, STP (0°C , 1 atm)!

Jawab :

.....

.....

.....

.....

.....

Kegiatan Pembelajaran 3



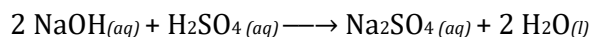
➤ PEREAKSI PEMBATAS

Pereaksi pembatas adalah pereaksi yang habis lebih dahulu

Di dalam suatu reaksi kimia, perbandingan mol zat-zat pereaksi yang ditambahkan tidak selalu sama dengan perbandingan koefisien reaksinya. Apabila zat-zat yang direaksikan tidak ekuivalen, maka salah satu pereaksi akan habis lebih dahulu sedangkan pereaksi yang lain bersisa. Cara menentukan pereaksi pembatas adalah mol masing-masing zat pereaksi dibagi koefisien, kemudian pilih **hasil bagi yang kecil sebagai pereaksi pembatas**.

Contoh

Satu mol larutan natrium hidroksida (NaOH) direaksikan dengan 1 mol larutan asam sulfat (H₂SO₄) sesuai reaksi:



Tentukan:

- pereaksi pembatas
- pereaksi yang sisa
- mol Na₂SO₄ dan mol H₂O yang dihasilkan

Penyelesaian

	$2\text{NaOH}_{(aq)}$	$+$	$\text{H}_2\text{SO}_{4(aq)}$	\longrightarrow	$\text{Na}_2\text{SO}_{4(aq)}$	$+$	$2\text{H}_2\text{O}_{(l)}$
Mula-mula:	1 mol		1 mol		-		-
Bereaksi :	1 mol		$\frac{1}{2} \times 1 \text{ mol} = 0,5 \text{ mol}$		$\frac{1}{2} \times 1 \text{ mol} = 0,5 \text{ mol}$		$\frac{1}{1} \times 1 \text{ mol} = 1 \text{ mol}$
Sisa :	-		0,5 mol		0,5 mol		1 mol

RUAS KIRI PANAH
Sisa = Mula-mula - Bereaksi

RUAS KANAN PANAH
Sisa = Mula-mula + Bereaksi

- Untuk menentukan pereaksi pembatas, jumlah mol mula-mula masing-masing pereaksi dibagi dengan koefisiennya.

$$\frac{\text{mol NaOH}}{\text{koefisien NaOH}} = \frac{1 \text{ mol}}{2} = 0,5 \text{ mol}$$
$$\frac{\text{mol H}_2\text{SO}_4}{\text{koefisien H}_2\text{SO}_4} = \frac{1 \text{ mol}}{1} = 1 \text{ mol}$$

Karena hasil bagi NaOH < H₂SO₄, maka **NaOH adalah pereaksi pembatas**, sehingga NaOH akan habis bereaksi lebih dahulu

- Pereaksi yang sisa adalah H₂SO₄
- mol Na₂SO₄ yang dihasilkan = **0,5 mol**
- mol H₂O yang dihasilkan = **1 mol**



Ayoo berlatih

Jawablah pertanyaan berikut :

1. 10 mol Natrium Hidroksida direaksikan dengan 20 mol Asam Klorida menghasilkan Natrium Klorida dan Air.

Tentukanlah yang merupakan pereaksi pembatas!

Jawab

2. Senyawa Asam Sulfat massa 49 gram ($M_r = 98$) direaksikan dengan 20 gram Natrium Hidroksida ($M_r = 40$)

Tentukanlah yang merupakan pereaksi pembatas!

Jawab

Kegiatan Pembelajaran 3



➤ SENYAWA HIDRAT (AIR KRISTAL)

Air kristal merupakan molekul air yang terjebak di dalam suatu kristal. Kristal merupakan zat padat yang memiliki bentuk teratur. *Hidrat* adalah zat padat yang mengikat beberapa molekul air sebagai bagian dari struktur kristalnya.

Contoh :

Terusi ($\text{CuSO}_4 \cdot 5\text{H}_2\text{O}$) : tembaga(II) sulfat pentahidrat

Gypsum ($\text{CaSO}_4 \cdot 2\text{H}_2\text{O}$) : kalsium sulfat dihidrat

Garam Inggris ($\text{MgSO}_4 \cdot 7\text{H}_2\text{O}$) : magnesium sulfat heptahidrat

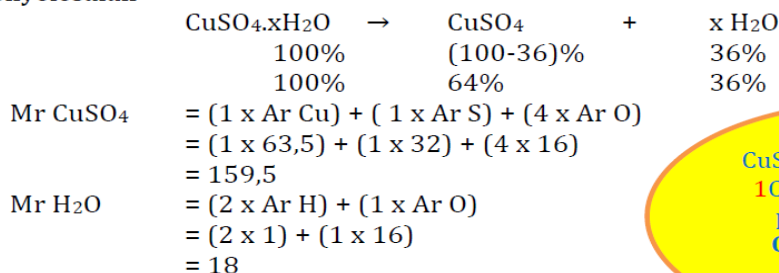
Jumlah kristal air dalam suatu kristal dapat kita tentukan dengan beberapa cara, diantaranya:

- Dengan memanaskan suatu kristal hingga air kristalnya terlepas setelah dipanaskan. Kristal tersebut ditimbang terlebih dahulu untuk mengetahui selisih beratnya dengan kristal yang sudah mengalami pemanasan. Dari selisih berat tersebut kita dapat menentukan jumlah air kristal.
- Dengan menganalisis melalui reaksi kimia

Contoh Soal

Suatu hidrat tembaga(II) sulfat dipanaskan, ternyata beratnya berkurang sebanyak 36%. Tentukan rumus molekul hidrat tersebut! ($A_r \text{ Cu}=63,5$; $S=32$; $O=16$; $H=1$)

Penyelesaian



$\text{CuSO}_4 \cdot x\text{H}_2\text{O}$ bisa ditulis
 $1\text{CuSO}_4 \cdot x\text{H}_2\text{O}$, artinya
 perbandingan mol
 $\text{CuSO}_4 : \text{H}_2\text{O} = 1 : x$

$$\begin{array}{rclcl}
 \text{Perbandingan jumlah mol CuSO}_4 \text{ dengan H}_2\text{O} & = & \text{mol CuSO}_4 & : & \text{mol H}_2\text{O} \\
 & = & 1 & : & x \\
 & = & \frac{64}{159,5} & : & \frac{36}{18} \\
 & = & 0,4 \text{ mol} & : & 2 \text{ mol} \\
 & = & \frac{0,4 \text{ mol}}{0,4 \text{ mol}} & : & \frac{2 \text{ mol}}{0,4 \text{ mol}} \\
 & = & 1 & : & 5
 \end{array}$$

Jadi, rumus senyawa hidrat tersebut adalah $\text{CuSO}_4 \cdot 5\text{H}_2\text{O}$



Ayoo berlatih

Jawablah pertanyaan berikut :

1. 24,0 gram magnesium sulfat anhidrat bergabung dengan 25,2 gram air membentuk senyawa magnesium sulfat hidrat. Tentukan rumus senyawa hidrat tersebut! (Mr $\text{MgSO}_4 = 120$, $\text{H}_2\text{O} = 18$).

Jawab

.....

.....

.....

2. Sebanyak 8,6 gram garam hidrat dipanaskan hingga semua air kristalnya menguap dan membentuk 6,8 gram CaSO_4 . Jika Ar Ca = 40, O = 16, S = 32, dan H = 1, maka tentukan rumus garam hidrat tersebut!

Jawab

.....

.....

.....

c. Penutup

Bagaimana kalian sekarang?

Setelah Kalian mengikuti proses kegiatan belajar ini, Kalian dapat mengukur kemampuan diri dengan cara mengisi Tabel berikut dengan penuh kejujuran.

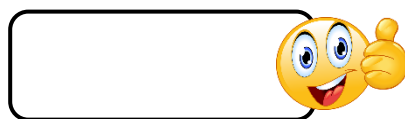
Tabel Refleksi Diri Pemahaman Materi

No	Pertanyaan	Ya	Tidak
1	Apakah anda sudah memahami tentang konsep mol?		
2	Apakah anda dapat menjelaskan konversi mol dengan volume molar, massa molar dan jumlah partikel?		
3	Apakah Anda telah memahami dan dapat menentukan konsentrasi dari suatu larutan?		
4	Apakah anda sudah memahami tentang pereaksi pembatas?		
5	Apakah anda sudah memahami penerapan konsep mol pada penentuan air kristal ?		

Jika menjawab “**TIDAK**” pada salah satu pertanyaan di atas, maka pelajari kembali materi tersebut dalam Buku Teks Pelajaran (BTP) atau sumber belajar lain yang relevan dan sekiranya perlu kalian minta bimbingan Guru atau teman sejawat. Teruslah berjuang, sukses pasti akan teraih. Dan apabila Anda menjawab “**YA**” pada semua pertanyaan, maka lanjutkan berikut.

Dimana posisimu?

Ukurlah diri kalian dalam penguasaan materi Konsep mol, konsentrasi larutan, pereaksi pembatas dan senyawa hidrat, dalam rentang 0 – 100, tuliskan dalam kotak yang tersedia berikut:



Yuk Cek Penguasaanmu terhadap materi Konsep mol, konsentrasi larutan, pereaksi pembatas dan senyawa hidrat

Agar dapat dipastikan bahwa kalian telah menguasai materi Konsep mol, konsentrasi larutan, pereaksi pembatas dan senyawa hidrat, maka kerjakanlah soal evaluasi berikut.

EVALUASI

Berilah tanda silang (X) pada huruf A, B, C, D, atau E di depan jawaban yang tepat!

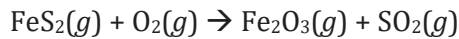
- Jika dalam 1 liter gas SO_2 mengandung n molekul SO_2 , maka dalam 2 liter gas SO_3 terdapat sebanyak
 - n
 - $2n$
 - $4n$
 - $20n$
 - $40n$
- Dua tabung yang volumenya sama berisi gas yang berbeda. Jika kedua gas dalam tabung diukur pada suhu dan tekanan yang sama akan mengandung

- A. massa yang sama
B. unsur yang sama
C. molekul yang sama
D. atom yang sama
E. volume yang sama sebesar 22,4 liter
3. Pada suhu dan tekanan tertentu 2 L gas mengandung $3,01 \times 10^{23}$ molekul H_2 . Jika diukur pada P dan T yang sama 500 mL gas SO_2 mengandung jumlah molekul sebanyak
A. $12,04 \times 10^{23}$ molekul
B. $12,01 \times 10^{22}$ molekul
C. $6,01 \times 10^{23}$ molekul
D. $6,02 \times 10^{22}$ molekul
E. $3,01 \times 10^{23}$ molekul
4. Jika diketahui Ar N = 14, H = 1, S = 32, dan O = 16, maka Mr $(NH_4)_3SO_4$ adalah
A. 152
B. 142
C. 132
D. 122
E. 112
5. Suatu garam kristal $FeSO_4 \cdot xH_2O$ mempunyai $Mr = 242$. Harga x adalah (Ar H = 1, S = 32, O = 16, Fe = 56)
A. 1 D. 4
B. 2 E. 5
C. 3
6. Massa besi dalam 0,25 mol Fe_2O_3 adalah
A. 80 gram
B. 40 gram
C. 30,1 gram
D. 15,5 gram
E. 4 gram
7. Jumlah mol dari 10 gram $CaCO_3$ adalah
A. 25
B. 10
C. 1
D. 0,1
E. 0,01
8. Massa dari $3,02 \times 10^{23}$ atom oksigen adalah (Ar O = 16)
A. 2 gram
B. 4 gram
C. 8 gram
D. 16 gram
E. 32 gram
9. Satu gram zat berikut yang mengandung jumlah molekul paling sedikit adalah (Ar O = 16, N = 14, H = 1, C = 12)
A. CH_4
B. CO_2
C. H_2O
D. NO
E. NH_3

10. Suatu gas X sebanyak 4,25 gram jika diukur pada STP mempunyai volume 2,8 liter. *Mr* gas tersebut adalah
- 26
 - 28
 - 30
 - 32
 - 34
11. Pada tekanan dan suhu yang sama, 1 gram gas berikut mempunyai volume terbesar adalah (*Ar* C = 12, O = 16, H = 1, S = 32, N = 14)
- CO₂
 - C₃H₄
 - C₄H₁₀
 - NO₂
 - SO₂
12. Pada suhu dan tekanan tertentu, 32 gram gas O₂ mempunyai volume 24 mL. Jika diukur pada suhu dan tekanan yang sama 16 gram gas SO₂ akan mempunyai volume (*Ar* O = 16, S = 32)
- 6 mL
 - 12 mL
 - 24 mL
 - 36 mL
 - 48 mL
13. Pada pembakaran sempurna 4 gram gas metana menurut reaksi:
 $\text{CH}_4(g) + \text{O}_2(g) \rightarrow \text{CO}_2(g) + \text{H}_2\text{O}(g)$
Jika diukur pada tekanan dan suhu standar dibutuhkan O₂ sebanyak
- 1,12 liter
 - 11,2 liter
 - 2,24 liter
 - 22,4 liter
 - 44,8 liter
14. Volume oksigen yang dihasilkan pada reaksi pemanasan 49 gram kalium klorat (*Mr* = 122,5) pada keadaan standar adalah
- 4,48 liter
 - 11,2 liter
 - 17,92 liter
 - 8,96 liter
 - 13,44 liter
15. Logam Mg sebanyak 72 gram tepat bereaksi dengan gas nitrogen menurut reaksi:
 $\text{Mg}(s) + \text{N}_2(g) \rightarrow \text{Mg}_3\text{N}_2(s)$. Massa Mg₃N₂ yang dihasilkan adalah (*Ar* Mg = 24, N = 14)
- 25 gram
 - 50 gram
 - 75 gram
 - 100 gram
 - 125 gram
16. Pada pembakaran 4 liter gas etana volume gas CO₂ yang dihasilkan jika diukur pada suhu dan tekanan yang sama adalah
 $\text{C}_2\text{H}_6(g) + \text{O}_2(g) \rightarrow \text{CO}_2(g) + \text{H}_2\text{O}(g)$
- 1 liter
 - 2 liter
 - 4 liter

- D. 6 liter
- E. 8 liter

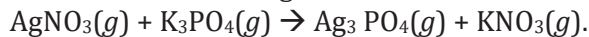
17. Berdasarkan reaksi:



Massa FeS_2 ($A_r \text{ Fe} = 56, \text{ S} = 32$) yang harus dibakar dengan oksigen agar diperoleh 2,24 liter gas SO_2 pada STP adalah

- A. 3 gram
- B. 4,5 gram
- C. 6 gram
- D. 7,5 gram
- E. 9 gram

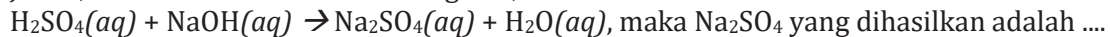
18. Pada reaksi 0,3 mol AgNO_3 dan 0,3 mol K_3PO_4 menurut reaksi:



Yang menjadi pereaksi pembatas adalah

- A. AgNO_3
- B. K_3PO_4
- C. Ag_3PO_4
- D. KNO_3
- E. AgNO_3 dan K_3PO_4

19. Jika 0,2 mol H_2SO_4 direaksikan dengan 0,2 mol NaOH menurut reaksi:



- A. 0,1 mol
- B. 0,2 mol
- C. 0,3 mol
- D. 1 mol
- E. 2 mol

20. Massa unsur C dalam 30 gram karbid (CaC_2) adalah.... ($A_r \text{ Ca} = 40, \text{ C} = 12$)

- A. 46,875 gram
- B. 15 gram
- C. 11,2 gram
- D. 5,625 gram
- E. 3 gram

21. Pembakaran sempurna 32 gram cuplikan belerang menghasilkan 48 gram belerang trioksida.

Kadar belerang dalam cuplikan tersebut adalah ($A_r \text{ S} = 32, \text{ O} = 16$)

- A. 30%
- B. 45%
- C. 60%
- D. 75%
- E. 100%

22. Suatu senyawa karbon mengandung C, H, dan O. Jika 92 gram senyawa tersebut dibakar sempurna menghasilkan 176 gram CO_2 dan 108 gram H_2O ($A_r \text{ C} = 12, \text{ H} = 1, \text{ O} = 16$), maka rumus empiris senyawa tersebut adalah

- A. $\text{C}_2\text{H}_6\text{O}$
- B. $\text{C}_3\text{H}_8\text{O}$
- C. $\text{C}_3\text{H}_8\text{O}_2$
- D. $\text{C}_2\text{H}_6\text{O}_3$
- E. $\text{C}_4\text{H}_8\text{O}$

23. Suatu gas seberat 10,5 gram mempunyai volume 3,36 liter pada STP. Jika rumus empiris gas tersebut adalah CH_2 maka rumus molekul gas tersebut adalah
- A. C_2H_2
 - B. C_3H_6
 - C. C_4H_8
 - D. C_5H_{10}
 - E. C_6H_{12}
24. Jika 38 gram $\text{MgSO}_4 \cdot x\text{H}_2\text{O}$ dipanaskan akan menghasilkan 20 gram MgSO_4 , maka harga x adalah ($A_r \text{ Mg} = 24, \text{ S} = 32, \text{ O} = 16, \text{ H} = 1$)
- A. 2
 - B. 3
 - C. 4
 - D. 5
 - E. 6
25. Sebanyak 43 gram gips ($\text{CaSO}_4 \cdot x\text{H}_2\text{O}$) dipanaskan hingga air kristalnya menguap dan menghasilkan 34 gram CaSO_4 murni. Harga x adalah ($A_r \text{ Ca} = 40, \text{ S} = 32, \text{ O} = 16, \text{ H} = 1$)
- A. 1
 - B. 2
 - C. 3
 - D. 4
 - E. 5
26. Suatu campuran terdiri atas 60% volume gas N_2 dan 40% volume gas O_2 , maka perbandingan molekul gas nitrogen dan oksigen dalam campuran itu adalah
- A. 3 : 2
 - B. 4 : 3
 - C. 21 : 16
 - D. 16 : 21
 - E. 2 : 3
27. Gas amonia terbentuk melalui reaksi: $\text{N}_2(g) + \text{H}_2(g) \rightarrow \text{NH}_3(g)$
Jika 10 liter gas nitrogen direaksikan dengan 27 liter gas hidrogen, maka gas amonia yang terbentuk jika diukur pada suhu dan tekanan yang sama adalah ...liter.
- A. 20
 - B. 18
 - C. 27
 - D. 30
 - E. 36
28. "Pada suhu dan tekanan yang sama, semua gas yang volumenya sama mengandung jumlah molekul yang sama," pernyataan ini dikemukakan oleh
- A. Dalton
 - B. Gay-Lussac
 - C. Proust
 - D. Lavoisier
 - E. Avogadro
29. Gas propana (C_3H_8) dibakar sempurna dengan reaksi:
 $\text{C}_3\text{H}_8(g) + \text{O}_2(g) \rightarrow \text{CO}_2(g) + \text{H}_2\text{O}(g)$
Maka setiap liter propana memerlukan oksigen sebanyak... liter.
- A. 1
 - B. 2
 - C. 3

- D. 4
E. 5
30. Dua liter senyawa hidrokarbon (C_xH_y) dibakar sempurna dengan 10 liter gas oksigen menghasilkan 6 liter gas karbon dioksida, maka rumus senyawa tersebut adalah....
- A. CH_4
B. C_2H_4
C. C_2H_6
D. C_3H_6
E. C_3H_8

Setelah menyelesaikan evaluasi di atas, coba kalian diskusikan kembali penyelesaian stoikiometri dengan teman lalu tuliskan penyelesaian permasalahan diatas ke buku kerja masing-masing!

Ini adalah bagian akhir dari UKBM materi Stoikiometri, mintalah tes formatif kepada Guru kalian sebelum belajar ke UKBM berikutnya.

Sukses untuk kalian!!!