**HUKUM DASAR KIMIA**

**Kompetensi Dasar**

3.11 Menerapkan konsep massa molekul relatif, persamaan reaksi, **hukum-hukum dasar kimia**, dan konsep mol untuk menyelesaikan perhitungan kimia.

**Hukum Kekekalan Massa (Lavoisier)**

1. Bunyi hukum kekekalan massa adalah :

**“Massa total zat – zat sebelum reaksi akan selalu sama dengan massa total zat – zat hasil reaksi”**

1. Contoh kasus hukum kekekalan massa adalah sebagai berikut .

Andi membakar 40 gram batang kayu. Hasil pembakaran adalah kayu berubah menjadi arang. Setelah pembakaran, arang pun ditimbang dan ternyata massa arang tersebut 45 gram. Nilai massa meningkat bukan karena adanya penambahan massa pada kayu saat menjadi arang. Pembakaran tentulah membutuhkan oksigen. Jadi, dalam pembakaran 40 gram batang kayu itu digunakan 5 gram gas oksigen sehingga menghasilkan 45 gram arang. Secara matematis ditulis ;

***40 gram batang kayu + 5 gram oksigen = 45 gram arang***

1. Contoh kasus lainnya dari hukum kekekalan massa adalah berikut.

Sebanyak 18 gram glukosa dibakar dengan oksigen menghasilkan 26,4 gram gas karbon dioksida dan 10,8 gram uap air. Berapa gram oksigen yang bereaksi dalam pembakaran itu ?

***Jawab***

massa sebelum reaksi = massa setelah reaksi

massa glukosa + massa oksigen = massa karbon dioksida + massa uap air

18 gram + massa oksigen = 26, 4 gram + 10,8 gram

18 gram + massa oksigen = 37,2 gram

massa oksigen = 37,2 gram – 18 gram = **19,2 gram**

**Hukum Perbandingan Tetap (Proust)**

1. Hukum Proust berbunyi :

**“Perbandingan massa unsur-unsur dalam satu senyawa adalah tertentu dan tetap**”

1. Contoh kasus Hukum Proust adalah sebagai berikut.

Untuk membentuk senyawa H2O, dibutuhan sejumlah H2 dan O2 dengan perbandingan massa 1 : 8. Jika tersedia 10 gram H2 dan 80 gram O2, berapakah massa H2O yang terbentuk ?

***Jawab***

H2 : O2 = 1 : 8

massa H2 yang dipakai = 

 

massa O2 yang dipakai = 

 

massa H2O = massa H2 + massa O2

= 10 gram + 80 gram

 = 90 gram

Jadi, massa H2O yang terbentuk adalah 90 gram.

**Catatan**

Dari hitung-hitungan ini, kita dapat menjumpai kebenaran Hukum Kekekalan Massa.

|  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| **Massa H­2** | **Massa O2** | **Massa sebelum reaksi** | **Massa H2O yang terbentuk** | **Sisa H2** | **Sisa O2** | **Massa setelah reaksi** |
| 10 gram | 80 gram | 90 gram | 90 gram | 0 gram (semua habis terpakai) | 0 gram (semua habis terpakai) | 90 gram |

1. Contoh kasus lainnya dari Hukum Perbandingan Tetap adalah berikut.

Kasus mirip dengan pada nomor 5., namun H2 yang tersedia adalah 5 gram dan O2 yang tersedia adalah 50 gram. Tentukan massa H­2O yang terbentuk !

***Jawab***

H2 : O2 = 1 : 8

massa H2 yang dipakai = 

 

Dari hasil hitung-hitungan di atas, tidak mungkin digunakan 6,25 gram H2 padahal hanya 5 gram H2 yang tersedia. Jika ditemui kondisi seperti ini, maka kita gunakan semua H2 yang tersedia. H2 yang dipakai adalah 5 gram.

massa O2 yang dipakai = 

 

Dari hasil hitung-hitungan di atas, terlihat dari 50 gram O2 yang tersedia hanya 40 gram O2 yang digunakan. Ini dapat terjadi. Ini berarti ada sisa 10 gram O2.

massa H2O = massa H2 + massa O2

= 5 gram + 40 gram

 = 45 gram

Jadi, massa H2O yang terbentuk adalah 45 gram.

**Catatan**

Hasil hitung-hitungan pembentukan H2O di atas tetap menunjukkan kebenaran Hukum Kekekalan Massa, walau massa H2O yang terbentuk tidak sama dengan jumlah massa H2 dengan massa O2 yang tersedia. Berikut penjabarannya.

|  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| **Massa H­2** | **Massa O2** | **Massa sebelum reaksi** | **Massa H2O yang terbentuk** | **Sisa H2** | **Sisa O2** | **Massa setelah reaksi** |
| 5 gram | 50 gram | 55 gram | 45 gram | 0 gram (semua habis terpakai) | 10 gram (dari 50 gram O2 yang tersedia, hanya dipakai 40 gram, maka ada sisia 10 gram) | 55 gram |

**Hukum Kelipatan Perbandingan (Dalton)**

1. Hukum Kelipatan Perbandingan berbunyi

**“Bila dua unsur dapat membentuk lebih dari satu senyawa, dan jika massa salah satu unsur tersebut tetap (sama), maka perbandingan massa unsur-unsur lain dalam senyawa-senyawa tersebut merupakan bilangan bulat dan tetap”**

1. Sesuai dengan pernyataan di atas, maka untuk melakukan perbandingan atas massa suatu unsur dalam beberapa senyawa diperlukan kondisi di mana massa unsur pembentuk lainnya adalah sama.
2. Contoh kasus Hukum Kelipatan Perbandingan di atas adalah berikut.

Nitrogen dan Oksigen dapat membentuk berbagai jenis senyawa. Berikut

adalah contoh-contoh senyawa yang dapat terbentuk dari kedua unsur tersebut beserta komposisi massa – massa yang digunakan

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
| **Senyawa** | **Massa nitrogen** | **Massa oksigen** |
| N2O | 28 gram | 16 gram |
| N2O3 | 28 gram | 48 gram |
| N2O4 | 28 gram | 64 gram |

Sesuai dengan Hukum Kelipatan Perbandingan, tentukan perbandingan massa oksigen – oksigen dari tiap senyawa – senyawa yang ada !

***Jawab***

Hal pertama yang harus dipastikan bahwa massa selain oksigen pada tiap-tiap senyawa harus sama satu sama lainnya. Hal ini sudah terpenuhi, di mana massa nitrogen baik pada senyawa N2O, N2O3 dan N2O4 adalah sama yakni 28 gram.

Selanjutnya kita dapat langsung membandingkan massa oksigen di tiap – tiap senyawa yang ada.

Massa O2 di N2O : Massa O2 di N2O3 : Massa O2 di N2O4

16 gram : 48 gram : 64 gram

1 : 3 : 4

Jadi, perbandingan massa oksigen di tiap – tiap senyawa yang ada pada tabel adalah 1 : 3 : 4

1. Contoh kasus lain dari Hukum Kelipatan Perbandingan adalah berikut.

Perhatikan tabel berikut

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
| **Senyawa** | **Massa X** | **Massa Y** |
| I | 3 gram | 5 gram |
| II | 9 gram | 10 gram |
| III | 12 gram | 10 gram |

Tentukan nilai XI : XII : XIII!

***Jawab***.

Hal pertama yang harus dipastikan bahwa massa selain X pada tiap-tiap senyawa harus sama satu sama lainnya. Hal ini belum terpenuhi, di mana massa Y pada senyawa I, II dan III adalah berbeda satu sama lain. Bagaimana cara menyamakannya ?

Pertama, tentukan dahulu KPK dari bilangan-bilangan yang menunjukkan massa Y pada tiap-tiap senyawa yang ada, yakni 5, 10 dan 10. KPK dari ketiga bilangan itu adalah 10.

Kedua, kalikan massa X di tiap – tiap senyawa dengan bilangan pengali massa Y dari tiap – tiap senyawa itu untuk mencapai KPK. Berikut penjabarannya

|  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- |
| **Senyawa** | **Massa X****sebelum penyamaan massa Y** | **Massa Y****sebelum penyamaan** **× 2** | **Massa Y setelah penyamaan** | **Massa X menjadi ...** |
| I | 3 gram | 5 gram **× 1** | 10 gram | 3 × 2 = **6 gram** |
| II | 9 gram | 10 gram **× 1** | 10 gram | 9 × 1 = **9 gram** |
| III | 12 gram | 10 gram | 10 gram | 12 × 1 = **12 gram** |

Massa Y pada tiap-tiap senyawa yang ada sudah sama sekarang (10 gram). Sekarang kita dapat langsung melakukan perbanidngan massa X di tiap-tiap senyawa yang ada.

XI : XII : XIII

6 gram : 9 gram : 12 gram

2 : 3 : 4

Jadi, nilai XI : XII : XIII = **2 : 3 : 4**

**Hukum Perbandingan Volume (Gay-Lusaac)**

1. Hukum Perbandingan Volume berbunyi :

**“Volume gas – gas yang bereaksi dan volume gas – gas hasil reaksi bila diukur pada suhu dan tekanan yang sama berbanding sebagai bilangan bulat dan sederhana”**

1. Hukum perbandingan volume oleh Gay-Lussac dapat juga dinyatakan sebagai berikut :

“**Perbandingan volume gas sesuai dengan perbandingan koefisien reaksinya.”**

1. Contoh kasus hukum Gay-Lussac adalah berikut.

Pada suhu dan tekanan tertentu, setiap 1L gas nitrogen akan tepat habis bereaksi dengan 3L gas hidrogen membentuk 2L gas NxHY. Tentukan nilai X dan Y!

***Jawab***.

Untuk awalnya kita dapat tuliskan persamaan reaksinya sebagai berikut.

N2 + H2 🡺 NXHY

Diketahui volume N2, H2 dan NXHY secara berturut-turut adalah 1 L, 3L dan 2L. Sesuai dengan pernyataan nomor 12, maka perbandingan volume N2, H2 dan NXHY dapat langsung dimasukkan ke persamaan reaksi sebagai koefisien reaksi. Seperti ini jadinya.

 **1** N2 + **3** H2 🡺 **2** NXHY

Persamaan reaksi haruslah setara. Persamaan reaksi dikatakan setara jika jumlah atom suatu unsur sebelum reaksi sama dengan jumlah atom setelah reaksi. Oleh karena itu, nilai X dan Y dapat dicari sebagai berikut.

* Jumlah atom N sebelum reaksi = jumlah atom N setelah reaksi

1 × 2 = 2 × X

2 = 2 × X

 = X

**X = 1**

* Jumlah atom H sebelum reaksi = jumlah atom H setelah reaksi

3 × 2 = 2 × Y

6 = 2 × Y

 = Y

**Y = 3**

 Jadi, nilai **X = 1** dan nilai **Y = 3**.

1. Contoh kasus lain mengenai hukum Gay-Lussac adalah berikut.

Gas metana dibakar sempurna. Persamaan reaksinya adalah berikut.

CH4 + O2 🡺 CO2 + H2O

Jika dalam pembakaran itu diperlukan 3 L metana (CH­4) maka tentukan volume O2, CO2­, dan H2O yang diperlukan !

***Jawab***

Pertama periksa terlebih dahulu apakah persamaan reaksi yang disediakan apakah sudah setara atau belum. Ternyata belum. Oleh karena itu, setarakan terlebih dahulu persamaan reaksi yang ada. Dan, hasil penyataraan nya menjadi :

CH4 +  **2** O2 🡺 CO2 + **2** H2O

Setelah persamaan reaksi sudah setara, maka kita dapat menentukan perbandingan volume zat –zat yang terlibat di reaksi tersebut.

v CH4 : v O2 : v CO2 : v H2O

1 : 2 : 1: 2

Bila v CH4 = 3 L, maka ...

v O2 = 

v CO2 = 

v H2O = 

1. Contoh kasus lain dari hukum Gay-Lussac adalah berikut.

Diketahu 5 L campuran gas metana (CH4) dan propana (C3H8) dibakar sempurna dengan 18 L gas oksigen. Jika semua gas diukur pada suhu dan tekanan yang sama, tentukan volume metana dan propana !

***Jawab***

Volume campuran metana dan propana adalah 5L. Maka, jika kita umpamakan volume gas metana sendiri adalah x L, maka volume gas propana sendiri adalah (5 – x ) L.

Walaupun secara kenyataan dalam pembakarannya, campuran gas metana dan propana dibakar secara bersamaan, namun dalam penulisan reaksinya alangkah baiknya kita tulis secara terpisah.

* Pembakaran metana

CH4 +  **2** O2 🡺 CO2 + **2** H2O

Diketahui volume metana adalah ***x*** L



* Pembakaran propana

C3H8 + 5O2 🡺 3CO2 + **4** H2O

Diketahui volume propana adalah (5 – ***x***) L.

Kita cari volume oksigen yang digunakan dalam pembakaran propana



18 L oksigen yang dimaksud dalam soal adalah volume oksigen secara keseluruhan yang digunakan dalam reaksi, baik dalam pembakaran metana dan propana. Oleh karena itu, perhitungan nilai *x* dapat dolakukan sebagai berikut.

 volume O2 total =volume O2 pembakaran CH4 + volume O2 pembakaran C3H8

 18 L = 2x L + (25 – 5x) L

 18 L = (25 – 3x) L

 3x = 25 – 18

 3x = 7

 x =  L

Kita telah mengetahui nilai *x* . Oleh karena itu kita sekarang dapat menentukan volume metana dan propana yang digunakan dalam campuran yang digunakan dalam pembakaran.

* volume metana = *x* L =  L
* volume propana = 

 = 

 Jadi, volume metana adalah  L, dan volume propana adalah 

**Hukum Avogdaro**

1. Hukum Avogadro berbunyi :

“**Pada suhu dan tekanan yang sama , semua gas yang volumenya sama akan mengandung jumlah molekul yang sama”**

1. Hukum Avogadro juga dapat berbunyi sebagai berikut.

“**Pada suhu dan tekanan yang sama , perbandingan volume gas sesuai dengan perbandingan jumlah molekulnya”**

1. Contoh kasus Hukum Avogadro adalah berikut

Sebanyak 35L gas CO2 mengandung 4,5 × 1023 molekul. Pada suhu dan tekanan yang sama, tentukan :

1. jumlah molekul 7L gas hidrogen
2. volume gas amonia yang mengandung 9 × 1023 molekul

***Jawab***

1. jumlah molekul 7L gas hidrogen = 

= 

= 

1. volume gas amonia = 

= 

= 

Jadi, jumlah molekul 7L gas hidrogen adalah  dan volume gas amonia yang memiliki 4,5 × 1023 molekul adalah 70 L.

**Soal Latihan**

Soal latihan berupa isian. Isilah dengan tepat !

1. Perbandingan massa atom-atom dalam senyawa adalah tetap. Pernyataan ini dikemukakan oleh ....



Perbandingan massa unsur C dan O dalam senyawa CO adalah ....

1. Jika perbandingan massa hidrogen dan oksigen dalam air adalah 1 : 8, maka untuk menghasilkan 45 gram air dibutuhkan ....
2. Dua buah unsur A dan B dapat membentuk dua macam senyawa. Senyawa I mengandung A 25% dan senyawa B mengandung A 50%. Untuk A yang sama perbandingan B pada senyawa I dan II adalah ....
3. Suatu cuplikan mengandung besi dan belerang diambil dari dua tempat penambangan yang berbeda. Cuplikan I sebanyak 5,5 gram mengandung 3,5 gram besi dan 2 gram belerang. Cuplikan II sebanyak 11 gram mengandung 7 gram besi dan 4 gram belerang. Maka perbandingan besi dan belerang pada cuplikan I dan II adalah ....
4. Jika 60 mL gas nitrogen direaksikan dengan gas oksigen menghasilkan 60 mL gas dinitrogen trioksida, maka gas oksigen yang diperlukan sebanyak ....
5. Pada suhu dan tekanan yang sama perbandingan volume gas-gas yang bereaksi dan volume gas-gas hasil reaksi akan merupakan perbandingan bilangan yang bulat dan sederhana. Hal ini dikemukakan oleh ....
6. Gas metana 11,2 liter dibakar sempurna menurut reaksi:

CH4(g) + O2(g) 🡺 CO2(g) + H2O(g)

Volume gas CO2 yang terbentuk jika diukur pada suhu dan tekanan yang sama adalah ....

1. Dua liter gas nitrogen direaksikan dengan gas hidrogen menghasilkan gas amonia sesuai reaksi:

N2(g) + H2(g)🡺 NH3(g)

Jika diukur pada suhu dan tekanan yang sama, maka volume gas amonia yang dihasilkan ....

1. Bila larutan timbal(II)nitrat dan kalium yodium dalam tabung Y yang tertutup massanya 50 gram, maka setelah reaksi berlangsung massanya menjadi ....
2. 6 gram magnesium dibakar di udara terbuka diperoleh 10 gram magnesium oksida, maka oksigen yang diperlukan adalah ... gram.
3. Satu gram hidrogen dapat bereaksi dengan 8 gram oksigen, maka air yang terbentuk adalah ....
4. Pada pembakaran gas CH4 menurut reaksi:

CH4(g) + 2 O2(g) 🡺 CO2(g) + 2 H2O(g).

Perbandingan volume gas-gas yang bereaksi dan volume gas-gas hasil reaksi berturut-turut adalah ....

1. Perbandingan massa unsur-unsur dalam senyawa selalu tetap, pernyataan tersebut dikemukakan oleh ....
2. Bila dari percobaan diperoleh grafik hubungan massa karbon dan massa oksigen dalam membentuk karbon dioksida adalah sebagai berikut.



Maka perbandingan massa karbon dengan massa oksigen adalah ....

1. **[Soal Pilihan Ganda]**

Dalam senyawa belerang trioksida perbandingan massa belerang dengan oksigen adalah 2 : 3. Bila 36 gram belerang direaksikan dengan 48 gram oksigen, maka pernyataan yang benar adalah ....

* 1. kedua pereaksi habis bereaksi
	2. pada akhir reaksi tersisa oksigen
	3. belerang trioksida yang terbentuk maksimum 80 gram
	4. pada akhir reaksi tersisa belerang 5 gram
	5. pada reaksi tersebut tidak berlaku Hukum Kekekalan Massa
1. Gas oksigen (H2) dapat bereaksi dengan gas oksigen (O2) menghasilkan uap air (H2O), menurut reaksi:2 H2(g) + O2(g) 🡺 2 H2O(g). Pada tekanan dan suhu yang sama, sejumlah gas hidrogen tepat habis bereaksi dengan gas oksigen menghasilkan 40 liter uap air, maka volume gas H2 yang bereaksi adalah ... L dan volume gas O2 yang bereaksi adalah ... L
2. Bila dua macam unsur dapat membentuk beberapa senyawa, maka massa unsur- unsur pertama yang bersenyawa dengan massa yang sama dari unsur kedua adalah berbanding sebagai bilangan mudah dan bulat. Pernyataan ini dikemukakan oleh ....
3. Bila gas SO2 direaksikan dengan oksigen terjadi reaksi:

SO2(g) + O2(g) 🡺 SO3(g).

Jika volume gas belerang dioksida yang bereaksi 4 liter, maka dibutuhkan ... L gas oksigen yang dibutuhkan dan .... L dihasilkan gas belerang trioksida

1. Jika 1 liter gas A2 bereaksi dengan 2 liter gas B2, dihasilkan 2 liter gas, maka rumus kimia gas hasil adalah ....
2. **[Soal Pilihan Ganda]**

Berikut ini pernyataan yang sesuai dengan bunyi hukum Avogadro adalah ....

* 1. pada tekanan yang sama, semua gas yang volumenya sama mengandung jumlah ion yang sama
	2. pada suhu dan tekanan yang sama, semua gas yang volumenya sama mengandung jumlah unsur yang sama
	3. pada suhu dan tekanan yang sama, semua gas yang volumenya sama mengandung jumlah molekul yang tidak sama
	4. pada suhu dan tekanan yang sama, semua gas yang volumenya sama mengandung jumlah molekul yang sama
	5. pada suhu dan tekanan yang tidak sama, semua gas yang volumenya sama mengandung molekul yang sama
1. Hukum Proust disebut juga ....
2. Pada suhu dan tekanan tertentu terjadi reaksi dengan persamaan reaksi:

2 H2S(g) + 3 O2(g) 🡺 2 H2O(g) + 2 SO2(g).

Perbandingan jumlah H2S : O2 : H2O : SO2 = 2 : 3 : 2 : 2 merupakan perbandingan ....

1. Perbandingan massa kalsium dan massa oksigen membentuk kalsium oksida adalah 5 : 2. Jika 20 gram kalsium direaksikan dengan 10 gram oksigen, maka massa kalsium oksida yang terbentuk adalah ....

**TERIMA KASIH - SELAMAT BELAJAR**

**TUHAN MEMBERKATI**

**ORA ET LABORA**

**JANGAN LUPA BERDOA – BERSERAH KEPADA TUHAN**