Setelah mempelajari bab ini, Anda diharapkan mampu:



**Tujuan**

1. Menuliskan nama senyawa kimia berdasarkan rumus kimianya.
2. Menuliskan rumus kimia senyawa berdasarkan nama senyawa kimianya.
3. Menyetarakan persamaan reaksi dengan benar.
4. Menjelaskan hukum kekekalan massa, hukum perbandingan tetap, hukum kelipatan perbandingan, dan hukum perbandingan volume.
5. Menerapkan hukum kekekalan massa, hukum perbandingan tetap, hukum kelipatan perbandingan, dan hukum perbandingan volume dalam perhitungan kimia.
6. Menghitung massa zat, volume, dan jumlah partikel jika di-ketahui jumlah molnya dan sebaliknya.
7. Menerapkan konsep mol dalam perhitungan kimia yang me-libatkan pereaksi pembatas.
8. Menentukan rumus empiris suatu senyawa jika diketahui rumus molekul dan massa atom relatifnya, dan sebaliknya.
9. Menghitung komposisi suatu zat dalam senyawa kimia atau campuran.

Pimia X SMA **61**

## Pengantar

ernahkah Anda membantu ibu membuat kue, apa yang dilakukan ibu? Ternyata ibu menambahkan setiap bumbu sesuai resep yang tercantum di buku resep, tidak melebihkan ataupun mengurangi. Mengapa ibu melakukan hal demikian? Apa yang terjadi jika ibu menambahkan bumbu secara berlebihan atau malah mengurangi? Ternyata kue yang dihasilkan malah rusak dan rasanya tidak enak.

P

Demikian juga dalam reaksi kimia, setiap zat pereaksi dapat bereaksi menghasilkan zat hasil reaksi hanya jika jumlahnya sesuai proporsinya.

Dalam bab ini Anda akan mempelajari tata nama senyawa biner dan terner, persamaan reaksi kimia, hukum-hukum dasar kimia, konsep mol, stoikiometri senyawa, dan stoikiometri reaksi.

**Peta Konsep**

## Stoikiometri

**Stoikiometri**



Hubungan kuantitatif zat yang bereaksi

**1 2**

**3**

Mol

Mol

**4**

P

Produk

R

Reaktan

**Volume (L)**

**Volume (L)**

**Massa (g)**

**Massa (g)**

M = Tertentu

Didasari

M = Tertentu

Nama/Lambang/Rumus Senyawa Persamaan Reaksi

Hukum-hukum Dasar Kimia (Lavoisier, Proust, Dalton, Gay Lussac, dan Avogadro)

*Ar*/*Mr* Konsep Mol RE/RM

Komposisi Zat Pereaksi Pembatas

*g*  mol mol  *g Ar*



**1**

atau mol = *g*

*Mr*

mol  *g* g = mol × *A* atau g = mol × *M*



**2**

*r r*

*L*  mol mol = *V* × *M*



**3**

mol  *V* atau *M*



**4**

*V* = mol atau *M* = mol

*M V*

Stoikiometri berasal dari bahasa Yunani, yaitu dari kata *stoicheion* yang berarti unsur dan *metron* yang berarti mengukur. Stoikiometri membahas tentang hubungan massa antarunsur dalam suatu senyawa (stoikiometri senyawa) dan antarzat dalam suatu reaksi (stoikiometri reaksi).

Pengukuran massa dalam reaksi kimia dimulai oleh **Antoine Laurent Lavoisier** (1743 – 1794) yang menemukan bahwa pada reaksi kimia tidak terjadi perubahan massa (hukum kekekalan massa). Selanjutnya **Joseph Louis Proust** (1754 – 1826) menemukan bahwa unsur-unsur membentuk senyawa dalam per- bandingan tertentu (hukum perbandingan tetap).

Selanjutnya dalam rangka menyusun teori atomnya, **John Dalton** menemukan hukum dasar kimia yang ketiga, yang disebut hukum kelipatan perbandingan. Ketiga hukum tersebut merupakan dasar dari teori kimia yang pertama, yaitu teori atom yang dikemukakan oleh John Dalton sekitar tahun 1803.

Menurut Dalton, setiap materi terdiri atas atom, unsur terdiri atas atom sejenis, sedangkan senyawa terdiri dari atom-atom yang berbeda dalam perbandingan tertentu. Namun demikian, Dalton belum dapat menentukan perbandingan atom- atom dalam senyawa (rumus kimia zat). Penetapan rumus kimia zat dapat dilakukan berkat penemuan **Gay Lussac** dan **Avogadro**. Setelah rumus kimia senyawa dapat

ditentukan, maka perbandingan massa antaratom (*Ar*) maupun antarmolekul (*Mr*) dapat ditentukan. Pengetahuan tentang massa atom relatif dan rumus kimia senyawa

merupakan dasar dari perhitungan kimia.

## Tata Nama Senyawa Sederhana

**3.1**

Setiap senyawa perlu mempunyai nama spesifik. Seperti halnya penamaan unsur, pada mulanya penamaan senyawa didasarkan pada berbagai hal, seperti nama tempat, nama orang, atau sifat tertentu dari senyawa yang bersangkutan. Sebagai contoh:

1. Garam glauber, yaitu natrium sulfat (Na2SO4) yang ditemukan oleh J. R. Glauber.
2. Salmiak atau amonium klorida (NH4Cl),

yaitu suatu garam yang awal mulanya diperoleh dari kotoran sapi di dekat kuil untuk dewa Jupiter Amon di Mesir.

1. Soda pencuci, yaitu natrium karbonat (Na2CO3) yang digunakan untuk melunakkan air (membersihkan air dari

ion Ca2+ dan ion Mg2+).

1. Garam NaHCO3 (natrium bikarbonat) digunakan untuk pengembang dalam pembuatan kue.

**Gambar 3.1** Senyawa garam NaHCO3 (natrium bikarbonat) untuk pengembang dalam pembuatan kue. Sumber: NOVA 930/ XVIII 25 Desember 2005.

Dewasa ini jutaan senyawa telah dikenal dan tiap tahun ditemukan ribuan senyawa baru, sehingga diperlukan cara (sistem) untuk pemberian nama. Oleh karena mustahil bagi kita untuk menghapalkan jutaan nama dan setiap nama berdiri sendiri, tanpa kaitan antara yang satu dengan yang lainnya. Dalam sistem penamaan yang digunakan sekarang, nama senyawa didasarkan pada rumus kimianya. Kita akan membahas cara penamaan senyawa yang terdiri dari dua dan tiga jenis unsur.

##### Tata Nama Senyawa Biner

**A.**

*Senyawa biner* adalah senyawa yang hanya terdiri dari dua jenis unsur, misalnya air (H2O), amonia (NH3), dan metana (CH4).

**1.**

##### Rumus Senyawa

Unsur yang terdapat lebih dahulu dalam urutan berikut ditulis di depan.

B – Si – C – S – As – P – N – H – S – I – Br – Cl – O – F

Rumus kimia amonia lazim ditulis sebagai NH3 *bukan* H3N dan rumus kimia air lazim ditulis sebagai H2O *bukan* OH2.

##### Nama Senyawa

**2.**

Nama senyawa biner dari dua jenis nonlogam adalah rangkaian nama kedua jenis unsur dengan akhiran *ida* pada nama unsur yang kedua.

Contoh:

* HCl = hidrogen klorida
* H2S = hidrogen sulfida

Jika pasangan unsur yang bersenyawa membentuk lebih dari satu jenis senyawa, maka senyawa-senyawa itu dibedakan dengan menyebutkan angka indeks dalam bahasa Yunani sebagai berikut.

|  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- |
| 1 = | mono | 6 | = | heksa |
| 2 = | di | 7 | = | hepta |
| 3 = | tri | 8 | = | okta |
| 4 = | tetra | 9 | = | nona |
| 5 = | penta | 10 | = | deka |

Indeks satu tidak perlu disebutkan, kecuali untuk karbon monoksida. Contoh:

* CO = karbon monoksida (awalan mono untuk C tidak perlu)
* CO2 = karbon dioksida
* N2O = dinitrogen oksida
* NO = nitrogen oksida
* N2O3 = dinitrogen trioksida
* N2O4 = dinitrogen tetraoksida
* N2O5 = dinitrogen pentaoksida
* CS2 = karbon disulfida
* CCl4 = karbon tetraklorida (Ralph H. Petrucci – Suminar, 1985)

##### Senyawa Umum

**c.**

Senyawa yang sudah umum dikenal tidak perlu mengikuti aturan di atas. Contoh:

* H2O = air
* NH3 = amonia
* CH4 = metana



***Latihan 3.1***

* 1. Tuliskan nama senyawa-senyawa berikut.
     1. CO f. PCl5
     2. CO2 g. SCl6
     3. SiCl4 h. SO2
     4. Cl2O i. CBr4
     5. Cl2O5 j. ClF3
  2. Tuliskan rumus molekul senyawa yang mempunyai nama berikut.
     1. Fosforus triklorida f. Karbon disulfida
     2. Karbon tetraklorida g. Difosforus trioksida
     3. Dinitrogen trioksida h. Diklorin heptaoksida
     4. Silikon dioksida i. Sulfur trioksida
     5. Diklorin trioksida j. Diarsen trioksida

##### Tata Nama Senyawa Ion

**B.**

Senyawa ion terdiri atas suatu kation dan suatu anion. Kation umumnya adalah suatu ion logam, sedangkan anion dapat berupa anion nonlogam atau suatu anion poliatom. Daftar kation dan anion penting diberikan dalam tabel

3.1 dan 3.2.

**1.**

##### Rumus Senyawa

Unsur logam ditulis di depan.

Contohnya, rumus kimia natrium klorida ditulis NaCl *bukan* ClNa. Rumus senyawa ion:

***b Xa*+ + *a Yb*–** 

***X Y***

***b a***

Untuk *a* dan *b* sama dengan angka 1 tidak perlu ditulis. Rumus senyawa ion ditentukan oleh perbandingan muatan kation dan anionnya. Jumlah muatan positif sama dengan jumlah muatan negatif.

Contoh:

* + - * Na+ + Cl–  NaCl natrium klorida
      * 2 Na+ + SO 2–  Na SO

4 2 4

natrium sulfat

* + - * Fe2+ + 2 Cl–  FeCl

2

besi(II) klorida

* + - * Al3+ + PO 3–  AlPO

4

4

aluminium fosfat

* + - * Mg2+ + CO 2–  MgCO

3

3

magnesium karbonat

* + - * 3 K+ + AsO 3–  K AsO

4 3 4

kalium arsenat

Wabel 3.1 Beberapa Jenis Kation

|  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| **No.** | **Rumus** | **Nama Ion** | **No.** | **Rumus** | **Nama Ion** |
| 1. | Na+ | Natrium | 13. | Pb2+ | Timbal(II) |
| 2. | K+ | Kalium | 14. | Pb4+ | Timbal(IV) |
| 3. | Ag+ | Argentum/Perak | 15. | Fe2+ | Besi(II) |
| 4. | Mg2+ | Magnesium | 16. | Fe3+ | Besi(III) |
| 5. | Ca2+ | Kalsium | 17. | Hg+ | Raksa(I) |
| 6. | Sr2+ | Stronsium | 18. | Hg2+ | Raksa(II) |
| 7. | Ba2+ | Barium | 19. | Cu+ | Tembaga(I) |
| 8. | Zn2+ | Seng | 20. | Cu2+ | Tembaga(II) |
| 9. | Ni2+ | Nikel | 21. | Au+ | Emas(I) |
| 10. | Al3+ | Aluminium | 22. | Au3+ | Emas(III) |
| 11. | Sn2+ | Timah(II) | 23. | Pt4+ | Platina(IV) |
| 12. | Sn4+ | Timah(IV) | 24. | NH4  + | Amonium |

Sumber: Chemistry, The Molecular Nature of Matter & Change, Martin S. Silbergberg, 2000.

Wabel 3.2 Beberapa Jenis Anion

|  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| **No.** | **Rumus** | **Nama Ion** | **No.** | **Rumus** | **Nama Ion** |
| 1. | OH– | Hidroksida | 16. | C O 2–  2 4 | Oksalat |
| 2. | F– | Fluorida | 17. | PO3  3– | Fosfit |
| 3. | Cl– | Klorida | 18. | PO4  3– | Fosfat |
| 4. | Br– | Bromida | 19. | AsO3  3– | Arsenit |
| 5. | I– | Iodida | 20. | AsO4  3– | Arsenat |
| 6. | CN– | Sianida | 21. | SbO3  3– | Antimonit |
| 7. | O2– | Oksida | 22. | SbO4  3– | Antimonat |
| 8. | S2– | Sulfida | 23. | ClO– | Hipoklorit |
| 9. | NO2  – | Nitrit | 24. | ClO2  – | Klorit |
| 10. | NO3  – | Nitrat | 25. | ClO3  – | Klorat |
| 11. | CH3COO  – | Asetat | 26. | ClO4  – | Perklorat |
| 12. | CO3  2– | Karbonat | 27. | MnO4  – | Permanganat |
| 13. | SiO3  2– | Silikat | 28. | MnO4  2– | Manganat |
| 14. | SO3  2– | Sulfit | 29. | CrO4  2– | Kromat |
| 15. | SO4  2– | Sulfat | 30. | Cr2O7  2– | Dikromat |

Sumber: Chemistry, The Molecular Nature of Matter & Change, Martin S. Silbergberg, 2000.

##### Nama Senyawa Ion

**2.**

*Nama senyawa ion* adalah rangkaian nama kation (di depan) dan nama anion (di belakang), angka indeks tidak disebut.

Contoh:

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
| * NaCl | = | natrium klorida |
| * CaCl2 | = | kalsium klorida |
| * Na2SO4 | = | natrium sulfat |
| * Al(NO3)3 | = | aluminium nitrat |

Jika unsur logam mempunyai lebih dari satu jenis bilangan oksidasi, maka senyawa-senyawanya dibedakan dengan menuliskan bilangan oksidasinya, yang ditulis dalam tanda kurung dengan angka Romawi di belakang nama unsur logam tersebut. Contoh:

* + - * Cu2O = tembaga(I) oksida
      * CuO = tembaga(II) oksida
      * FeCl2 = besi(II) klorida
      * FeCl3 = besi(III) klorida
      * Fe2S3 = besi(III) sulfida
      * SnO = timah(II) oksida
      * SnO2 = timah(IV) oksida



***Latihan 3.2***

1. Tuliskan nama dari senyawa-senyawa berikut ini.
2. Na2O f. ZnS
3. MgO g. SnCl2
4. Al2S3 h. Hg2Cl2
5. Ag2O i. K2Cr2O7
6. CuSO4 j. KMnO4
7. Tuliskan rumus kimia senyawa yang mempunyai nama berikut.
   1. Kalium nitrat f. Seng sulfida
   2. Natrium sulfit g. Tembaga(I) klorat
   3. Besi(II) oksida h. Tembaga(II) fosfat
   4. Besi(III) oksida i. Aluminium karbonat
   5. Perak klorida j. Emas(III) oksida

##### Tata Nama Senyawa Terner

**C.**

Senyawa terner sederhana meliputi asam, basa, dan garam. Asam, basa, dan garam adalah tiga kelompok senyawa yang saling terkait satu dengan yang lain. Reaksi asam dan basa menghasilkan garam.

**1.**

##### Tata Nama Asam

Rumus asam terdiri atas atom hidrogen (di depan, dapat dianggap sebagai ion H+) dan suatu anion yang disebut *sisa asam*. Akan tetapi, perlu diingat bahwa asam adalah senyawa kovalen, bukan senyawa ion. Nama anion sisa asam sama dengan asam yang bersangkutan tanpa kata asam.

Contoh:

H PO  3 H+ + PO 3–

3 4 4

 

ion asam anion sisa asam (fosfat)

Nama asam tersebut adalah asam fosfat.

Rumus molekul dan nama dari beberapa asam yang lazim ditemukan dalam laboratorium dan kehidupan sehari-hari adalah:

H2SO4 : asam sulfat (dalam aki) HNO3 : asam nitrat

H3PO4 : asam fosfat

CH3COOH : asam asetat (asam cuka)

(Martin S. Silberberg, 2000)

##### Tata Nama Basa

**2.**

*Basa* adalah zat yang di dalam air dapat menghasilkan ion OH–. Larutan basa bersifat kaustik, artinya jika terkena kulit terasa licin seperti bersabun. Pada umumnya basa adalah senyawa ion yang terdiri dari kation logam dan anion OH–. Nama senyawa basa sama dengan nama kationnya yang diikuti kata hidroksida.

Contoh:

NaOH  Na+ + OH–

 

natrium hidroksida Ca(OH)2  Ca2+ + 2 OH–

 

kalsium hidroksida

Al(OH)3 : aluminium hidroksida Cu(OH)2 : tembaga(II) hidroksida Ba(OH)2 : barium hidroksida

##### Tata Nama Garam

**3.**

*Garam* adalah senyawa ion yang terdiri dari kation basa dan anion sisa asam. Rumus dan pemberian nama senyawa garam sama dengan senyawa ion.

Wabel 3.3 Tata Nama Garam

|  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- |
| **Kation** | **Anion** | **Rumus Garam** | **Nama Garam** |
| Na+ | NO2  – | NaNO2 | natrium nitrit |
| Mg2+ | PO4  3– | Mg3(PO4)2 | magnesium fosfat |
| Fe3+ | SO 2–  4 | Fe2(SO4)3 | besi(III) sulfat |
| Hg2+ | Cl– | HgCl2 | raksa(II) klorida |
| Cu+ | O2– | Cu2O | tembaga(I) oksida |



***Latihan 3.3***

1.

2.

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
| Tuliskan nama asam dengan rumus kimia sebagai berikut. | | |
| a. H2CO3 | c. H2SO3 | e. H2S |
| b. HCl | d. H3PO3 | f. CH3COOH |
| Tuliskan rumus kimia asam-asam berikut. | | |
| a. Asam sulfat | c. Asam klorat | e. Asam oksalat |
| b. Asam fosfat | d. Asam perklorat | f. Asam nitrit |
| Tuliskan nama dari basa berikut ini. | | |
| a. Fe(OH)2 | c. Zn(OH)2 | e. Cr(OH)3 |
| b. KOH | d. Au(OH)3 | f. Sn(OH)2 |

3.

1. Tuliskan rumus kimia dari basa berikut ini.
   1. Natrium hidroksida d. Tembaga(II) hidroksida
   2. Aluminium hidroksida e. Nikel hidroksida
   3. Kalsium hidroksida f. Raksa(I) hidroksida
2. Salin dan tuliskan rumus kimia dan nama garam dari kation dan anion berikut.

|  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- |
|  | Cl– | NO2  – | SO4  2– | Cr2O7  2– | PO4  3– |
| K+ | .................. | .................. | .................. | .................. | .................. |
| Ca2+ | .................. | .................. | .................. | .................. | .................. |
| Zn2+ | .................. | .................. | .................. | .................. | .................. |
| Ag+ | .................. | .................. | .................. | .................. | .................. |
| Al3+ | .................. | .................. | .................. | .................. | .................. |

##### Tata Nama Senyawa Organik

**4.**

*Senyawa organik* adalah senyawa-senyawa karbon dengan sifat-sifat tertentu. Pada awalnya, senyawa organik ini tidak dapat dibuat di laboratorium, melainkan hanya dapat diperoleh dari makhluk hidup. Oleh karena itu, senyawa-senyawa karbon tersebut dinamai senyawa organik. Senyawa organik mempunyai tata nama khusus. Selain nama sistematis, banyak senyawa organik mempunyai nama lazim atau nama dagang (nama trivial). Beberapa di antaranya sebagai berikut.

Wabel 3.4 Tata Nama Senyawa Organik dan Dagang

|  |  |
| --- | --- |
| **Nama Sistematis** | **Nama Lazim (Dagang)** |
| CH4 | metana (gas alam) |
| CO(NH2)2 | urea |
| CH3COOH | asam asetat (cuka) |
| CH3COCH3 | aseton (pembersih kuteks) |
| CHI3 | iodoform (suatu antiseptik) |
| HCHO | formaldehida (bahan formalin) |
| CHCl3 | kloroform (bahan pembius) |
| C12H22O11 | sukrosa (gula tebu) |
| C6H12O6 | glukosa |
| C2H5OH | alkohol |



***Latihan 3.4***

1. Tuliskan nama senyawa dengan rumus kimia sebagai berikut.

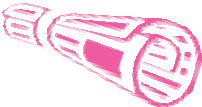
2.

|  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- |
| a. PCl3 | c. AlCl3 | e. Ag2O | g. MgO | i. CaSO4 |
| b. P2O5 | d. N2O4 | f. HgO | h. Ba(NO3)2 | j. KMnO4 |
| Tuliskan rumus kimia senyawa berikut ini.  a. Kalium oksida e. Besi(II) oksida | | | h. Tembaga(II) sulfat | |
| b. Kalsium klorida | | f. Natrium hidroksida | i. Emas(I) klorida | |
| c. Nikel klorat  d. Perak hidroksida | | g. Kromium karbonat | j. Kobalt nitrat | |

1. Tuliskan rumus kimia asam/basa berikut.
   1. Asam hipoklorit f. Kalium hidroksida
   2. Asam fosfit g. Barium hidroksida
   3. Asam klorida h. Magnesium hidroksida
   4. Asam sulfat i. Kromium hidroksida
   5. Asam klorat j. Seng hidroksida
2. Tuliskan rumus kimia senyawa organik berikut.

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
| a. Glukosa | d. Urea | g. Asam cuka |
| b. Formalin | e. Aseton | h. Kloroform |
| c. Iodoform | f. Metana | i. Alkohol |

1. Salin dan tuliskan rumus kimia dan berilah nama senyawa yang terbentuk dari kation dan anion berikut:



**Tugas Kelompok**

Banyak produk dalam kehidupan sehari-hari yang mencantumkan komposisi, termasuk senyawa-senyawa kimia yang ditulis dalam rumus kimia atau nama kimianya. Tugas Anda adalah:

* Simak 5 produk berikut dan komposisinya. Tentukan senyawa dalam komposisi yang Anda kenal. Lengkapi kolom rumus kimia dan nama senyawa pada contoh berikut.
* Cari 10 produk berbeda lainnya dalam kehidupan sehari-hari dan buat tabel serupa!

|  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- |
|  | F– | S2– | SiO3  2– | MnO4  – | SO4  3– |
| K+ | .................. | .................. | .................. | .................. | .................. |
| Mg2+ | .................. | .................. | .................. | .................. | .................. |
| Hg+ | .................. | .................. | .................. | .................. | .................. |
| Cr3+ | .................. | .................. | .................. | .................. | .................. |
| Ni2+ | .................. | .................. | .................. | .................. | .................. |
| Au3+ | .................. | .................. | .................. | .................. | .................. |

|  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- |
| **Produk** | **Komposisi** | **Senyawa dalam Komposisi yang Dikenal** | |
| **Rumus Kimia** | **Nama Kimia** |
| Kecap | \* Kedelai | ... | ... |
| Merek A | \* Biji gandum | ... | ... |
|  | \* Gula | C6H12O6 | Glukosa |
|  | \* Air | H2O | Air |
|  | \* Garam | NaCl | Natrium klorida |
|  | \* Pengawet | C6H5COONa | Natrium benzoat |
| Minuman | \* Natrium bikarbonat | NaHCO3 | Natrium bikarbonat |
| Energi | \* Asam sitrat | HOOCCOH(CH2COOH)2 | Asam sitrat |
| Merek A | \* Taurin | ... | ... |
|  | \* Pencitarasa lemon | ... | ... |
|  | \* Kafein | ... | ... |
|  | \* Garam | NaCl | Natrium klorida |
|  | \* Nikotinamid | ... | ... |
|  | \* Ekstrak ginseng | ... | ... |
|  | \* Royal jelly | ... | ... |
|  | \* Pewarna makanan | ... | Tartrazin |
|  | \* Pemanis buatan | C6H11NHSO3Na | Natrium siklamat |
|  | \* Aspartame | ... | ... |

|  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- |
| **Produk** | **Komposisi** | **Senyawa dalam Komposisi yang Dikenal** | |
| **Rumus Kimia** | **Nama Kimia** |
| Bumbu | \* Garam | NaCl | Natrium klorida |
| Pelezat | \* Gula | C6H12O6 | Glukosa |
| Masakan | \* Penguat rasa | HOOC(CH2)2-CHNH2COONa | MSG |
| Merek A |  |  |  |
|  | \* Pencitarasa | ... | ... |
|  | daging sapi |  |  |
|  | \* Kunyit | ... | ... |
|  | \* Lada | ... | ... |
|  | \* Bawang | ... | ... |
| Pasta Gigi | * Kalsium karbonat * Hidrat silikon dioksida * Sorbitol * Natrium lauril sulfat * Sakarin * Natrium fosfat * Titanium dioksida * Formaldehida * Air * Fluorida * Pemberi rasa | CaCO3 | Kalsium karbonat |
| Merek A | SiO2.5H2O | Hidrat silikon |
|  |  | dioksida |
|  | HOCH2(CHOH)4CH2OH | Sorbitol |
|  | Na2SO4 | Natrium lauril sulfat |
|  | C6H4CONHSO2 | Sakarin |
|  | Na3PO4 | Natrium fosfat |
|  | TiO2 | Titaniun dioksida |
|  | HCHO | Formaldehida |
|  | H2O | Air |
|  | ... | ... |
|  | ... | ... |
| Pemutih Pakaian Merek A | * NaClO * Air | NaClO H2O | Natrium hipoklorit Air |

## Persamaan Reaksi

**3.2**

Sumber: Kimia Organik Suatu Kuliah Singkat, Harold Hart, 1990.

Persamaan reaksi menggambarkan reaksi kimia, yang terdiri atas rumus kimia zat-zat pereaksi dan zat-zat hasil reaksi disertai koefisien dan fasa masing-masing.

##### Menulis Persamaan Reaksi

**A.**

Reaksi kimia mengubah zat-zat asal (pereaksi) menjadi zat baru (produk). Sebagaimana telah dikemukakan oleh **John Dalton**, jenis dan jumlah atom yang terlibat dalam reaksi tidak berubah, tetapi ikatan kimia di antaranya berubah. Ikatan kimia dalam pereaksi diputuskan dan terbentuk ikatan baru dalam produknya. Atom-atom ditata ulang membentuk produk reaksi. Perubahan yang terjadi dapat dipaparkan dengan menggunakan rumus kimia zat-zat yang terlibat dalam reaksi. Cara pemaparan ini kita sebut dengan *persamaan reaksi*.

Hal-hal yang digambarkan dalam persamaan reaksi adalah rumus kimia zat-zat pereaksi (reaktan) di sebelah kiri anak panah dan zat-zat hasil reaksi (produk) di sebelah kanan anak panah. Anak panah dibaca yang artinya “membentuk” atau “bereaksi menjadi”. Wujud atau keadaan zat-zat pereaksi dan hasil reaksi ada empat macam, yaitu gas (*g*), cairan (*liquid* atau *l*), zat padat (*solid* atau *s*) dan larutan (*aqueous* atau *aq*). Bilangan yang mendahului rumus kimia zat-zat dalam persamaan reaksi disebut *koefisien reaksi*. Koefisien reaksi diberikan untuk menyetarakan atom-atom sebelum dan sesudah reaksi. Selain untuk menyetarakan persamaan reaksi, koefisien reaksi menyatakan perbandingan paling sederhana dari partikel zat yang terlibat dalam reaksi.

Misalnya, reaksi antara gas hidrogen dengan gas oksigen membentuk air sebagai berikut.

Pereaksi atau reaktan Hasil reaksi/produk 2 H2*(g)* + O2*(g)*  2 H2O*(l)*

  

koefisien H2 = 2 koefisien O2 = 1 koefisien H2O = 2

Berdasarkan persamaan reaksi di atas, berarti 2 molekul hidrogen bereaksi dengan 1 molekul oksigen membentuk 2 molekul H2O. Oleh karena itu sebaiknya dihindari koefisien pecahan karena dapat memberi pengertian seolah- olah partikel materi (atom atau molekul) dapat dipecah.

Penulisan persamaan reaksi dapat dilakukan dalam dua langkah sebagai berikut.

1. Menuliskan rumus kimia zat-zat pereaksi dan produk, lengkap dengan keterangan tentang wujudnya.
2. Penyetaraan, yaitu memberi koefisien yang sesuai, sehingga jumlah atom ruas kiri sama dengan jumlah atom ruas kanan.

***C o n t o h* 3.1**

Tuliskan dan setarakan persamaan reaksi antara logam aluminium yang bereaksi dengan larutan asam sulfat membentuk larutan aluminium sulfat dan gas hidrogen!

*Jawab:*

*Langkah 1* : Menuliskan persamaan reaksi.

Al*(s)* + H SO *(aq)*  Al (SO ) *(aq)* + H *(g)* (belum setara)

2 4 2 4 3 2

 

Jumlah atom di ruas kiri: Jumlah atom di ruas kanan:

Al = 1 Al = 2

|  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| H | = | 2 | H | = | 2 |
| S | = | 1 | S | = | 3 |
| O | = | 4 | O | = | 12 |

*Langkah 2* : Meletakkan koefisien 2 di depan Al, sehingga jumlah atom Al di ruas kiri menjadi 1 × 2 = 2 buah Al (setara dengan jumlah Al di ruas kanan).

*Langkah 3* : Meletakkan koefisien 3 di depan H2SO4 , sehingga di ruas kiri jumlah atom H menjadi 6, atom S menjadi 3, dan jumlah atom O menjadi 12.

*Langkah 4* : Jumlah atom S dan O ruas kiri sudah sama dengan ruas kanan, sedangkan atom H ruas kanan belum setara dengan ruas kiri.

*Langkah 5* : Meletakkan koefisien 3 di depan H2, sehingga jumlah atom H ruas kanan menjadi 6, setara dengan ruas kiri.

Persamaan reaksi menjadi setara:

2 Al*(s)* + 3 H SO *(aq)*  Al (SO ) *(aq)* + 3 H *(g)*

2 4 2 4 3 2



Karena Al2(SO4)3 tidak ditambah koefisien, berarti koefisien Al2(SO4)3 = 1.

##### Penyetaraan Persamaan Reaksi

**B.**

Banyak reaksi dapat disetarakan dengan jalan mencoba/menebak, akan tetapi sebagai permulaan dapat mengikuti langkah berikut.

1. Pilihlah satu rumus kimia yang paling rumit, tetapkan koefisiennya sama dengan 1.
2. Zat-zat yang lain tetapkan koefisien sementara dengan huruf.
3. Setarakan dahulu unsur yang terkait langsung dengan zat yang tadi diberi koefisien 1.
4. Setarakan unsur lainnya. Biasanya akan membantu jika atom O disetarakan paling akhir.

Perhatikan beberapa contoh berikut.

***C o n t o h* 3.2**

Tuliskan dan setarakan persamaan reaksi antara gas metana (CH4) dengan gas oksigen membentuk gas karbon dioksida dan uap air.

*Jawab:*

*Langkah 1* : Menuliskan rumus kimia dan persamaan reaksi: CH *(g)* + O *(g)*  CO *(g)* + H O*(l)*

4 2 2 2

*Langkah 2* : Penyetaraan:

* 1. Tetapkan koefisien CH4 = 1, sedangkan koefisien zat-zat lainnya dimisalkan dengan huruf.

**1** CH4*(g)* + **a** O2*(g)*  **b** CO2*(g)* + **c** H2O*(l)*

* 1. Setarakan jumlah atom C dan H.

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
| **Jumlah Atom di Ruas Kiri** | **Jumlah Atom di Ruas Kanan** |  **Ruas Kiri =**  **Ruas Kanan** |
| C = 1 | C = **b** | **b** = 1 |
| H = 4 | H = 2**c** | **2c** = 4 maka **c** = 2 |

* 1. Kita masukkan koefisien b dan c sehingga persamaan reaksi menjadi:

**1** CH4*(g)* + **a** O2*(g)*  **1** CO2*(g)* + **2** H2O*(l)*

* 1. Kita setarakan jumlah atom O.

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
| **Jumlah Atom di Ruas Kiri** | **Jumlah Atom di Ruas Kanan** |  **Ruas Kiri =**  **Ruas Kanan** |
| O = 2**a** | O = 2 + 2 = 4 | 2**a** = 4 maka **a =** 2 |

* 1. Persamaan reaksi setara selengkapnya adalah:

**1** CH *(g)* + **2** O *(g)*  **1** CO *(g)* + **2** H O*(l)*

4 2 2 2

Untuk selanjutnya koefisien 1 tidak perlu ditulis sehingga persamaan reaksi menjadi:

CH4*(g)* + **2** O2*(g)*  CO2*(g)* + **2** H2O*(l)* (setara)

***C o n t o h* 3.3**

Tuliskan dan setarakan persamaan reaksi antara logam aluminium dengan larutan asam klorida membentuk larutan aluminium klorida dan gas hidrogen.

*Jawab:*

*Langkah 1* : Menuliskan rumus kimia dan persamaan reaksi: Al*(s)* + HCl*(aq)*  AlCl3*(aq)* + H2*(g)*

*Langkah 2* : Penyetaraan:

1. Kita tetapkan koefisien AlCl3 = 1, sedangkan koefisien zat-zat yang lain dimisalkan dengan huruf.

**a** Al*(s)* + **b** HCl*(aq)*  **1** AlCl3*(aq)* + **c** H2*(g)*

1. Setarakan jumlah Al dan Cl.

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
| **Jumlah Atom di Ruas Kiri** | **Jumlah Atom di Ruas Kanan** |  **Ruas Kiri =**  **Ruas Kanan** |
| A1 = **a** | A1 = 1 | **a** = 1 |
| Cl = **b** | C1 = 3 | **b** = 3 |

Kita masukkan a dan b pada persamaan reaksi, sehingga persamaan reaksi menjadi:

**1** Al*(s)* + **3** HCl*(aq)*  **1** AlCl *(aq)* + **c** H *(g)*

3 2

1. Setarakan jumlah atom H.

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
| **Jumlah Atom di Ruas Kiri** | **Jumlah Atom di Ruas Kanan** |  **Ruas Kiri =**  **Ruas Kanan** |
| H = 3 | H = 2**c** | 2**c =** 3**,** maka **c** = 1,5 |

Kita masukkan koefisien c, sehingga persamaan reaksi menjadi:

**1** Al*(s)* + **3** HCl*(aq)*  **1** AlCl3*(aq)* + **1,5** H2*(g)*

Karena koefisien tidak boleh pecahan, untuk membulatkan pecahan, maka *semua koefisien dikalikan dua***,** sehingga persamaan reaksi menjadi:

**2** Al*(s)* + **6** HCl*(aq)*  **2** AlCl3*(aq)* + **3** H2*(g)*

***C o n t o h* 3.4**

Tuliskan dan setarakan persamaan reaksi antara besi(III) oksida dengan larutan asam sulfat membentuk larutan besi(III) sulfat dan air.

*Jawab:*

*Langkah 1* : Menuliskan rumus kimia dan persamaan reaksi:

Fe O *(s)* + H SO *(aq)*  Fe (SO ) *(aq)* + H O*(l)*

2 3 2 4 2 4 3 2

*Langkah 2* : Penyetaraan:

1. Tetapkan koefisien Fe2(SO4)3 = 1, sedangkan koefisien zat lainnya dimisalkan dengan huruf.

**a** Fe O *(s)* + **b** H SO *(aq)*  **1** Fe (SO ) *(aq)* + **c** H O*(l)*

2 3 2 4 2 4 3 2

1. Setarakan jumlah atom Fe dan S (O terakhir).

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
| **Jumlah Atom di Ruas Kiri** | **Jumlah Atom di Ruas Kanan** |  **Ruas Kiri =**  **Ruas Kanan** |
| Fe = 2**a** | Fe = 2 | 2**a** = 2, maka **a** = 1 |
| S = **b** | S = 3 | **b** = 3 |

Kita masukkan a dan b sehingga persamaan reaksi menjadi:

**1** Fe O *(s)* + **3** H SO *(aq)*  **1** Fe (SO ) *(aq)* + **c** H O*(l)*

2 3 2 4 2 4 3 2

1. Setarakan jumlah atom H.

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
| **Jumlah Atom di Ruas Kiri** | **Jumlah Atom di Ruas Kanan** |  **Ruas Kiri =**  **Ruas Kanan** |
| H = 3  2 = 6 | H = 2**c** | 2**c =** 6**,** maka **c** = 3 |

Persamaan reaksi menjadi:

**1** Fe O *(s)* + **3** H SO *(aq)*  **1** Fe (SO ) *(aq)* + **3** H O*(l)*

2 3 2 4 2 4 3 2

Karena semua senyawa sudah mempunyai koefisien, maka jumlah atom O sudah setara.

|  |  |
| --- | --- |
| **Jumlah Atom O di Ruas Kiri** | **Jumlah Atom O di Ruas Kanan** |
| 3 + (3  4 = 15 | (4  3 + 3 = 15 |

***C o n t o h* 3.5**

Tuliskan dan setarakan persamaan reaksi antara logam tembaga dengan larutan asam nitrat encer membentuk larutan tembaga(II) nitrat, gas nitrogen oksida, dan air.

*Jawab:*

*Langkah 1* : Menuliskan rumus kimia dan persamaan reaksi:

Cu*(s)* + HNO *(aq)*  Cu(NO ) *(aq)* + NO*(g)* + H O*(l)*

3

*Langkah 2* : Penyetaraan:

3 2 2

1. Tetapkan koefisien Cu(NO3)2 = 1, sedangkan koefisien zat yang lain dimisalkan dengan huruf.

**a** Cu*(s)* + **b** HNO *(aq)*  **1** Cu(NO ) *(aq)* + **c** NO*(g)* + **d** H O*(l)*

3 3 2 2

1. Setarakan atom Cu, N, H, dan O.

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
| **Jumlah Atom di Ruas Kiri** | **Jumlah Atom di Ruas Kanan** |  **Ruas Kiri =**  **ruas Kanan** |
| Cu = **a** | Cu = 1 | **a** = 1 |
| N = **b** | N = 2 **+ c** | **b =** 2 **+ c** (1) |
| H = **b** | H = 2**d** | **b =** 2**d** (2) |
| O = 3**b** | O = 6 **+ c + d** | 3**b =** 6 **+ c + d** (3) |

Substitusi persamaan (2) dalam (3):

3b = 6 + c + d 3(2d) = 6 + c + d

6d = 6 + c + d c = 6d – d – 6

c = 5d – 6 (4)

Masukkan dalam persamaan (1): b = 2 + c

b = 2 + 5d – 6

b = 5d – 4 (5)

Persamaan (2) = (5): b = 2d

5d – 4 = 2d

3d = 4

4

3

d =

Substitusikan d = dalam persamaan (2):

4

3

b = 2d = 2 × ( 43 ) =

8

3

Substitusikan b = b = 2 + c

8

3

c = b – 2 =

dalam persamaan (1):

– 2 = – =

8

3

8

3

6

3

2

3

Kita masukkan koefisen sementara dalam bentuk pecahan pada persamaan reaksi:

**1** Cu*(s)* + HNO *(aq)*  **1** Cu(NO ) *(aq)* + NO*(g)* + H O*(l)*

8

3

2

3

4

3

3 3 2 2

Untuk membulatkan, semua koefisien dikalikan tiga sehingga persamaan reaksi menjadi:

**3** Cu*(s)* + **8** HNO *(aq)*  **3** Cu(NO ) *(aq)* + **2** NO*(g)* + **4** H O*(l)*

3 3 2 2

Kita cek jumlah atom di ruas kiri dan ruas kanan.

|  |  |
| --- | --- |
| **Jumlah Atom di Ruas Kiri** | **Jumlah Atom di Ruas Kanan** |
| Cu = 3 | Cu = 3 |
| H = 8 | H = 4 × 2 = 8 |
| N = 8 | N = (3 × 2) + 2 = 8 |
| O = 8 × 3 = 24 | O = (3 × 2 × 3) + 2 + 4 = 24 |

Berarti persamaan reaksi tersebut sudah setara.



***Latihan 3.5***

Setarakan persamaan reaksi berikut.

1. Na2O + H2O  NaOH
2. Fe + O  Fe O

2 2 3

3. P4 + O2  P2O5

1. KClO3  KCl + O2
2. N O  NO + O

2 3 2

1. N O + H O  HNO

2 5 2 3

1. Al O + H O  Al(OH)

2 3 2 3

1. Zn + H SO  ZnSO + H

2 4 4 2

9. H3PO4 + Ca(OH)2  Ca3(PO4)2 + H2O

1. Al + HCl  AlCl + H

3 2

1. Fe2O3 + HBr  FeBr3 + H2O

2

1. Pb(NO3)2

+ NaCl  PbCl

+ NaNO3

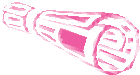
13. K3PO3 + MgI2  KI + Mg3(PO3)2

14. C2H4 + O2  CO2 + H2O

15. C3H4 + O2  CO2 + H2O

16. C2H5OH + O2  CO2 + H2O

1. Ag2O + NH3  Ag + N2 + H2O
2. Cu + HNO3  Cu(NO3)2 + NO + H2O
3. I2 + NaOH  NaI + NaIO3 + H2O
4. NaOH + H2SO4  Na2SO4 + H2O



**Tugas Individu**

1. WulisEan persamaan reaEsi beriEut ini, Eemudian setaraEan!
   1. Gas nitrogen bereaksi dengan gas hidrogen membentuk amonia.
   2. Gas hidrogen bereaksi dengan gas oksigen membentuk air.
   3. Logam aluminium bereaksi dengan gas oksigen membentuk aluminium oksida padat.
   4. Kalsium oksida padat bereaksi dengan air membentuk larutan kalsium hidroksida.
   5. Larutan natrium hidroksida bereaksi dengan larutan asam sulfat membentuk larutan natrium sulfat dan air.
   6. Larutan asam klorida bereaksi dengan larutan magnesium hidroksida membentuk larutan magnesium klorida dan air.
   7. Butana terbakar sempurna membentuk gas karbon dioksida dan air.
   8. Larutan magnesium nitrat bereaksi dengan larutan natrium fosfat membentuk larutan magnesium fosfat dan larutan natrium nitrat.
   9. Logam besi bereaksi dengan larutan asam klorida membentuk larutan besi(III) klorida dan gas hidrogen.
   10. Karbon dioksida dan amonia bereaksi membentuk urea dan air.

B. SetaraEan persamaan reaEsi beriEut!

1. C H *(g)* + O *(g)*  CO *(g)* + H O*(l)*

5 10 2 2 2

2. CaCO *(s)* + HCl*(aq)*  CaCl *(aq)* + CO *(g)* + H O*(l)*

3 2 2 2

3. NH *(g)* + O *(g)*  NO*(g)* + H O*(g)*

3 2 2

4. Al2O3*(s)* + H2SO4*(aq)*  Al2(SO4)3*(aq)* + H2O*(l)*

5. PI *(s)* + H O*(l)*  H PO *(aq)* + HI*(g)*

3 2 3 3

6. Na*(s)* + O *(g)*  Na O*(s)*

2 2

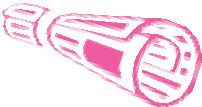
7. C2H6*(g)* + O2*(g)*  CO2*(g)* + H2O*(g)*

1. NaOH*(aq)* + H3PO4*(aq)*  Na3PO4*(aq)* + H2O*(l)*
2. Zn + HCl  ZnCl + H

2 2

10. Fe2(CO3)3*(s)* + H2O*(l)*  Fe(OH)3*(s)* + CO2*(g)*

## Tugas Kelompok



1. Wulislak persamaan reaEsi beriEut ini Eemudian setaraEan!
   1. Logam aluminium bereaksi dengan larutan asam klorida membentuk larutan aluminium klorida dan gas hidrogen.
   2. Larutan natrium karbonat dengan larutan asam sulfat membentuk larutan natrium sulfat, gas karbon dioksida, dan air.
   3. Dinitrogen pentaoksida dengan air membentuk larutan asam nitrat.
   4. Larutan amonium sulfat dengan larutan natrium hidroksida membentuk larutan natrium sulfat, gas amonia, dan air
   5. Difosforus pentaoksida padat dengan larutan kalium hidroksida membentuk larutan kalium fosfat dan air.
   6. Larutan timbal(II) asetat dengan larutan kalium iodida membentuk endapan timbal(II) iodida dan larutan kalium asetat.
   7. Larutan tembaga(II) sulfat dengan larutan natrium hidroksida membentuk endapan tembaga(II) hidroksida dan larutan natrium sulfat.
   8. Gas karbon dioksida dengan larutan kalium hidroksida membentuk larutan kalium karbonat dan air.
   9. Gas asetilena terbakar sempurna membentuk gas karbon dioksida dan air.
   10. Gas klorin bereaksi dengan larutan natrium hidroksida membentuk larutan natrium klorida, larutan natrium hipoklorit, dan air.

B. SetaraEan persamaan reaEsi beriEut!

1. Cr O *(aq)* + Al*(s)*  Al O *(aq)* + Cr*(s)*

2 3

2 3

4. (NH ) SO *(aq)* + KOH*(aq)*  K SO *(aq)* + NH *(g)* + H O*(l)*

2. Cu*(s)* + H2SO4*(aq)*  CuSO4*(aq)* + SO2*(g)* + H2O*(l)*

3. Mg(OH)2*(aq)* + HCl*(aq)*  MgCl2*(aq)* + H2O*(l)*

5. K Cr O *(aq)* + HCl*(aq)*  KCl*(aq)* + CrCl *(aq)* + Cl *(g)* + H O*(l)*

4 2 4 2 4 3 2

2 2 7 3 2 2

6. Ca (PO ) *(s)* + SiO *(s)* + C*(s)*  CaSiO *(s)* + CO*(g)* + P *(s)*

7. HgS*(s)* + HNO *(aq)* + HCl*(aq)*  HgCl *(aq)* + NO*(g)* + H O*(l)* + S*(s)*

3 4 2 2 3 4

3 2 2

8. Zn*(s)* + HNO3*(aq)*  Zn(NO3)2*(aq)* + NH4NO3*(s)* + H2O*(l)*

9. Cu*(s)* + HNO3*(aq)*  Cu(NO3)2*(aq)* + NO2*(g)* + H2O*(l)*

10. MnO2*(s)* + HCl*(aq)*  MnCl2*(aq)* + Cl2*(g)* + H2O*(l)*

## Hukum-hukum Dasar Kimia

**3.3**

##### Hukum Kekekalan Massa (Hukum Lavoisier)

**A.**

Perhatikan reaksi pembakaran kertas. Sepintas lalu dapat kita lihat bahwa massa abu hasil pembakaran lebih kecil daripada massa kertas yang dibakar. Apakah pembakaran kertas disertai pengurangan massa?

**Antoine Laurent Lavoisier** telah menyelidiki massa zat-zat sebelum dan sesudah reaksi. Lavoisier menimbang zat sebelum bereaksi, kemudian menimbang hasil reaksinya. Ternyata massa zat sebelum dan sesudah reaksi selalu sama. Lavoisier menyimpulkan hasil penemuannya dalam suatu hukum yang disebut *hukum kekekalan massa*: “Dalam sistem tertutup, massa zat sebelum dan sesudah reaksi adalah sama“.

Perubahan materi yang kita amati dalam kehidupan sehari-hari umumnya berlangsung dalam wadah terbuka. Jika hasil reaksi ada yang berupa gas (seperti pada pembakaran kertas), maka massa zat yang tertinggal menjadi lebih kecil daripada massa semula. Sebaliknya, jika reaksi mengikat sesuatu dari lingkungannya (misalnya oksigen), maka hasil reaksi akan lebih

besar daripada massa semula. Misalnya, reaksi perkaratan besi (besi mengikat oksigen dari udara) sebagai berikut.

Besi yang mempunyai massa tertentu akan bereaksi dengan sejumlah oksigen di udara membentuk senyawa baru besi oksida (Fe2O3*(s)*) yang massanya sama dengan massa besi dan oksigen mula-mula.

Fe*(s)* + O2*(g)*  Fe2O3*(s)*

**Gambar 3.2** Antoine Laurent Lavoisier (1743 – 1794) dari Perancis. Dia adalah “Bapak Kimia Modern”. Dia menekankan pentingnya pengamatan kuantitatif dalam eksperimen.

Sumber: Microsoft ® Encarta ® Reference Library 2005.

## Tugas Kelompok

1. Judul

Hukum Dasar Kimia (Hukum Lavoisier)

1. Kompetensi Dasar

Menemukan hukum-hukum dasar kimia melalui percobaan dan mengkomunikasikan berlakunya hukum-hukum dasar kimia melalui percobaan.

1. Alat dan Bahan

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
| **No.** | **Nama Alat** | **Jumlah** |
| 1. | Tabung Y | 1 buah |
| 2. | Timbangan | 1 buah |
| 3. | Pipet Tetes | 2 buah |
| 4. | Sumbat | 1 buah |
| 5. | Gelas Ukur | 1 buah |

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
| **No.** | **Nama Bahan** | **Jumlah** |
| 1. | Pb(NO3)2 1 *M* | 2mL |
| 2. | KI 1 *M* | 2mL |

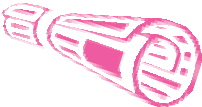
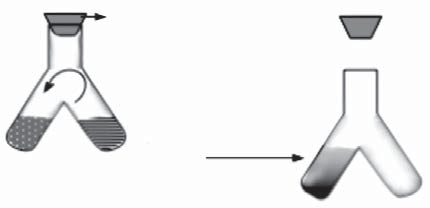
1. Prosedur Percobaan
   1. Satu kaki tabung Y diisi dengan 2 mL larutan timbal(II) nitrat, sedangkan kaki tabung yang lain diisi dengan 2 mL larutan kalium iodida. Kemudian tutup dengan sumbat dan ditimbang.

Gabus penutup

Sebelum dicampur

Pb(NO3)2 KI

Sesudah dicampur



PbI2 + KNO3

* 1. Setelah itu kedua macam larutan dicampurkan dalam tabung Y yang dimiringkan. Catat perubahan yang terjadi. Kemudian timbang kembali tabung Y bersama isinya.

1. Data Percobaan

|  |  |
| --- | --- |
| **Massa Sebelum Reaksi** | **Massa Sesudah Reaksi** |
|  |  |

1. Pertanyaan
   1. Apakah massa sebelum dan sesudah reaksi sama?
   2. Apakah kesimpulan Anda berdasarkan massa zat-zat sebelum dan sesudah reaksi?
   3. Bagaimana bunyi hukum Lavoisier berdasarkan percobaan di atas?

##### Hukum Perbandingan Tetap (Hukum Proust)

**B.**

Pada tahun 1799, **Joseph Louis Proust** menemukan satu sifat penting dari senyawa, yang disebut *hukum perbandingan tetap*. Berdasarkan penelitian terhadap berbagai senyawa yang dilakukannya, Proust menyimpulkan bahwa “Perbandingan massa unsur-unsur dalam satu senyawa adalah tertentu dan tetap.“

Senyawa yang sama meskipun berasal dari daerah berbeda atau dibuat dengan cara yang berbeda ternyata mempunyai komposisi yang sama.

Contohnya, hasil analisis terhadap garam natrium klorida dari berbagai daerah sebagai berikut.

Wabel 3.4 Hasil Analisis terhadap Garam dari Berbagai Daerah

|  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- |
| **Asal** | **Massa Garam** | **Massa Natrium** | **Massa Klorida** | **Massa Na : Cl** |
| Indramayu | 2 gram | 0,786 gram | 1,214 gram | 1 : 1,54 |
| Madura | 1,5 gram | 0,59 gram | 0,91 gram | 1 : 1,54 |
| Impor | 2,5 gram | 0,983 gram | 1,517 gram | 1 : 1,54 |

Sebagaimana ditunjukkan dalam perhitungan di atas, bahwa perbandingan massa Na terhadap Cl ternyata tetap, yaitu 1 : 1,54. Jadi,

senyawa tersebut memenuhi hukum Proust.

**Gambar 3.3** Joseph Louis Proust (1754 – 1826) adalah seorang ahli kimia Perancis. Ia mendalami analisis kimia dan menjadi terkenal setelah merumuskan hukum perbandingan tetap untuk senyawa. Sumber: Chemistry, The Molecular Nature of Matter & Change, Martin S. Silberberg, 2000.

Contoh menentukan perbandingan massa unsur-unsur dalam senyawa sebagai berikut.

Tabel 3.5 menunjukkan data hasil percobaan reaksi besi dengan belerang membentuk senyawa besi sulfida (FeS).

Wabel 3.5 Perbandingan Massa Besi dan Belerang pada Senyawa FeS

|  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- |
| **No.** | **Massa Besi (Fe) yang Direaksikan** | **Massa Belerang (S) yang Direaksikan** | **Massa FeS yang Terbentuk** | **Perbandingan Massa Fe dan S pada FeS** |
| 1. | 0,42 gram | 0,24 gram | 0,66 gram | 7 : 4 |
| 2. | 0,49 gram | 0,28 gram | 0,77 gram | 7 : 4 |
| 3. | 0,56 gram | 0,32 gram | 0,88 gram | 7 : 4 |
| 4. | 0,71 gram | 0,40 gram | 1,11 gram | 7 : 4 |

Berdasarkan data tersebut ternyata perbandingan massa besi dan belerang pada senyawa besi sulfida (FeS) selalu tetap, yaitu 7 : 4.

Data reaksi antara hidrogen dan oksigen membentuk air, jika diketahui perbandingan massa H : O membentuk air adalah 1 : 8 sebagai berikut.

Wabel 3.6 Data Reaksi antara Hidrogen dan Oksigen Membentuk Air

|  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- |
| **No.** | **Massa Hidrogen yang Direaksikan** | **Massa Oksigen yang Direaksikan** | **Massa Air yang Terbentuk** | **Massa Pereaksi yang Tersisa** |
| 1. | 1 gram | 8 gram | 9 gram | **-** |
| 2. | 2 gram | 16 gram | 18 gram | **-** |
| 3. | 1 gram | 9 gram | 9 gram | 1 gram oksigen |
| 4. | 5 gram | 24 gram | 27 gram | 2 gram hidrogen |
| 5. | 10 gram | 10 gram | 11,25 gram | 8,75 gram hidrogen |

***C o n t o h* 3.6**

Diketahui perbandingan massa kalsium dan oksigen dalam membentuk senyawa kalsium oksida adalah **5** : **2**. Bila direaksikan 10 gram kalsium dan 12 gram oksigen, tentukan massa kalsium oksida (CaO) yang terbentuk dan sisa pereaksi!

*Jawab:*

|  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- |
| **Langkah- langkah** | **Massa Kalsium** | **Massa Oksigen** | **Massa CaO yang Terbentuk** | **Massa Sisa Pereaksi** |
| Mula-mula | 10 gram | 12 gram | – | – |
| Perbandingan massa | 10  2 \*  5  (pilih angka kecil) | 12  6  2 |  |  |
| Bereaksi | 2 × **5** = 10 gram | 2 × **2** = 4 gram | 10 + 4 = 14 gram |  |
| Sisa | 10 – 10 = 0 gram | 12 – 4 = 8 gram |  | 8 gram oksigen |



***Latihan 3.6***

Selesaikan soal-soal berikut seperti contoh!

1. Perbandingan massa karbon (C) terhadap oksigen (O) dalam senyawa karbon dioksida (CO2) adalah 3 : 8. Berapa gram massa karbon dioksida yang terbentuk dan sisa pereaksi, jika direaksikan:
   1. 6 gram karbon dengan 16 gram oksigen
   2. 6 gram karbon dengan 8 gram oksigen
   3. 3 gram karbon dengan 10 gram oksigen
   4. 12 gram karbon dengan 24 gram oksigen
2. Perbandingan massa Fe : S dalam senyawa FeS adalah 7 : 4. Berapakah massa FeS yang terbentuk dan massa sisa pereaksi, jika direaksikan 35 gram besi dan 16 gram belerang?
3. Jika direaksikan 1 gram zat *X* dengan 3 gram zat *Y* sehingga terbentuk 2,33 gram senyawa *XY*, berapakah perbandingan massa unsur *X* : *Y* dalam senyawa *XY* tersebut!
4. Logam natrium jika direaksikan dengan gas oksigen akan membentuk natrium oksida (Na2O). Data beberapa percobaannya sebagai berikut.

|  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- |
| **Sampel** | **Massa Senyawa**  **(gram)** | **Massa Natrium**  **(gram)** | **Massa Oksigen (gram)** |
| *A* | 1,020 | 0,757 | 0,263 |
| *B* | 1,548 | 1,149 | 0,399 |
| *C* | 1,382 | 1,025 | 0,357 |

* 1. Tentukan perbandingan massa natrium dengan massa oksigen pada setiap sampel!

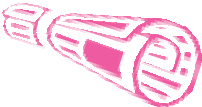
c. Apakah data tersebut sesuai dengan hukum perbandingan tetap? Jelaskan!

d. Tuliskan reaksi pada percobaan tersebut!

1. Diketahui perbandingan massa tembaga dan oksigen dalam senyawa CuO adalah 4 : 1. Tentukan massa CuO yang terbentuk dan sisa pereaksi, jika direaksikan:
   1. 8 gram tembaga dengan 2 gram oksigen
   2. 12 gram tembaga dengan 3 gram oksigen
   3. 20 gram tembaga dengan 10 gram oksigen
   4. 32 gram tembaga dengan 5 gram oksigen
2. Tabel berikut menunjukkan hasil eksperimen reaksi pembentukan magnesium oksida (MgO).

|  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- |
| **Percobaan** | **Massa Mg (gram)** | **Massa O (gram)** | **Massa MgO (gram)** |
| 1 | 0,72 | 0,48 | ? |
| 2 | ? | ? | 2,8 |
| 3 | ? | 1,5 | 3,75 |

* 1. Salin dan lengkapilah massa magnesium, massa oksigen, dan massa magnesium oksida (MgO) dalam tabel tersebut!
  2. Tentukan perbandingan massa magnesium dengan massa oksigen dalam MgO!



**Tugas Kelompok 1**

1. Judul: Hukum Dasar Kimia (Hukum Proust)
2. Kompetensi Dasar

Menemukan hukum-hukum dasar kimia melalui percobaan dan mengkomunikasikan berlakunya hukum-hukum dasar kimia melalui percobaan.

1. Alat dan Bahan

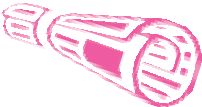
|  |  |  |
| --- | --- | --- |
| **No.** | **Nama Alat** | **Jumlah** |
| 1. | Tabung reaksi | 5 buah |
| 2. | Penggaris | 1 buah |
| 3. | Bunsen | 1 buah |
| 4. | Penjepit | 1 buah |
| 5. | Rak tabung reaksi | 1 buah |
| 6. | Neraca/timbangan | 1 buah |

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
| **No.** | **Nama Bahan** | **Jumlah** |
| 1. | Tembaga | 5 buah |
| 2. | Belerang | 15 spatula |

1. Prosedur Percobaan
   1. Timbanglah 1 spatula belerang, catat massanya.
   2. Timbanglah satu lempeng tembaga (6 cm × 0,8 cm).
   3. Masukkan 1 spatula belerang dan satu lempeng tembaga (6 cm × 0,8 cm) ke dalam tabung reaksi kering secara terpisah.
   4. Panaskan lempeng tembaga, kemudian tegakkan tabung reaksi sehingga lempeng tembaga jatuh ke serbuk belerang.
   5. Lanjutkan pemanasan sampai tembaga berpijar dan belerang habis bereaksi.
   6. Ukur panjang tembaga yang bereaksi dan panjang tembaga sisa hasil reaksi.
   7. Timbanglah dan catat massa tembaga sisa.
   8. Hitunglah massa tembaga yang bereaksi.
   9. Ulangi percobaan di atas mulai nomor 1 dengan menggunakan serbuk belerang sebanyak 2, 3, 4, 5 kali jumlah semula.
   10. Buatlah grafik hubungan antara panjang tembaga yang beraksi terhadap jumlah belerang yang digunakan.
2. Data Percobaan

|  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| **Jumlah Takaran Belerang** | **1** | **2** | **3** | **4** | **5** |
| Massa belerang |  |  |  |  |  |
| Panjang tembaga mula-mula (mm) |  |  |  |  |  |
| Panjang tembaga sisa (mm) |  |  |  |  |  |
| Panjang tembaga yang bereaksi (mm) |  |  |  |  |  |
| Massa tembaga mula-mula |  |  |  |  |  |
| Massa tembaga sisa |  |  |  |  |  |
| Massa tembaga yang bereaksi |  |  |  |  |  |

1. Pertanyaan
   1. Bagaimana hubungan antara panjang lempeng tembaga yang bereaksi dengan jumlah belerang yang digunakan?
   2. Bagaimana hubungan antara massa tembaga dan massa belerang yang bereaksi?
   3. Jelaskan pendapat Anda berdasarkan hukum Proust!



**Tugas Kelompok 2**

MembuEtiEan HuEum Perbandingan Wetap

1. Siapkan cawan petri dan tutupnya. Timbang dan catat massanya dalam kolom m1 pada tabel di bawah.
2. Siapkan tiga pita magnesium (Mg) dengan ukuran berbeda.
3. Ambil satu pita Mg dan letakkan dalam wadah cawan petri. Timbang dan catatlah dalam kolom m2.

**86** Pimia X SMA



* 1. Panaskan wadah tersebut. Selama pemanasan, gunakan penjepit untuk membuka tutup wadah sedikit dari waktu ke waktu agar oksigen di udara dapat masuk. Usahakan asap putih yang terbentuk tidak keluar dari wadah.
  2. Setelah pemanasan selesai, timbang dan catatlah massa cawan petri dan isinya dalam kolom m3.
  3. Ulangi percobaan dengan kedua pita Mg lainnya.

|  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| **Percobaan** | **Massa Wadah + Tutup** | **Massa Sebelum Pemanasan** | **Massa Setelah Pemanasan** | **Massa Magnesium yang**  **Direaksikan** | **Massa Oksigen yang**  **Direaksikan** | **Massa Magnesium Oksida yang**  **Terbentuk** |
| m1 | m2 | m3 | (m2 – m1) | (m3– m2) | (m3– m1) |
| 1 |  |  |  |  |  |  |
| 2 |  |  |  |  |  |  |
| 3 |  |  |  |  |  |  |

Berdasarkan hasil eksperimen di atas, tentukan perbandingan massa magnesium dengan massa oksigen yang bereaksi. Apa yang dapat Anda simpulkan dari eksperimen ini berkaitan dengan hukum perbandingan tetap?

##### Hukum Kelipatan Perbandingan (Hukum Dalton)

**C.**

Hukum Proust dikembangkan lebih lanjut oleh para ilmuwan untuk unsur- unsur yang dapat membentuk lebih dari satu jenis senyawa. Salah seorang di antaranya adalah **John Dalton** (1766 – 1844). Dalton mengamati adanya suatu keteraturan yang terkait dengan perbandingan massa unsur-unsur dalam suatu senyawa. Untuk memahami hal ini, perhatikan tabel hasil percobaan reaksi antara nitrogen dengan oksigen berikut.

Wabel 3.7 Reaksi antara Nitrogen dengan Oksigen

|  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- |
| **Jenis Senyawa** | **Massa Nitrogen yang Direaksikan** | **Massa Oksigen yang Direaksikan** | **Massa Senyawa yang Terbentuk** |
| Nitrogen monoksida | 0,875 gram | 1,00 gram | 1,875 gram |
| Nitrogen dioksida | 1,75 gram | 1,00 gram | 2,75 gram |

Dengan massa oksigen yang sama, ternyata perbandingan massa nitrogen dalam senyawa nitrogen dioksida dan senyawa nitrogen monoksida merupakan bilangan bulat dan sederhana.

Massa nitrogen dalam senyawa nitrogen dioksida  1, 75 gram  2

Massa nitrogen dalam senyawa nitrogen monoksida 0,87 gram 1

Berdasarkan hasil percobaannya, Dalton me- rumuskan *hukum kelipatan perbandingan (hukum Dalton)* yang berbunyi:

“Jika dua jenis unsur bergabung membentuk lebih dari satu senyawa, dan jika massa-massa salah satu unsur dalam senyawa-senyawa tersebut sama, sedangkan massa-massa unsur lainnya berbeda, maka perbandingan massa unsur lainnya dalam senyawa-senyawa tersebut merupakan bilangan bulat dan sederhana. “



**Gambar 3.4** John Dalton (1766 – 1844) adalah ilmuwan Inggris. Sumber: Microsoft ® Encarta ® Reference Library 2005



***Latihan 3.7***

1. Belerang dan oksigen bereaksi membentuk dua jenis senyawa. Kadar belerang dalam senyawa I dan II berturut-turut adalah 50% dan 40%. Apakah hukum Dalton berlaku untuk senyawa tersebut?
2. Fosfor dan oksigen membentuk dua macam senyawa. Dalam 55 gram senyawa I terdapat 31 gram fosforus, sedangkan 71 gram senyawa II mengandung 40 gram oksigen. Tunjukkan bahwa kedua senyawa itu memenuhi hukum Dalton!
3. Nitrogen dan oksigen membentuk berbagai macam senyawa. Tiga di antaranya mengandung nitrogen masing-masing 25,93%, 30,43%, dan 36,84%. Tunjukkan bahwa ketiga senyawa itu memenuhi hukum Dalton!

##### Hukum Perbandingan Volume (Hukum Gay Lussac)

**D.**

Pada awalnya para ilmuwan menemukan bahwa gas hidrogen dapat bereaksi dengan gas oksigen membentuk air. Perbandingan volume gas hidrogen dan oksigen dalam reaksi tersebut adalah tetap, yaitu 2 : 1. Pada tahun 1808, **Joseph Louis Gay Lussac** melakukan percobaan serupa dengan menggunakan berbagai macam gas. Ia menemukan bahwa perbandingan vo- lume gas-gas dalam reaksi selalu merupakan bilangan bulat sederhana.

2 volume gas hidrogen + 1 volume gas oksigen  2 volume uap air 1 volume gas nitrogen + 3 volume gas hidrogen  2 volume gas

amonia

1 volume gas hidrogen + 1 volume gas klorin  2 volume gas

hidrogen klorida

Percobaan-percobaan Gay Lussac tersebut dapat kita nyatakan dalam per- samaan reaksi sebagai berikut.

2 H *(g)* + O *(g)*  2 H O*(l)* N2*(g)* + 3 H2*(g)*  2 NH3*(g)*

2 2 2

H *(g)* + Cl *(g)*  2 HCl*(g)*

2 2

Dari percobaan ini, Gay Lussac merumuskan *hukum perbandingan volume* (*hukum Gay Lussac*):

“Pada suhu dan tekanan yang sama, volume gas- gas yang bereaksi dan volume gas-gas hasil reaksi berbanding sebagai bilangan bulat sederhana.“

Hukum perbandingan volume dari Gay Lussac dapat kita nyatakan sebagai berikut.

“Perbandingan volume gas-gas sesuai dengan koefisien masing-masing gas.”

Untuk dua buah gas (misalnya gas *A* dan gas *B*) yang tercantum dalam satu persamaan reaksi, berlaku hubungan:

**Gambar 3.5**. Joseph Louis Gay

Lussac (1778 – 1850) dari Perancis hidup pada masa revolusi Perancis sekaligus masa revolusi ilmu kimia. Sumber: Microsoft ® Encarta ® Reference Library 2005

Volume *A* =

Volume *B*

koefisien *A*

koefisien *B*

koefisien *A*

Volume *A* = koefisien *B* × volume *B*

***C o n t o h* 3.7**

1. Tiga liter gas propana (C3H8) dibakar sempurna dengan gas oksigen membentuk gas karbon dioksida dan air, sesuai persamaan reaksi berikut.

C3H8*(g)* +5 O2*(g)*  3 CO2*(g)* + 4 H2O*(l)*

* 1. Berapa liter gas oksigen yang diperlukan?
  2. Berapa liter gas karbon dioksida yang terbentuk?
  3. Berapa liter air yang terbentuk?

*Jawab:*

C H *(g)* +5 O *(g)*  3 CO *(g)* + 4 H O*(l)*

3 8 2 2 2

Volume O2

1. Volume C H =

3 8

Volume O2 =

koefisien O2 koefisien C3H8

koefisien O2

koefisien C H × volume C3H8

3 8

=

Volume CO2

5

1 × 3 liter = 15 liter

koefisien CO2

1. Volume C H =

3 8

Volume CO2 =

koefisien C3H8

koefisien CO2

3 8

koefisien C H × volume C3H8

=

Volume H2O

1. Volume C H =

3 8

Volume H2O =

3

1 × 3 liter = 9 liter

koefisien H2O koefisien C3H8

koefisien H2O

koefisien C H × volume C3H8

3 8

4

= 1 × 3 liter = 12 liter

1. Sepuluh mL gas nitrogen (N2) dan 15 mL gas oksigen (O2) tepat habis bereaksi menjadi 10 mL gas N*a*O*b*. Tentukan rumus kimia gas N*a*O*b* tersebut!

*Jawab:*

Perbandingan koefisien = perbandingan volume Koefisien N2 : O2 : N*a*O*b* = 10 : 15 : 10 = 2 : 3 : 2

2 N2 + 3 O2  2 N*a*O*b*

Karena jumlah atom di ruas kiri dan di ruas kanan sama, maka harga a dan b dapat dicari sebagai berikut.

Jumlah atom N kiri = Jumlah atom N kanan 2 × 2 = 2*a*

4 = 2*a*

*a* = 2

Jumlah atom O kiri = Jumlah atom O kanan 3 × 2 = 2*b*

6 = 2*b*

*b* = 3

Jadi, rumus kimia senyawa tersebut adalah N2O3.



***Latihan 3.8***

1. Lima liter gas asetilena dibakar sempurna sesuai persamaan reaksi berikut.

2 C2H2*(g)* + 5 O2*(g)*  4 CO2*(g)* + 2 H2O*(g)*

Pada suhu dan tekanan yang sama, tentukan:

* 1. volume gas oksigen yang diperlukan
  2. volume gas karbon dioksida yang dihasilkan
  3. volume air yang dihasilkan

1. Sepuluh liter gas hidrogen bromida terurai sebagai berikut.

2 HBr*(g)*  H *(g)* + Br *(g)*

2 2

Pada suhu dan tekanan yang sama, tentukan volume gas hidrogen dan volume gas bromin yang dihasilkan!

1. Lima liter gas N2O5 terurai sesuai reaksi berikut. 2 N2O5*(g)*  2 N2*(g)* + 5 O2*(g)*

Pada suhu dan tekanan yang sama, tentukan volume gas nitrogen dan volume gas

oksigen yang terbentuk!

##### Hipotesis Avogadro

**E.**

Mengapa perbandingan volume gas-gas dalam suatu reaksi merupakan bilangan sederhana? Banyak ahli termasuk Dalton dan Gay Lussac gagal menjelaskan hukum perbandingan volume yang ditemukan oleh Gay Lussac. Ketidakmampuan Dalton karena ia menganggap partikel unsur selalu berupa atom tunggal (monoatomik). Pada tahun 1811, **Amedeo Avogadro** menjelaskan percobaan Gay Lussac. Menurut Avogadro, partikel unsur tidak selalu berupa atom tunggal (monoatomik), tetapi berupa 2 atom (diatomik) atau lebih (poliatomik). Avogadro menyebutkan partikel tersebut sebagai molekul.

Gay Lussac:



**Gambar 3.6** Amedeo Avogadro (1776–1857) berasal dari Italia. Sumber: Microsoft ® Encarta ® Reference Library 2005.

2 volume gas hidrogen + 1 volume gas oksigen  2 volume uap air Avogadro:

2 molekul gas hidrogen + 1 molekul gas oksigen  2 molekul uap air

Dari sini Avogadro mengajukan hipotesisnya yang dikenal *hipotesis Avogadro*

yang berbunyi:

“Pada suhu dan tekanan yang sama, semua gas dengan volume yang sama akan mengandung jumlah molekul yang sama pula.”

Jadi, perbandingan volume gas-gas itu juga merupakan perbandingan jumlah molekul yang terlibat dalam reaksi. Dengan kata lain perbandingan volume gas-gas yang bereaksi sama dengan koefisien reaksinya (Martin S. Silberberg, 2000). Marilah kita lihat bagaimana hipotesis Avogadro dapat menjelaskan hukum perbandingan volume dan sekaligus dapat menentukan rumus molekul berbagai unsur dan senyawa.

***C o n t o h* 3.8**

1. Reaksi antara gas hidrogen dengan gas klorin membentuk gas hidrogen klorida. Menurut percobaan, perbandingan volume gas hidrogen : klorin : hidrogen klorida adalah 1 : 1 :
2. Berarti perbandingan jumlah molekul hidrogen : klorin : hidrogen klorida yang terlibat dalam reaksi adalah 1 : 1 : 2. Jika dimisalkan rumus molekul gas hidrogen adalah H*x*, klorin Cl*y*, dan hidrogen klorida H*a*Cl*b* (*x*, *y*, *a*, *b* harus bilangan bulat), maka persamaan

reaksinya dapat ditulis:

1. H***x****(g)* + **1** Cl*y(g)*  **2** H*a*Cl*b(g)*

Nilai paling sederhana untuk *x* dan *y* yang membuat persamaan tersebut setara adalah *x* = 2 dan *y* = 2 (tidak mungkin nilai *x* = 1 dan *y* = 1 sebab jika *x* = 1 dan *y* = 1, maka nilai *a* dan *b* merupakan pecahan, yaitu 0,5).

Untuk *x* = 2 maka nilai *a* = 1 dan untuk *y* = 2 maka nilai *b* = 1.

Jadi, rumus molekul hidrogen adalah H2, klorin adalah Cl2, dan hidrogen klorida adalah HCl.

Persamaan reaksi di atas menjadi:

H2*(g)* + Cl2*(g)*  2 HCl*(g)*

2. Reaksi antara gas hidrogen dengan gas oksigen membentuk uap air. Menurut pecobaan, perbandingan volume gas hidrogen : oksigen : uap air adalah 2 : 1 : 2. Berarti perbandingan jumlah molekul gas hidrogen : oksigen : uap air yang terlibat dalam

reaksi adalah 2 : 1 : 2. Misalkan rumus gas hidrogen adalah H*x*, oksigen O*y*, dan air H*a*O*b*, maka persamaan reaksinya dapat ditulis sebagai berikut.

**2** H*x(g)* + **1** O*y(g)*  **2** H*a*O*b(g)*

Dengan rumus molekul hidrogen H2 (*x* = 2) maka nilai *a* = 2. Nilai paling sederhana untuk *y* adalah 2, dengan demikian *b* = 1. Jadi rumus molekul hidrogen adalah H2 dan oksigen O2, sehingga rumus molekul air adalah H2O.

***C o n t o h* 3.9**

Menentukan Rumus Molekul Senyawa Gas

1. Dua liter gas nitrogen (N2) tepat bereaksi dengan 3 liter gas oksigen (O2) membentuk 2 liter gas N*a*O*b*, semuanya diukur pada suhu (*T*) dan tekanan (*P*) yang sama. Tentukan rumus molekul gas tersebut!

*Jawab:*

Karena perbandingan volume gas merupakan koefisien reaksi, maka persamaan reaksinya dapat ditulis sebagai berikut.

2 N *(g)* + 3 O *(g)*  2 N O *(g)*

2 2 *a b*

Jumlah atom ruas kiri = jumlah atom ruas kanan

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
| **Jumlah Atom di Ruas Kiri** | **Jumlah Atom**  **di Ruas Kanan** |  **Ruas Kiri =**  **Ruas Kanan** |
| N = 2 × 2 = 4 | N = 2*a* | 4 = 2*a* maka *a* = 2 |
| O = 3 × 2 = 6 | O = 2*b* | 6 = 2b maka *b* = 3 |

Jadi, rumus molekul gas N*a*O*b* = N2O3.

1. Suatu senyawa hidrokarbon (C*x*H*y*) yang berwujud gas terbakar menurut reaksi: C H *(g)* + O *(g)*  CO *(g)* + H O*(g)* (belum setara)

*x y* 2 2 2

Dari percobaan diketahui bahwa untuk membakar 2 liter gas C*x*H*y* (*T*, *P*) diperlukan 5 liter gas oksigen (*T*, *P*) dan dihasilkan 4 liter gas karbon dioksida (*T*, *P*). Tentukan

rumus molekul hidrokarbon tersebut!

*Jawab:*

Karena perbandingan volume merupakan koefisien reaksi, maka persamaan reaksinya menjadi:

1. C H *(g)* + 5 O *(g)*  4 CO *(g)* + …. H O*(g)* (belum setara)

*x y* 2 2 2

Untuk kesetaraan atom oksigen, maka koefisien H2O adalah 2 (10 – 8), dengan demikian persamaan reaksi setara menjadi:

2 C H *(g)* + 5 O *(g)*  4 CO *(g)* + 2 H O*(g)*

*x y* 2 2 2

Untuk kesetaraan atom C dan H sebagai berikut.

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
| **Jumlah Atom di Ruas Kiri** | **Jumlah Atom di Ruas Kanan** |  **Ruas Kiri =**  **Ruas Kanan** |
| C = 2*x* | C = 4 | 2*x* = 4 maka *x* = 2 |
| H = 2*y* | H = 2 × 2 = 4 | 2*y* = 4 maka *y* = 2 |

Jadi, rumus molekul hidrokarbon tersebut adalah C2H2.



***Latihan 3.9***

1. Satu liter (*T*, *P*) gas fosfor (P4) bereaksi dengan 5 liter (*T*, *P*) gas oksigen (O2) membentuk 2 liter gas P*a*O*b* . Tentukan rumus molekul gas P*a*O*b*!
2. Dua liter (*T*, *P*) gas nitrogen bereaksi dengan 4 liter (*T*, *P*) gas oksigen membentuk 4 liter gas *X*. Tentukan rumus molekul gas *X* tersebut!
3. Pada penguraian sempurna 10 liter (*T*, *P*) suatu oksida nitrogen (N*a*O*b*) yang berupa gas dihasilkan 20 liter (*T*, *P*) gas nitrogen dioksida dan 5 liter (*T*, *P*) gas oksigen. Tentukan rumus molekul N*a*O*b*!
4. Pada pembakaran sempurna 5 liter (*T*, *P*) gas C*x*H*y* diperlukan 15 liter (*T*, *P*) gas oksigen dan dihasilkan 10 liter (*T*, *P*) gas karbon dioksida sesuai persamaan reaksi berikut.

C H *(g)* + O *(g)*  CO *(g)* + H O*(l)* (belum setara) Tentukan rumus molekul C*x*H*y* tersebut!

*x y* 2 2 2

***C o n t o h* 3.10**

1. Menentukan Volume Gas Lain Jika Volume Salah Satu Gas Diketahui Lima liter gas butana (C4H10) dibakar sempurna menurut reaksi:

C H *(g)* + O *(g)*  CO *(g)* + H O*(l)* (belum setara)

4 10 2 2 2

Hitunglah volume oksigen yang dibutuhkan dan volume gas karbon dioksida yang terbentuk!

*Jawab:*

2 C H *(g)* + 13 O *(g)*  8 CO *(g)* + 10 H O*(l)*

4 10 2 2 2

koefisien O2

4 10

Volume oksigen =

koefisien C H × volume C4H10

13

= 2 × 5 liter = 32,5 liter

koefisien CO2

4 10

Volume karbon dioksida =

koefisien C H × volume C4H10

8

= 2 × 5 liter = 20 liter

1. Volume Gas dalam Campuran

Pada pembakaran sempurna 5 liter (*T*, *P*) campuran CH4 dan C2H6 dihasilkan 7 liter (*T*, *P*) karbon dioksida. Tentukan volume masing-masing gas dalam campuran itu!

*Jawab:*

Persamaan reaksi pembakaran CH4 dan C2H6 tersebut adalah: CH *(g)* + 2 O *(g)*  CO *(g)* + 2 H O*(l)*

4 2 2 2

2 C2H6 + 7 O2*(g)*  4 CO2*(g)* + 6 H2O*(l)*

Misal: volume C2H6 = *A* liter volume CH4 = (5 – *A*) liter

(1) CH4*(g)* + 2 O2*(g)*  CO2*(g)* + 2 H2O*(l)*

(5 – *A*) liter (5 – *A*) liter

(2) 2 C2H6*(g)* + 7 O2*(g)*  4 CO2*(g)* + 6 H2O*(l)*

4

*A* liter

2 × *A* liter

= 2*A* liter

Dari persamaan (1) dan (2), maka volume CO2 total = CO2(1) + CO2(2)

7 = (5 – A) + 2A

7 – 5 = A

A = 2

Jadi, volume C2H6 = *A* liter = 2 liter

volume CH4 = 5 – *A* = 5 – 2 = 3 liter



***Latihan 3.10***

1. Gas belerang dioksida dibuat dengan reaksi antara gas belerang dan gas oksigen menurut persamaan reaksi:

S*(g)* + O2*(g)*  SO2*(g)*

Berapa volume gas belerang (*T*, *P*) dan gas oksigen (*T*, *P*) yang diperlukan untuk membuat 50 liter gas belerang dioksida (*T*, *P*)?

1. Pada pembakaran 5 liter (*T*, *P*) alkohol menurut reaksi:

C2H5OH*(g)* + O2*(g)*  CO2*(g)* + H2O*(l)*

tentukan volume oksigen (*T*, *P*) dan volume gas karbon dioksida (*T*, *P*)!

1. Pada pembakaran sempurna 10 liter (*T*, *P*) campuran CH4 dan C2H4 sesuai reaksi: CH4*(g)* + 2 O2*(g)*  CO2*(g)* + 2 H2O*(l)*

C2H4*(g)* + 3 O2*(g)*  2 CO2*(g)* + 2 H2O*(l)*

tentukan susunan volume dalam campuran tersebut!



***Latihan 3.11***

1. Untuk membuat 36 gram tembaga sulfida dengan perbandingan massa Fe : S = 7 : 4, tentukan massa besi dan belerang yang dibutuhkan!
2. Perbandingan massa karbon dengan massa oksigen dalam CO2 adalah 3 : 4. Berapa- kah massa masing-masing unsur yang terdapat dalam 28 gram gas karbon dioksida?
3. Pada reaksi:

PCl *(g)* + Cl *(g)*  PCl *(g)*

3 2 5

tentukan perbandingan volume PCl3 : Cl2 : PCl5!

1. Bila dua unsur, S dan O, dapat membentuk dua senyawa, yaitu SO2 dan SO3, bagaimanakah perbandingan massa unsur S dan O pada senyawa pertama dan senyawa kedua? (*Ar* S = 32 dan O = 16).
2. Berikut adalah hasil percobaan reaksi antara tembaga (Cu) dengan belerang (S) menghasilkan tembaga sulfida.

|  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- |
| **No.** | **Massa Cu (gram)** | **Massa S (gram)** | **Massa CuS (gram)** |
| 1. | 0,24 | 0,12 | 0,36 |
| 2. | 0,30 | 0,15 | 0,45 |
| 3. | 0,40 | 0,20 | 0,60 |
| 4. | 0,50 | 0,25 | 0,75 |

Berdasarkan data hasil percobaan tersebut, berapakah perbandingan massa tembaga dan belerang dalam senyawa CuS?

1. Dua liter suatu gas hidrokarbon (C*x*H*y*) dibakar sempurna memerlukan 6 liter gas ok- sigen dan menghasilkan 4 liter gas karbon dioksida dan uap air. Tuliskan persamaan reaksi dan tentukan rumus kimia gas hidrokarbon tersebut!
2. Pada suhu dan tekanan tertentu, 5 liter gas CO2

mengandung 6,02 × 1023 molekul.

Pada suhu dan tekanan yang sama, berapakah volume dari 3,01 × 1024 molekul gas NH3?

1. Delapan liter campuran gas metana (CH4) dan propana (C3H8)yang dibakar me- merlukan 25 liter gas oksigen. Berapakah volume masing-masing gas?
2. Sepuluh liter gas N*x*O*y* terurai 10 liter gas NO dan 5 liter O2. Tentukan rumus kimia gas tersebut!
3. Diketahui reaksi:

C2H4 + 3 O2  2 CO2 + 2 H2O

Bila udara mengandung 20% oksigen, berapa liter udara yang diperlukan untuk membakar 2 liter C2H4?

1. Berapa liter uap air yang terbentuk dari 4 liter gas H2 dan 2 liter gas O2? Tuliskan persamaan reaksinya!
2. Pada suhu dan tekanan tertentu, gas etanol (C2H5OH) dibakar sempurna dengan 60 liter udara yang mengandung 20% oksigen, menurut persamaan reaksi:

C2H5OH + 3 O2  2 CO2 + 3 H2O

Bila diukur pada suhu dan tekanan yang sama, tentukan:

* 1. volume etanol yang dibakar
  2. volume gas karbon dioksida yang dihasilkan

1. Satu liter campuran gas mengandung 60% gas metana (CH4) dan 40% gas etana (C2H6). Tuliskan persamaan reaksinya dan tentukan volume gas oksigen yang diperlukan!
2. Pada suhu dan tekanan tertentu, 10 mL gas nitrogen mengandung 1,204 × 1021 molekul, bereaksi dengan hidrogen sebagai berikut.

N *(g)* + 3 H *(g)*  2 NH *(g)*

2 2 3

Pada suhu dan tekanan yang sama, tentukan:

* 1. volume hidrogen dan volume amonia (NH3)
  2. jumlah molekul hidrogen dan amonia

1. Suatu hidrokarbon (C*x*H*y*) dibakar sempurna dengan oksigen menghasilkan gas CO2 dan uap air dengan volume yang sama. Tentukan perbandingan *x* dengan *y*!



***Latihan 3.12***

1. Bagaimana bunyi hukum Gay Lussac dan hipotesis Avogadro? Sebutkan manfaat dari masing-masing hukum tersebut!
2. Dalam 1 liter gas oksigen (*T*, *P*) terdapat 2,3 × 1022 molekul oksigen. Pada suhu dan tekanan yang sama, tentukan:
   1. jumlah molekul 5 liter gas amonia
   2. jumlah atom dalam 10 liter gas neon
   3. jumlah molekul dalam 2 liter gas hidrogen
3. Pada suhu dan tekanan tertentu, satu liter gas nitrogen mengandung *Q* partikel. Pada suhu dan tekanan yang sama, tentukan jumlah partikel 7 liter gas amonia!
4. Satu liter (*T*, *P*) gas fosfor (P4) direaksikan dengan 6 liter (*T*, *P*) gas klorin (Cl2) membentuk 4 liter gas P*x*Cl*y*. Tentukan rumus molekul gas P*x*Cl*y* tersebut!
5. Suatu bahan bakar gas terdiri dari 80% volume metana (CH4) dan sisanya etana (C2H6). Hitunglah volume oksigen (*T*, *P*) yang diperlukan untuk membakar sempurna 1 liter (*T*, *P*) bahan bakar tersebut!
6. Berapa liter udara (*T*, *P*) yang diperlukan untuk membakar sempurna 5 liter C2H6, bila diketahui kadar oksigen di udara adalah 20%? Persamaan reaksinya sebagai berikut.

C2H6*(g)* + O2*(g)*  CO2*(g)* + H2O*(l)* (belum setara)

1. Pada pembakaran sempurna 10 liter (*T*, *P*) campuran metana (CH4) dan etana (C2H6) dihasilkan 13 liter karbon dioksida (*T*, *P*). Persamaan reaksinya adalah:

CH *(g)* + 2 O *(g)*  CO *(g)* + 2 H O*(l)*

4 2 2 2

2 C H *(g)* + 7 O *(g)*  4 CO *(g)* + 6 H O*(l)*

2 6 2 2 2

Hitunglah:

* 1. komposisi masing-masing gas dalam campuran
  2. volume oksigen yang dibutuhkan

1. Pada pembakaran sempurna 5 liter gas yang merupakan campuran metana (CH4) dan asetilena (C2H2) dipElektrolit erlukan 11 liter (*T*, *P*) gas oksigen. Persamaan reaksinya adalah:

CH *(g)* + 2 O *(g)*  CO *(g)* + 2 H O*(l)*

4 2 2 2

2 C H *(g)* + 5 O *(g)*  4 CO *(g)* + 2 H O*(l)*

2 2 2 2 2

Hitunglah volume masing-masing gas dalam campuran!

## Konsep Mol

**3.4**

Dalam kehidupan sehari-hari kita sering menggunakan satuan untuk me- nyebutkan bilangan yang besar untuk mempermudah perhitungan. Sebagai contoh satuan lusin digunakan untuk menyebutkan

benda yang jumlahnya 12 buah.

1. lusin = 12 buah
2. lusin = 2 × 12 = 24 buah

Satuan jumlah zat dalam ilmu kimia disebut *mol*. Satu mol zat mengandung jumlah partikel yang sama dengan jumlah partikel dalam 12 gram C–12, yaitu 6,02 × 1023 partikel. Jumlah

partikel ini disebut sebagai *bilangan Avogadro*. Partikel zat dapat berupa atom, molekul, atau ion (Martin S. Silberberg, 2000).

Contoh:

* 1 mol besi (Fe) mengandung 6,02 × 1023 atom besi (partikel unsur besi adalah atom).
* 1 mol air (H O) mengandung 6,02 × 1023 molekul air (partikel senyawa air adalah molekul).

2

* 1 mol Na+ mengandung 6,02 × 1023 ion Na+ (partikel ion Na+ adalah ion).
* 5 mol CO2 mengandung 5 × 6,02 × 10 = 3,01 × 1024 molekul CO .

2

23

* 0,2 mol hidrogen mengandung 0,2 × 6,02 × 1023 = 1,204 × 1023 atom hidrogen.

**Gambar 3.7** Garam natrium klorida (NaCl) sebanyak 1 mol. Sumber: Chemistry, “The Molecules Nature of Matter and Change”, Martin S. Silberberg, USA.



**Gambar 3.8** Natrium bikromat (Na2CrO4) sebanyak 1 mol. Sumber: Chemistry, “The Molecules Nature of Matter and Change”,

Martin S. Silberberg, USA.

##### Hubungan Mol (*n*) dengan Jumlah Partikel (*X*)

**A.**

Hubungan antara jumlah mol (*n*) dengan jumlah partikel (*X*) dalam zat dapat dinyatakan sebagai berikut.

***X* = *n* × 6,02 × 1023**

**Jumlah partikel = mol × 6,02 × 1023**

atau

***X* jumlah partikel**

***n* = 6,02 ×1023 mol = 6,02 × 1023**

***C o n t o h* 3.11**

1. Suatu sampel logam mengandung 5 mol emas murni (Au).

b. Apakah jenis partikel unsur emas?

c. Berapakah jumlah partikel dalam sampel tersebut?

*Jawab:*

1. Emas adalah unsur logam, sehingga jenis partikelnya adalah atom emas.
2. Jumlah partikel dalam 5 mol emas murni adalah:

*X* = *n* × 6,02 × 1023 partikel/mol

= 5 mol × 6,02 × 1023 partikel/mol = 3,01 × 1024 atom emas

1. Suatu sampel gas O2 mengandung 1,505 × 10 partikel.

23

* 1. Apa jenis partikel gas O2?
  2. Berapa banyaknya mol O2 tersebut?

*Jawab:*

1. Gas O2 adalah unsur diatomik dengan partikel berupa molekul unsur.
2. Banyaknya mol O2 yang mengandung 1,505 × 10 partikel adalah:

23

*X* 1,505 × 1023

*n* = 6,02 × 1023 =

6,02 × 1023

= 0,25 mol

1. Terdapat 10 mol senyawa MgCl2.
   1. Sebutkan jenis partikel senyawa MgCl2!
   2. Berapa jumlah partikel senyawa dalam sampel tersebut?

*Jawab:*

1. MgCl2 adalah senyawa ion dengan partikel berupa ion Mg dan ion Cl .

2+ –

1. Jumlah partikel berupa ion Mg2+ dan ion Cl– dalam 10 mol MgCl .

2

1 mol MgCl2 mengandung 1 mol Mg dan 2 mol Cl , sehingga 10 mol MgCl

2+ –

2

mengandung 10 mol Mg2+ dan 20 mol Cl–.

Jumlah ion Mg2+ = mol × 6,02 ×1023 partikel/mol

= 10 mol × 6,02 × 1023 partikel/mol = 6,02 × 1024 partikel(ion)

Jumlah ion Cl– = mol × 6,02 × 1023 partikel/mol

= 20 mol × 6,02 × 1023 partikel/mol = 1,204 × 1025 partikel(ion)

Jadi, dalam 10 senyawa MgCl2 ion Cl–.

mengandung 6,02 × 1024 ion Mg2+ dan 1,204 × 1025



***Latihan 3.13***

1. Dalam 0,1 mol H2SO4, tentukan:
   1. jumlah partikel H2SO4
   2. jumlah atom H, S, dan O
   3. jumlah ion H+ dan ion SO 2–

4

1. Hitunglah jumlah molekul urea yang terkandung dalam 20 mol urea!
2. Dalam 0,75 mol NH3, tentukan:
   1. jumlah molekul NH3
   2. jumlah atom N dan H
3. Hitunglah banyaknya mol besi yang mengandung 4,816 × 1024 atom besi!
4. Hitunglah banyaknya mol air yang mengandung 3,01 × 1022 molekul air!
5. Hitunglah banyaknya mol aluminium yang mengandung 500.000 atom aluminium!
6. Dalam 10 mol senyawa ion Na CO , hitunglah banyaknya ion Na+ dan CO 2–!

2 3 3

1. Dalam 5 mol C6H12O6, hitunglah banyaknya atom C, H, dan O!
2. Hitunglah banyaknya mol kapur CaCO3 CaCO3!

yang mengandung 3,612 × 1023 molekul

1. Hitunglah banyaknya mol CO2

2

yang mengandung 1,204 × 1018 molekul CO !

##### Massa Molar

**B.**

Massa molar (*mm*) menyatakan massa yang dimiliki oleh 1 mol zat. Massa 1 mol zat sama dengan massa molekul relatif (*Mr*) zat tersebut dengan satuan gram/mol.

Untuk unsur yang partikelnya berupa atom, maka massa molar sama dengan

*Ar* (massa atom relatif) dalam satuan gram/mol. Contoh:

* Massa molar kalsium (Ca) = massa dari 1 mol kalsium (Ca) = *Ar* Ca = 40 gram/mol.
* Massa molar besi (Fe) = massa dari 1 mol besi (Fe) = *Ar* Fe = 56 gram/ mol.
* Massa molar aluminium (Al) = massa dari 1 mol aluminium (Al) = *Ar* Al

= 27 gram/mol.

Untuk unsur yang partikelnya berupa molekul dan senyawa, maka massa molar sama dengan *Mr* (massa molekul relatif) dalam satuan gram/mol.

***Mr* =**  ***Ar***

dengan: *Mr* = massa molekul relatif (gram/mol)

*Ar* = massa atom relatif (gram/mol)

(James E. Brady, 1990)

***C o n t o h* 3.12**

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
| a. Massa molar H2 | =  =  = | massa dari 1 mol H2  *Mr* H2  2 × *Ar* H |
|  | = | 2 × 1 gram/mol |
|  | = | 2 gram/mol |
| b. Massa molar O2 | =  =  =  = | massa dari 1 mol O2  *Mr* O2  2 × *Ar* O  2 × 16 gram/mol |
|  | = | 32 gram/mol |
| c. Massa molar CO2 | =  =  =  = | massa dari 1 mol CO2  *Mr* CO2  *Ar* C + (2 × *Ar* O)  12 + (2 × 16) |
|  | = | 12 + 32 = 44 gram/mol |
| d. Massa molar H2O | =  = | (2 × *Ar* H) + *Ar* O (2 × 1) + 16 |
|  | = | 2 + 16 |
|  | = | 18 gram/mol |

1. Massa molar H2SO4 = (2 × *Ar* H) + *Ar* S + (4 × *Ar* O)

= (2 × 1) + 32 + (4 × 16)

= 2 + 32 + 64

= 98 gram/mol

1. Massa molar CH3COOH = (2 × *Ar* C) + (4 × *Ar* H) + (2 × *Ar* O)

= (2 × 12) + (4 × 1) + (2 × 16)

= 24 + 4 + 32

= 60 gram/mol

1. Massa molar (NH4)2CO3 = (2 × *Ar* N) + (8 × *Ar* H) + *Ar* C + (3 × *Ar* O)

= (2 × 14) + (8 × 1) + 12 + (3 × 16)

= 28 + 8 + 12 + 48

= 96 gram/mol

Hubungan jumlah mol (*n*) dengan massa zat (*m*) adalah:

***m* = *n* × *mm*** atau **massa = *n* × *Ar*** atau **massa = *n* × *Mr***

dengan: *m* = massa zat (gram)

*n* = jumlah mol (mol)

*mm* = massa molar = *Ar* atau *Mr* (gram/mol) Jadi banyak mol menjadi:

***n* =**

**massa**

***A***

atau

***n* =**

**massa**

***r***

***M***

***r***

***C o n t o h* 3.13**

1. Menghitung Massa Jika Diketahui Jumlah Mol Zat Hitunglah massa dari:
   1. 5 mol besi (*Ar* Fe = 56)

b. 0,75 mol urea CO(NH2)2 (*Ar* C = 12, O = 16, N = 14, dan H = 1)

c. 0,5 mol O2 (*Ar* O = 16)

*Jawab:*

1. massa besi = *n* × *Ar* Fe = 5 mol × 56 mol/gram = 280 gram
2. massa urea = *n* × *Mr* CO[NH2]2 = 0,75 mol × 60 mol/gram = 45 gram
3. massa O2 = *n* × *Mr* O2 = 0,5 mol × 32 mol/gram = 16 gram
4. Menghitung Mol Jika Diketahui Massa Zat Hitunglah banyaknya mol dari:
   1. 2,3 gram natrium (*Ar* Na = 23)

b. 45 gram C6H12O6 (*Ar* C = 12, H = 1, dan O = 16)

c. 35,1 gram NaCl (*Ar* Na = 23 dan Cl = 35,5)

d. 196,5 gram seng (*Ar* Zn = 65,5)

*Jawab:*

1. mol Na =

massa

*Ar* Na

2,3 gram

= 23 gram/mol = 0,1 mol

1. mol C6H12O6 =

massa

*Mr* C6H12O6

45 gram

= 180 gram/mol = 0,25 mol

1. mol NaCl =

*r*

massa 35,1 gram

= = 0,6 mol*M* Na Cl 58,5 gram/mol

1. mol Zn =

massa

*Ar* Zn

196,5 gram

= 65,5 gram/mol = 3 mol



***Latihan 3.14***

1. Hitunglah massa dari:
   1. 0,5 mol barium (*Ar* Ba = 137)
   2. 5 mol belerang (*Ar* S = 32)

c. 2,5 mol K2SO4 (*Ar* K = 19, S = 32, dan O = 16)

d. 0,3 mol CO2 (*Ar* C = 12 dan O = 16)

e. 10 mol K2Cr2O7 (*Ar* K = 39, Cr = 52, dan O = 16)

1. Hitunglah banyaknya mol dari:
   1. 8 gram H2 (*Ar* H = 1)
   2. 800 gram CaCO3 (*Ar* Ca = 40, C = 12, dan O = 16)
   3. 232 gram Mg(OH)2 (*Ar* Mg = 24, O = 16, dan H = 1)
   4. 158 gram KMnO4 (*Ar* K = 39, Mn = 55, dan O = 16)
   5. 478 gram CHCl3 (*Ar* C = 12, H = 1, dan Cl = 35,5)
2. Tentukan *Ar* perak jika 5 mol perak massanya 540 gram!
3. Tentukan *Ar* emas jika 2 mol emas mempunyai massa 394 gram!

##### Volume Molar Gas

**C.**

Hipotesis Avogadro menyebutkan bahwa pada suhu dan tekanan yang sama, semua gas dengan volume yang sama akan mengandung jumlah partikel yang sama pula. Oleh karena 1 mol setiap gas mempunyai jumlah molekul yang sama, maka pada suhu dan tekanan yang sama pula, 1 mol setiap gas mempunyai volume yang sama. Volume per mol gas disebut *volume molar* dan di- lambangkan *Vm*.

***V* = *n* × *Vm***

|  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- |
| dengan: | *V* | = | volume gas (liter) |
|  | *n* | = | jumlah mol (mol) |
|  | *Vm* | = | volume molar (liter/mol) |

(Martin S. Silberberg, 2000)

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

##### Keadaan Standar

**1.**

Kondisi dengan suhu 0 °C dan tekanan 1 atm disebut *keadaan standar*

dan dinyatakan dengan STP *(Standard Temperature and Pressure)*.

***PV* = *nRT***

dengan: *P* = tekanan (atm)

*V* = volume gas (liter)

*n* = jumlah mol (mol)

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

*T* = 0 °C = 273 K

*nRT*

*V* = *P*

1 mol × 0,082 L atm/mol K × 273K

= 1 atm

= 22,4 liter

Jadi, pada keadaan standar (STP), volume molar (volume 1 mol gas) adalah 22,4 liter/mol.

##### Keadaan Kamar

**2**

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

***PV* = *nRT***

dengan: *P* = tekanan (atm)

*V* = volume gas (liter)

*n* = jumlah mol (mol)

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

*T* = 0 °C = 298 K

*nRT*

*V* = *P*

1 mol × 0,082 L atm/mol K × 298 K

= 1 atm

= 24,4 liter

Jadi, pada keadaan kamar (RTP), volume molar (volume 1 mol gas) adalah 24,4 liter/mol.

##### Keadaan Tertentu dengan Suhu dan Tekanan yang Diketahui

**3.**

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:

***nRT***

***V* = *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:

***V1 = n1 V2 n2***

atau

***n1 = n2 V1 V2***

***C o n t o h* 3.13**

Tentukan volume dari 2 mol gas nitrogen jika diukur pada:

* 1. keadaan standar (STP)
  2. keadaan kamar (RTP)
  3. suhu 30 °C dan tekanan 1 atm
  4. suhu dan tekanan yang sama di mana 0,5 mol gas oksigen mempunyai volume 15 liter

*Jawab:*

1. Pada keadaan standar (STP),*Vm* = 22,4 liter/mol

*V* = *n* × *Vm*

= 2 mol × 22,4 liter/mol

= 44,8 liter

1. Pada keadaan kamar (RTP), *Vm* = 24,4 liter/mol

*V* = *n* × *Vm*

= 2 mol × 24,4 liter/mol

= 48,8 liter

1. Pada suhu 30 °C dan tekanan 1 atm, dihitung dengan *PV* = *nRT T* = 273 + 30 = 303 K

*nRT*

*V* = *P*

2 mol × 0,082 L atm/mol K × 303 K

= 1 atm

= 49,692 liter

1. Pada suhu dan tekanan yang sama pada saat 0,5 mol gas oksigen volumenya 15 liter

*V*1 *n*1

*V*

2 = *n*2

*V*O *n*O

2

2

*V* = *n*

N 2

*V*N =

2

N 2

mol N2

mol O2

× volume O2

= 2 mol 0,5 mol

= 60 liter

15 liter



***Latihan 3.15***

1. Tentukan volume dari 0,25 mol gas oksigen pada suhu 27 °C dan tekanan 1 atm!
2. Tentukan volume dari 5 mol gas karbon dioksida pada keadaan standar (STP)!
3. Berapakah volume dari 0,75 mol gas belerang yang diukur pada suhu dan tekanan yang sama pada saat 3 mol gas nitrogen volumenya 12 liter?
4. Berapakah volume dari 2,5 mol gas nitrogen dioksida pada keadaan kamar (RTP)?
5. Tentukan volume dari 0,6 mol gas hidrogen yang diukur pada:
   1. keadaan standar (STP)
   2. keadaan kamar (RTP)
   3. suhu 28 °C dan tekanan 1 atm
   4. suhu dan tekanan yang sama pada saat 2 mol gas karbon monoksida volumenya 25 liter

##### Molaritas Larutan

**D.**

*Molaritas* (*M*) adalah salah satu cara menyatakan konsentrasi atau kepekatan larutan. Molaritas menyatakan jumlah mol zat terlarut dalam tiap liter larutan. Satuan molaritas (*M*) adalah mol/liter atau mmol/mL.

***n***

***M* = *V***

dengan: *M* = molaritas (mol/liter atau *M*) *n* = jumlah mol zat terlarut (mol) *V* = volume larutan (liter)

*Ingat*: *n* = massa

*Mr*

***C o n t o h* 3.14**

1. Menentukan Molaritas Larutan

Berapakah molaritas larutan yang dibuat dengan melarutkan 5,85 gram NaCl (*Ar* Na

= 23, Cl = 35,5) dalam 500 mL air?

*Jawab:*

massa

*n* =

*M*

*r*

5,85 gram

*n* = 58,5 gram/mol = 0,1 mol

*n*

*M* = *V* =

0,1 mol

0,5 liter = 0,2 mol/liter = 0,2 *M*

1. Menentukan Massa Zat Terlarut dalam Larutan yang Diketahui Molaritasnya Hitunglah massa NaOH (*Ar* Na = 23, O = 16, dan H = 1) yang harus dilarutkan untuk membuat 100 mL larutan NaOH 0,1 *M*!

*Jawab:*

*n*

*M* = *V*

*M*NaOH

= massa/*M r*

volume

Massa NaOH = *M* × volume × *Mr* NaOH

= 0,1 mol/liter × 0,1 liter × 40 gram/mol

= 0,4 gram

**Molaritas (*M*)**

*M* = *V*

*n*

**Volume gas (*V*)**

*V* = *n* × 22,4 liter (STP) *V* = *n* × 24,4 liter (RTP) *PV* = *nRT*

*V1 n1*

=

*V n*

*2*

*2*

C a t a t a n

**Konsep Mol**

**Jumlah mol (*n*)**

**Jumlah partikel (*X*)**

*X* = *n* × 6,02 × 1023

**Massa (*m*)** *m* = *n* × *Ar m* = *n* × *Mr*



***Latihan 3.16***

1. Tentukan molaritas larutan yang dibuat dengan melarutkan:
   1. 0,8 mol NaCl dalam 250 mL air
   2. 0,5 mol KOH dalam 1.000 mL air
2. Tentukan molaritas larutan yang dibuat dengan melarutkan:
   1. 50 gram CaCO3 (*Ar* Ca = 40, C = 12, dan O = 16) dalam 250 mL air
   2. 11,6 gram Mg(OH)2 (*Ar* Mg = 24, O = 16, dan H = 1) dalam 2 liter air
3. Berapakah volume air yang dibutuhkan untuk melarutkan 2 mol KOH (*Ar* K = 39, O = 16, dan H = 1) untuk membuat larutan KOH 0,05 *M*?
4. Berapakah massa zat terlarut dalam 500 mL larutan Ca(OH)2 0,1 *M* (*Ar* Ca = 40, O = 16, dan H = 1)?



***Latihan 3.17***

1. Diketahui massa atom relatif (*Ar*) C = 12, N = 14, O = 16, dan H = 1. Tentukan volume standar (STP) dari:
   1. 4,4 gram gas CO2
   2. 4 mol O2
   3. 6,8 gram NH3
   4. 1,806 × 1022 molekul hidrogen
2. Diketahui *Ar* C = 12, N = 14, O = 16, S = 16, H = 1, dan Fe = 56. Tentukan massa dari:
   1. 4,48 liter gas dinitrogen pentaoksida (STP)
   2. 5 mol CO(NH2)2
   3. 0,6 mol gas SO2 (RTP)
   4. 6,02 × 1021 atom besi
3. Tentukan jumlah partikel dari:
   1. 3 mol molekul H2O
   2. 2 liter gas oksigen pada 27 °C dan tekanan 1 atm
   3. 3,2 gram O2 (*Ar* O = 16)
   4. 40 gram CaCO3 (*Ar* Ca = 40, C = 12, dan O = 16)
   5. 6,72 liter gas NO2 (STP)
4. Tentukan volume dari 0,5 mol gas CO yang diukur pada suhu 30 °C dan tekanan 1 atm!
5. Berapakah volume dari 12,8 gram gas SO2 (*Ar* S = 32, O = 16) yang diukur pada suhu 28 °C dan tekanan 1 atm?
6. Pada suhu dan tekanan tertentu (*T*, *P*), 2 mol gas oksigen bervolume 30 liter. Pada suhu dan tekanan yang sama, tentukan volume dari 5 mol gas nitrogen!
7. Pada suhu dan tekanan tertentu (*T*, *P*), 4,4 gram CO2 bervolume 10 liter. Pada suhu dan tekanan yang sama, tentukan volume dari 19,2 gram gas SO2 (*Ar* C = 12, O = 16, dan S = 32)!
8. Tentukan massa atom relatif (*Ar*) dari 3,25 gram logam *X* yang mempunyai jumlah partikel 3,01 × 1022 atom *X*!
9. Berapakah massa C6H12O6 yang dibutuhkan untuk membuat 2 liter larutan C6H12O6 0,05 *M* (*Ar* C = 12, H = 1, O = 16)?
10. Tentukan molaritas larutan urea (CO(NH2)2) (*Ar* C = 12, O = 16, N = 14, dan H = 1) yang dibuat dengan melarutkan 24 gram dalam 500 mL air!

## Stoikiometri Senyawa

##### Komposisi Zat

Salah satu kegiatan penting dalam ilmu kimia adalah melakukan percobaan untuk mengidentifikasi zat. Ada dua kegiatan dalam identifikasi zat, yakni analisis kualitatif dan analisis kuantitatif. Analisis kualitatif digunakan untuk menentukan jenis komponen penyusun zat. Sedangkan analisis kuantitatif dilakukan untuk menentukan massa dari setiap komponen penyusun zat. Dengan mengetahui jenis dan massa dari setiap komponen penyusun zat, kita dapat mengetahui komposisi zat tersebut.

Komposisi zat dinyatakan dalam persen massa (% massa). Perhitungan persen massa untuk setiap komponen dapat menggunakan persamaan berikut.

**Persen massa komponen =**

**massa komponen**

**massa zat**

**× 100%**

(James E. Brady, 1990)

***C o n t o h* 3.15**

Seorang ahli kimia melakukan analisis terhadap sejumlah sampel zat. Ia menemukan bahwa sampel seberat 65 gram tersebut mengandung 48 gram karbon, 9 gram hidrogen, dan 8 gram oksigen. Nyatakan komposisi zat tersebut dalam persen massa!

*Jawab:*

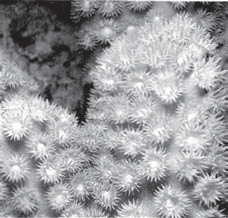
|  |  |  |
| --- | --- | --- |
| **Komponen Penyusun** | **Massa (gram)** | **Persen Massa** |
| Karbon (C) | 48 | massa C  Persen massa C = 100% massa zat  48 gram  = 65 gram 100% = 73,85% |
| Hidrogen (H) | 9 | massa H  Persen massa H = 100% massa zat  9 gram  = 65 gram 100% = 13,85% |
| Oksigen (O) | 8 | massa O  Persen massa O = 100% massa zat  8 gram  = 65 gram 100% = 12,30% |

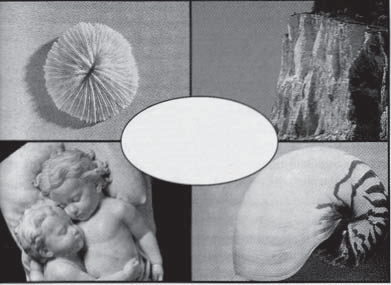
***C o n t o h* 3.16**

Analisis sampel menunjukkan terdapat 40% kalsium, 12% karbon, dan 48% oksigen. Jika diketahui massa sampel tersebut adalah 25 gram, tentukan massa dari masing- masing unsur dalam sampel!

*Jawab:*

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
| **Komponen Penyusun** | **Persen Massa (%)** | **Massa Komponen** |
| Kalsium (Ca) | 40 | 40  Massa Ca =  25 gram = 10 gram  100 |
| Karbon (C) | 12 | 12  Massa C =  25 gram = 3 gram  100 |
| Oksigen (O) | 48 | 48  Massa O =  25 gram = 12 gram  100 |

**Gambar 3.9** Garam kalsium karbonat (CaCO3) dengan kadar masing-masing unsur adalah 40% kalsium (Ca), 12% karbon (C), dan 48% oksigen(O).



**Kalsium karbonat**

* 40% kalsium
* 12% karbon
* 48% oksigen

**Gambar 3.10** Batu koral CaCO3 (kalsium karbonat) di dasar laut.

Sumber: Chemistry, The Molecular Nature of Matter & Change, Martin S. Silberberg, 2000.

##### Komposisi Zat Secara Teoritis

**B.**

Komposisi zat secara teoritis merupakan komposisi zat yang ditentukan dari rumus kimianya. Untuk zat berupa senyawa, komposisinya secara teoritis dapat dinyatakan dalam persen massa unsur dalam senyawa.

Persen massa unsur dalam senyawa (%)

=

angka indeks  *Ar* unsur

*M* senyawa

 100%

*r*

dengan: *Ar* = massa atom relatif (gram/mol)

*Mr* = massa molekul relatif (gram/mol)

***C o n t o h* 3.17**

Tentukan persen massa unsur C, H, dan O dalam senyawa glukosa (C6H12O6) (*Ar* C = 12, H = 1, dan O = 16)!

*Jawab:*

Massa molekul relatif C6H12O6 = 180

|  |  |
| --- | --- |
| **Unsur Penyusun C6H12O6** | **Persen Massa Unsur dalam C6H12O6** |
| Karbon (C) | Persen massa unsur C  6  *Ar* C 6 12  = *M* C H O 100% = 100% = 40%  *r* 6 12 6 180 |
| Hidrogen (H) | Persen massa unsur H  12  *Ar* H 12 1  = *M* C H O 100% = 100% = 6,7%  *r* 6 12 6 180 |
| Oksigen (O) | Persen massa unsur O  6  *Ar* O 6 16  = *M* C H O 100% = 100% = 53,3%  *r* 6 12 6 180 |



***Latihan 3.18***

1. Satu sampel suatu zat mengandung 2,4 gram karbon, 3,2 gram oksigen, 5,6 gram nitrogen, dan 0,8 gram hidrogen. Nyatakan komposisi zat tersebut dalam persen massa!
2. Unsur nitrogen dan oksigen bereaksi, dan dapat membentuk lebih dari satu macam senyawa. Tentukan besarnya persentase unsur nitrogen dan oksigen dalam senyawa NO, NO2, N2O, N2O3, dan N2O5 (*Ar* N = 14 dan O = 16)!
3. Tentukan kadar C dan N dalam urea (CO(NH2)2)(*Ar* C = 12, O = 16, N = 14, dan H = 1)?
4. Berapakah massa oksigen yang diperlukan untuk membuat 500 kg air (*Ar* H = 1 dan O = 16)?
5. Berapakah massa kalsium yang terdapat dalam 250 kg CaCO3 (*Ar* Ca = 40, C = 12, dan O = 16)?
6. Berapakah massa natrium klorida (NaCl) yang mengandung 196,58 gram natrium (*Ar* Na = 23 dan Cl = 35,5)?
7. Berapakah massa asam fosfat (H3PO4) yang dibuat dari 6,2 gram fosfat (*Ar* H = 1, P = 31, dan O = 16)?
8. Suatu asam amino dengan massa molekul relatif (*Mr*) 68.000 mengandung 0,33% besi (*Ar* Fe = 56). Hitunglah jumlah atom besi dalam setiap molekul hemoglobin tersebut!
9. Suatu asam amino dengan massa molekul relatif (*Mr*) 146 mengandung 19,2% nitrogen. (*Ar* N = 14). Berapa jumlah atom nitrogen dalam molekul asam itu?

##### Menentukan Rumus Kimia Zat

**C.**

Rumus kimia zat dapat dibedakan menjadi rumus empiris dan rumus molekul. Rumus empiris dapat ditentukan dengan menghitung mol komponen penyusun zat dengan menggunakan massa molar. Sedangkan rumus molekul dapat ditentukan jika rumus empiris dan massa molekul relatif (*Mr*) zat

diketahui.

##### Menentukan Rumus Empiris Zat

**1.**

Dalam menentukan rumus empiris, perbandingan mol unsur-unsur dalam zat haruslah merupakan perbandingan paling sederhana.

***C o n t o h* 3.18**

Sejumlah sampel zat mengandung 11,2 gram Fe dan 4,8 gram O (*Ar* Fe = 56 dan O = 16). Tentukan rumus empiris senyawa tersebut!

*Jawab:*

Untuk menentukan rumus empiris zat, kita menghitung perbandingan mol Fe dan O sebagai berikut.

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
| **Komponen Penyusun Zat** | **Massa (gram)** | **Mol Komponen** |
| Fe | 11,2 gram | massa Fe 11,2 gram  Mol Fe = *A* Fe = 56 gram/mol = 0,2 mol  *r* |
| O | 4,8 gram | massa O 4,8 gram  Mol O = *A* O = 16 gram/mol = 0,3 mol  *r* |

Diperoleh perbandingan Fe : O = 0,2 : 0,3 = 2 : 3. Jadi, rumus empiris senyawa adalah Fe2O3.

***C o n t o h* 3.19**

Menentukan Rumus Empiris Berdasarkan Persen Massa Unsur-unsur Penyusun Zat Vanila yang digunakan untuk memberi cita rasa makanan mempunyai komposisi: 63,2% C, 5,2% H, dan 31,6% O (*Ar* C = 12, H = 1, dan O = 16).

Tentukan rumus empirisnya!

*Jawab:*

Untuk menentukan rumus empiris vanila, kita menghitung perbandingan mol C, H, dan O. Misalkan dalam 100 gram sampel vanila.

|  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- |
| **Komponen Penyusun Zat** | **Persen Massa** | **Massa per 100 gram Sampel** | **Mol Komponen** |
| C | 63,2 | 63,2 gram | 63,2 gram  Mol C = 12 gram/mol = 5,27 mol |
| H | 5,2 | 5,2 gram | 5,2 gram  Mol H = 1 gram/mol = 5,2 mol |
| O | 31,6 | 31,6 gram | 31,6 gram  Mol O = 16 gram/mol = 1,98 mol |

Diperoleh perbandingan mol C : H : O = 5,27 : 5,2 : 1,98

= 2,66 : 2,66 : 1

= 8 : 8 : 3

Jadi, rumus empiris vanila adalah C8H8O3.

(James E. Brady, 1990)



***Latihan 3.19***

1. Suatu senyawa mempunyai komposisi 22,9% Na, 21,5% B, dan 55,7% O (*Ar* Na = 23, B = 10, O = 16). Tentukan rumus empirisnya!
2. Suatu senyawa nitrogen oksida terdiri dari 7 gram nitrogen dan 12 gram oksigen (*Ar* N = 14 dan O = 16).

Tentukan rumus empiris nitrogen oksida tersebut!

1. Bahan penyedap makanan monosodium glutamat (MSG) mempunyai susunan 13,6% Na, 35,5% C, 4,8% H, 8,3% N, dan 37,8% O (*Ar* Na = 23, C = 12, H = 1, N = 14, O = 16).

Tentukan rumus empiris MSG tersebut!

##### Menentukan Rumus Molekul Zat

**2.**

Pada dasarnya rumus molekul merupakan kelipatan-kelipatan dari ru- mus empirisnya. Sebagai contoh:

|  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- |
| **Rumus Molekul** | **Rumus Empiris** | ***n*** | **Nama Zat** |
| C2H2 | CH | 2 | Etuna/gas asetilena |
| C2H4 | CH2 | 2 | Etena |
| C6H14 | C3H7 | 2 | Heksana |
| CH3COOH | CH2O | 2 | Asam asetat/asam cuka |
| C6H12O6 | CH2O | 6 | Glukosa |
| NaCl | NaCl | 1 | Natrium klorida |
| CO(NH2)2 | CO(NH2)2 | 1 | Urea |
| H2O | H2O | 1 | Air |
| CO2 | CO2 | 1 | Karbon dioksida |

Untuk menentukan rumus molekul maka:

**(rumus empiris)*n* = rumus molekul**

dengan *n* = bilangan bulat

Nilai *n* dapat ditentukan jika rumus empiris dan massa molekul relatif (*Mr*) zat diketahui.

***Mr* rumus molekul = *n* × (*Mr* rumus empiris)**

***C o n t o h* 3.20**

Suatu senyawa dengan rumus empiris CH (*Ar* C = 12 dan H = 1) mempunyai *Mr* = 26. Tentukan rumus molekul senyawa tersebut!

*Jawab:*

*Mr* = *n* × (*Ar* C + *Ar* H) 26 = *n* × (12 + 1)

26 = *n* × 13

*n* = 2

Jadi, rumus molekul senyawa tersebut adalah (CH)2 = C2H2.



***Latihan 3.20***

1. Suatu zat memiliki *Mr* sebesar 181,5. Jika rumus empirisnya adalah C2HCl (*Ar* C = 12, H = 1, Cl = 35,5), tentukan rumus molekulnya!
2. Tentukan rumus empiris senyawa yang mengandung:

a. 26,53% K, 35,37% Cr, dan sisanya oksigen

b. 29,11% Na, 40,51% S, dan sisanya oksigen (*Ar* K = 39, Cr = 52, O = 16, Na = 23, dan S = 32)

1. Pada pembakaran sempurna 2,3 gram suatu senyawa yang mengandung C, H, dan O dihasilkan 4,4 gram CO2 dan 2,7 gram H2O. Persamaan reaksinya:

C H O + O  CO + H O

*x y z* 2 2 2

Tentukan rumus empiris senyawa tersebut! (*Ar* C = 12, H = 1, dan O = 16)

1. Pada pembakaran sempurna 13 gram suatu hidrokarbon C*x*H*y* dihasilkan 4,4 gram CO2. Massa 5 liter senyawa (*T*, *P*) adalah 6,5 gram. Pada (*T*, *P*) yang sama, massa dari 1 liter oksigen adalah 1,6 gram. Tentukan rumus molekul hidrokarbon tersebut!

(*Ar* C = 12, H = 1, dan O = 16)

1. Suatu hidrokarbon C*x*H*y* yang berbentuk gas terdiri dari 80% karbon dan sisanya hidrogen. Tentukan rumus empiris senyawa tersebut. Jika diketahui massa dari 1 liter

senyawa itu (STP) adalah 1,34 gram, tentukan rumus molekul senyawa hidrokarbon tersebut!

1. Senyawa C*x*H*y*O*z* tersusun dari 40% karbon, 6,67% hidrogen, dan sisanya oksigen. Jika *Mr* senyawa tersebut adalah 90, tentukan rumus molekul senyawa tersebut!

## Stoikiometri Reaksi

**3.6**

##### Arti Koefisien Reaksi

**A.**

Koefisien reaksi merupakan perbandingan jumlah partikel dari zat yang terlibat dalam reaksi. Oleh karena 1 mol setiap zat mengandung jumlah partikel yang sama, maka perbandingan jumlah partikel sama dengan perbandingan jumlah mol. Jadi, koefisien reaksi merupakan perbandingan jumlah mol zat yang terlibat dalam reaksi.

Untuk reaksi:

N2*(g)* + **3** H2*(g)*  **2** NH3*(g)*

koefisien reaksinya menyatakan bahwa 1 molekul N2 bereaksi dengan 3 molekul H2 membentuk 2 molekul NH3 atau 1 mol N2 bereaksi dengan 3 mol H2 menghasilkan 2 mol NH3 (koefisien 1 tidak pernah ditulis)

Dengan pengertian tersebut, maka banyaknya zat yang diperlukan atau dihasilkan dalam reaksi kimia dapat dihitung dengan menggunakan persamaan reaksi setara. Apabila jumlah mol salah satu zat yang bereaksi diketahui, maka jumlah mol zat yang lain dalam reaksi itu dapat ditentukan dengan menggunakan perbandingan koefisien reaksinya.

***C o n t o h* 3.21**

1. Aluminium larut dalam larutan asam sulfat menghasilkan larutan aluminium sulfat dan gas hidrogen. Persamaan reaksinya:

2 Al*(s)* + 3 H SO *(aq)*  Al (SO ) *(aq)* + 3 H *(g)*

2 4 2 4 3 2

Berapa mol gas hidrogen dan mol larutan aluminium sulfat yang dihasilkan jika digunakan 0,5 mol aluminium?

*Jawab:*

Dari persamaan reaksi:

2 Al*(s)* + 3 H SO *(aq)*  Al (SO ) *(aq)* + 3 H *(g)*

2 4 2 4 3 2

0,5 mol ? ?

diketahui perbandingan koefisien Al : H2SO4 : Al2(SO4)3 : H2 adalah 2 : 3 : 1 : 3

Jumlah mol gas hidrogen =

=

koefisien H2  mol Al koefisien Al

3

2 × 0,5 mol = 0,75 mol

Jumlah mol larutan aluminium sulfat =

koefisien Al2 (SO4 )3  mol Al koefisien Al

Jadi,

1

= 2 × 0,5 mol = 0,25 mol

2 Al*(s)* + 3 H2SO4*(aq)*  Al2(SO4)3*(aq)* + 3 H2*(g)*

0,5 mol 0,25 mol 0,75 mol

1. 5,6 gram besi (*Ar* Fe = 56) dilarutkan dalam larutan asam klorida sesuai reaksi: 2 Fe*(s)* + 6 HCl*(aq)*  2 FeCl *(aq)* + 3 H *(g)*

3 2

Tentukan volume H2 yang dihasilkan pada keadaan standar (STP)!

*Jawab:*

Mol Fe =

massa Fe 5,6 gram

*Ar* Fe = 56 gram/mol = 0,1 mol

Perbandingan koefisien Fe : H2 = 2 : 3

Mol H2

= koefisien H2  mol Fe koefisien Fe

3

= 2 × 0,1 mol = 0,15 mol

Volume H2 pada keadaan standar (STP) adalah:

*V* = *n* × *Vm*

*V* = 0,15 mol × 22,4 liter/mol = 3,36 liter

1. Sebanyak 32 gram kalsium karbida (CaC2) dilarutkan dalam air menghasilkan gas asetilena (C2H2) menurut reaksi:

CaC2*(s)* + 2 H2O*(l)*  Ca(OH)2*(s)* + C2H2*(g)*

Tentukan:

* 1. mol CaC2
  2. massa Ca(OH)2 yang dihasilkan
  3. volume gas asetilena yang dihasilkan pada keadaan standar (*Ar* Ca = 40, C = 12, O

= 16, dan H = 1)

*Jawab:*

massa CaC2

32 gram

1. Mol CaC2 =

*Mr* CaC2

= 64 gram/mol = 0,5 mol

1. Perbandingan koefisien CaC2 : Ca(OH)2 : C2H2 = 1 : 1 : 1

koefisien Ca(OH)2  mol CaC

2

Mol Ca(OH)2 =

koefisien CaC2

= 1 × 0,5 mol = 0,5 mol

1

Massa Ca(OH)2 = *n* × *Mr* Ca(OH)2

= 0,5 mol × 74 gram/mol = 37 gram

koefisien C2 H2  mol CaC

2

1. Mol C2H2 =

koefisien CaC2

= 1 × 0,5 mol = 0,5 mol

1

Volume C2H2 pada keadaan standar = *n* × 22,4 liter/mol

= 0,5 mol × 22,4 liter/mol = 11,2 liter

(James E. Brady, 1990)



***Latihan 3.21***

1. Semen merupakan campuran kalsium oksida, aluminium, dan silikon. Kalsium oksida sendiri dihasilkan dari pemanasan kalsium karbonat dengan persamaan reaksi setara: CaCO3*(s)*  CaO*(s)* + CO2*(g)*

Bila dipanaskan 1 kg kalsium karbonat (CaCO3) (*Ar* Ca = 40, C = 12, O = 16), tentukan:

* 1. mol dan massa kalsium oksida (CaO) yang dihasilkan
  2. volume gas CO2 yang dihasilkan pada keadaan standar (STP)

1. 26,1 gram MnO2 direaksikan sesuai persamaan reaksi:

MnO2*(s)* + 2 NaCl*(s)* + 2 H2SO4*(aq)*  MnSO4*(aq)* + 2 H2O*(l)* + Cl2*(g)* + Na2SO4*(aq)*

Tentukan:

* 1. mol MnO2 (*Ar* Mn = 55 dan O = 16)
  2. massa NaCl yang dibutuhkan (*Ar* Na = 23 dan Cl = 35,5)
  3. volume gas klorin (Cl2) yang dihasilkan pada keadaan standar (STP)

1. Pada pemanasan 24,5 gram KClO3(*Ar* K = 39, Cl = 35,5, dan O = 15) menurut reaksi: KClO *(s)*  KCl*(s)* + O *(g)*

3 2

tentukan volume gas oksigen yang dihasilkan jika pada suhu dan tekanan yang sama, 0,3 mol gas nitrogen mempunyai volume 12 liter!

1. Diketahui reaksi:

CaCO *(s)* + 2 HCl*(aq)*  CaCl *(aq)* + H O*(l)* + CO *(g)*

3 2 2 2

Jika 10 gram batu kapur (CaCO3) (*Ar* Ca = 40, C = 12, O = 16) direaksikan dengan larutan asam klorida, tentukan volume gas karbon dioksida yang dihasilkan pada keadaan standar (STP)!

1. Pada pembakaran sempurna 11 gram propana (C3H8) sesuai reaksi:

C H *(g)* + 5 O *(g)*  3 CO *(g)* + 4 H O*(g)*

3 8 2 2 2

berapa gram oksigen yang dibutuhkan? (*Ar* C = 12, O = 16, dan H = 1)

1. Logam magnesium bereaksi dengan larutan asam klorida sesuai reaksi berikut.

Mg*(s)* + 2 HCl*(aq)*  MgCl *(aq)* + 2 H *(g)*

2 2

Berapa gram magnesium (*Ar* Mg = 24) yang harus dilarutkan dalam larutan asam klorida untuk menghasilkan 2,24 liter gas hidrogen pada keadaan standar (STP)?

1. 4,6 gram logam natrium direaksikan dengan larutan tembaga(II) sulfat (CuSO4) sesuai reaksi:

2 Na*(s)* + CuSO *(aq)*  Na SO *(aq)* + Cu*(s)* Berapa gram massa Cu yang dihasilkan?

4 2 4

(*Ar* Na = 23 dan Cu = 63,5)

1. Pada pembakaran 8 gram belerang (*Ar* S = 32) sesuai reaksi:

S*(s)* + O *(g)*  SO *(g)*

2 2

berapakah volume gas belerang dioksida yang dihasilkan jika pada suhu dan tekanan yang sama, satu mol gas karbon dioksida mempunyai volume 5 liter?

##### Pereaksi Pembatas

**B.**

Di dalam suatu reaksi kimia, perbandingan mol zat-zat pereaksi yang ditambahkan tidak selalu sama dengan perbandingan koefisien reaksinya. Hal ini menyebabkan ada zat pereaksi yang akan habis bereaksi lebih dahulu. Pereaksi demikian disebut *pereaksi pembatas****.***

***C o n t o h* 3.22**

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

2 NaOH*(aq)* + H SO *(aq)*  Na SO *(aq)* + 2 H O*(l)*

2 4

Tentukan:

2 4 2

1. pereaksi pembatas
2. pereaksi yang sisa
3. mol Na2SO4 dan mol H2O yang dihasilkan

*Jawab:*

1. Mol masing-masing zat dibagi koefisien, kemudian pilih hasil bagi yang kecil sebagai pereaksi pembatas

mol NaOH

* + koefisien NaOH =

mol H2SO4

2 4

* + koefisien H SO =

1 mol

2 = 0,5 mol

1. mol

1 = 1 mol

* + Karena hasil bagi NaOH < H2SO4, maka NaOH adalah pereaksi pembatas*,* sehingga NaOH akan habis bereaksi lebih dahulu.
  + **2** NaOH*(aq)* + H SO *(aq)*  Na SO *(aq)* + **2** H O*(l)*

2 4 2 4 2

Mula-mula: 1 mol 1 mol 0 0

Bereaksi : (**2** × 0,5) = 1 mol (**1** × 0,5) = 0,5 mol

Sisa : 1–1 = 0 1–0,5 = 0,5 mol 0,5 mol 1 mol

1. pereaksi yang sisa adalah H2SO4
2. mol Na2SO4 yang dihasilkan = 0,5 mol mol H2SO4 yang dihasilkan = 1 mol
3. 100 mL larutan Ca(OH)2 0,1 *M* direaksikan dengan 100 mL larutan HCl 0,1 *M* sesuai reaksi:

Ca(OH) *(aq)* + 2 HCl*(aq)*  CaCl *(aq)* + 2 H O*(l)* Tentukan pereaksi pembatas!

2 2 2

*Jawab:*

* + mol Ca(OH)2 = M × V = 0,1 mol/liter × 0,1 liter = 0,01 mol

mol Ca(OH)2

* + koefisien Ca(OH)2 =

0, 01 mol

1 = 0,01 mol

* + mol HCl = M × V = 0,1 mol/liter × 0,1 liter = 0,01 mol

mol HCl

* + koefisien HCl =

0, 01 mol

2 = 0,005 mol

* + Karena hasil bagi mol mula-mula dengan koefisien pada HCl lebih kecil daripada Ca(OH)2, maka HCl merupakan pereaksi pembatas (habis bereaksi lebih dahulu).

|  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| Ca(OH)2*(aq)* | + | 2 HCl*(aq)* |  | CaCl2*(aq)* | + 2 H2O*(l)* |
| Mula-mula: 0,01 mol |  | 0,01 mol |  | 0 | 0 |
| Bereaksi : (1×0,005)=0,005 mol | (2×0,005)=0,01 mol | | |  |  |
| Sisa : 0,005 mol | 0 | | | 0,005 mol | 0,01 mol |

Jadi, pereaksi pembatas adalah larutan HCl.

(James E. Brady, 1990)



***Latihan 3.22***

1. 0,5 mol Mg(OH)2 bereaksi dengan 0,5 mol HCl sesuai persamaan reaksi: Mg(OH) *(aq)* + 2 HCl*(aq)*  MgCl *(aq)* + 2 H O*(l)*

2 2 2

Tentukan:

* 1. pereaksi pembatas
  2. pereaksi yang sisa
  3. mol MgCl2 dan mol H2O

1. 100 mL larutan NaOH 0,2 *M* bereaksi dengan 100 mL larutan HCl 0,1 *M* sesuai persamaan reaksi:

NaOH*(aq)* + HCl*(aq)*  NaCl*(aq)* + HCl*(aq)* Tentukan:

* 1. pereaksi pembatas
  2. pereaksi sisa
  3. mol NaCl

1. 5,4 gram logam aluminium (*Ar* Al = 27) direaksikan dengan 24,5 gram H2SO4 (*Ar* H = 1, S = 32, dan O = 16). Persamaan reaksinya:

2 Al*(s)* + 3 H SO *(aq)*  Al (SO ) *(aq)* + 3 H *(g)*

2 4

Tentukan:

2 4 3 2

* 1. pereaksi pembatas
  2. mol pereaksi yang sisa
  3. volume gas H2 pada keadaan standar (STP)

1. 3,2 gram metana (CH4) dibakar dengan 16 gram oksigen. Persamaan reaksinya:

CH *(g)* + 2 O *(g)*  CO *(g)* + 2 H O*(l)*

4 2 2 2

Tentukan:

* 1. pereaksi pembatas
  2. massa gas CO2 yang terbentuk (*Ar* C = 12, O = 16, dan H = 1)

1. 100 mL larutan KOH 0,1 *M* direaksikan dengan 100 mL larutan HCl 0,2 *M*. Persamaan reaksinya:

KOH*(aq)* + HCl*(aq)*  KCl*(aq)* + H O*(l)*

2

Berapakah massa KCl yang terbentuk? (*Ar* K = 39 dan Cl = 35,5).

1. Larutan timbal(II) nitrat direaksikan dengan larutan KI sesuai reaksi:

Pb(NO ) *(aq)* + 2 KI*(aq)*  PbI *(s)* + 2 KNO *(aq)*

3 2 2 3

Tentukan massa PbI2 (*Ar* Pb = 207 dan I = 127) yang terbentuk, jika direaksikan:

* 1. 50 mL larutan Pb(NO3)2 0,1 *M* dan 50 mL larutan KI 0,1 *M*
  2. 50 mL larutan Pb(NO3)2 0,1 *M* dan 100 mL larutan KI 0,1 *M*
  3. 50 mL larutan Pb(NO3)2 0,2 *M* dan 400 mL larutan KI 0,1 *M*

1. 100 mL larutan KCl 0,2 *M* direaksikan dengan 200 mL larutan AgNO3 0,05 *M*. Persamaan reaksinya:

KCl*(aq)* + AgNO3*(aq)*  AgCl*(s)* + KNO3*(aq)*

Berapakah massa AgCl yang dihasilkan (*Ar* Ag = 108, Cl = 35,5)?

1. Sebanyak 20 gram CaCO3 dilarutkan dalam 1 liter larutan asam klorida 0,2 *M* menurut persamaan reaksi:

CaCO *(s)* + 2 HCl*(aq)*  CaCl *(aq)* + CO *(g)* + H O*(l)*

3 2 2 2

* 1. Tentukan massa CaCl2 yang terbentuk (*Ar* Ca = 40, Cl = 35,5, C = 12, dan O = 16)!
  2. Berapa liter volume gas karbon dioksida yang dihasilkan bila diukur pada suhu

dan tekanan yang sama pada saat 2 liter gas NO (*Ar* N = 14 dan O = 16) massanya 1,2 gram?

1. Karbon dibakar menurut persamaan reaksi:

2 C*(s)* + O2*(g)*  2 CO*(g)*

Berapa gram CO yang dapat dihasilkan apabila 6 gram karbon dibakar dengan 32 gram oksigen? (*Ar* C = 12 dan O = 16)

1. Sebanyak 8,1 gram logam aluminium direaksikan dengan 38 gram Cr2O3 (*Ar* Al = 27, Cr = 52, dan O = 16) sesuai persamaan reaksi:

2 Al*(s)* + Cr2O3*(aq)*  Al2O3*(aq)* + 2 Cr*(s)* Berapa gram logam kromium yang dihasilkan?

1. Larutan AgNO3 bereaksi dengan larutan MgCl2 membentuk endapan AgCl menurut persamaan reaksi:

2 AgNO3*(aq)* + MgCl2*(aq)*  Mg(NO3)2*(aq)* + 2 AgCl*(s)* Hitunglah massa endapan yang terbentuk, jika direaksikan:

1. 100 mL larutan AgNO3 0,2 *M* dengan 100 mL larutan MgCl2 0,2 *M*
2. 200 mL larutan AgNO3 0,2 *M* dengan 100 mL larutan MgCl2 0,2 *M*
3. 200 mL larutan AgNO3 0,2 *M* dengan 100 mL larutan MgCl2 0,1 *M*
4. Pupuk superfosfat (Ca(H2PO4)2) dibuat dengan mereaksikan kalsium fosfat dengan larutan asam sulfat. Persamaan reaksinya:

Ca (PO ) + 2 H SO  Ca(H PO ) *(s)* + 2 CaSO *(aq)*

3 4 2 2 4 2 4 2 4

Tentukan massa pupuk superfosfat (Ca(H2PO4)2) yang terbentuk jika direaksikan 1.860 gram Ca3(PO4)2 dengan 10 liter H2SO4 1 *M*? (*Ar* Ca = 40, H = 1, P = 31, dan O = 32)

##### Menentukan Rumus Kimia Hidrat

**C.**

*Hidrat* adalah zat padat yang mengikat beberapa molekul air sebagai bagian dari struktur kristalnya.

Contoh:

1. Terusi (CuSO4.5 H2O) : tembaga(II) sulfat pentahidrat
2. Gipsum (CaSO4.2 H2O) : kalsium sulfat dihidrat
3. Garam inggris (MgSO4.7 H2O) : magnesium sulfat heptahidrat
4. Soda hablur (Na2CO3.10 H2O) : natrium karbonat dekahidrat

Jika suatu senyawa hidrat dipanaskan, maka ada sebagian atau seluruh air kristalnya dapat dilepas (menguap). Jika suatu hidrat dilarutkan dalam air, maka air kristalnya akan lepas.

Contoh: CuSO .5 H O*(s)*  CuSO *(aq)* + 5 H O*(l)*

4 2 4 2

**Gambar 3.11** CuSO4.5 H2O (kiri) dan CuSO4 (kanan). Sumber: Chemistry, The Molecular Nature of Matter & Change, Martin S. Silberberg, 2000.

Jumlah molekul air kristal dari suatu senyawa hidrat dapat ditentukan melalui cara sebagai berikut.

***C o n t o h* 3.23**

Sebanyak 5 gram hidrat dari tembaga(II) sulfat (CuSO4.5 H2O) dipanaskan sampai semua air kristalnya menguap. Jika massa padatan tembaga(II) sulfat yang terbentuk adalah 3,2 gram, tentukan rumus hidrat tersebut! (*Ar* Cu = 63,5, S = 32, O = 16, dan H

= 1).

*Jawab:*

Massa H2O = 5 gram – 3,2 gram = 1,8 gram

massa CuSO4

3,2 gram

Mol CuSO4 =

*Mr* CuSO4

= 159,5 gram/mol = 0,02 mol

Mol H2O =

massa H2O

*Mr* H2 O

1,8 gram

= 18 gram/mol = 0,1 mol

Persamaan reaksi pemanasan CuSO4.5 H2O:

CuSO4.*x* H2O*(s)*  CuSO4*(s)* + *x* H2O*(l)*

0,02 mol 0,1 mol Perbandingan mol CuSO4 : H2O

= 0,02 mol : 0,1 mol

= 1 : 5

Karena perbandingan mol = perbandingan koefisien, maka *x* = 5. Jadi, rumus hidrat tersebut adalah CuSO4.5 H2O.



***Latihan 3.23***

1. Sebanyak 2 gram kalsium klorida (CaCl2) menyerap uap air dari udara dan membentuk hidrat dengan massa 3,94 gram. Tentukan rumus hidrat tersebut! (*Ar* Ca = 40, Cl = 35,5, H = 1, dan O = 16)
2. Kadar air kristal dalam suatu hidrat dari natrium karbonat (Na2CO3) adalah 14,5%. Tentukan rumus hidratnya! (*Ar* Na = 23, C = 12, O = 16, dan H = 1)
3. Sebanyak 15 gram hidrat dari besi(II) sulfat (FeSO4.*x* H2O) dipanaskan sampai semua air kristalnya menguap. Jika massa padatan besi(II) sulfat yang terbentuk adalah 8,2 gram, tentukan rumus hidrat tersebut! (*Ar* Fe = 56, S = 32, O = 16, dan H = 1)
4. Pada kristalisasi 3,19 gram tembaga(II) sulfat (CuSO4) terbentuk 4,99 gram hidrat CuSO4.*x* H2O. Tentukan rumus hidrat tersebut! (*Ar* Cu = 63,5, S = 32, O = 16, dan H = 1)
5. Kristal tembaga(II) nitrat mempunyai rumus Cu(NO3)2.*x* H2O. Jika kristal tersebut mengandung 36,54% air, tentukan rumus hidrat tersebut! (*Ar* Cu = 63,5, N = 14, O = 16, dan H = 1)
6. Jika 38 gram MgSO4.*x* H2O dipanaskan, akan dihasilkan 20 gram senyawa anhidrat MgSO4. Tentukan rumus hidrat tersebut! (*Ar* Mg = 24, S = 32, O = 16, dan H = 1)
7. Jika senyawa tembaga(II) sulfat hidrat (CuSO4.*x* H2O) dipanaskan, maka beratnya berkurang sebanyak 36%. Tentukan rumus hidrat tersebut! (*Ar* Cu = 64, S = 32, O = 16, dan H = 1)

***Rangkuman***

1. Rumus kimia memuat informasi tentang jenis unsur dan perbandingan atom-atom unsur penyusun zat. Jenis unsur dinyatakan oleh lambang unsur dan perbandingan atom-atom unsur dinyatakan dengan angka indeks.
2. Rumus kimia dibedakan menjadi rumus empiris dan rumus molekul. Rumus empiris menyatakan perbandingan paling sederhana dari atom-atom unsur penyusun, sedangkan rumus molekul menyatakan jenis dan jumlah atom-atom unsur penyusun senyawa.
3. Tata nama senyawa anorganik dikelompokkan menjadi:
   * Senyawa biner dari logam dan nonlogam
   * Senyawa biner dari nonlogam dan nonlogam
   * Senyawa asam dan basa
4. Pada persamaan reaksi berlaku hukum kekekalan massa, yaitu jumlah atom unsur di sebelah kiri anak panah (reaktan) sama dengan jumlah atom unsur di sebelah kanan (produk).
5. Beberapa hukum dasar yang digunakan dalam stoikiometri adalah:
   * Hukum kekekalan massa (Hukum Lavoisier)
   * Hukum perbandingan tetap (Hukum Proust)
   * Hukum kelipatan perbandingan (Hukum Dalton)
   * Hukum perbandingan volume (Hukum Gay Lussac)
6. Satu mol adalah banyaknya zat yang mengandung sejumlah partikel yang sama dengan jumlah atom yang terdapat pada 12 gram C – 12, di mana jumlah partikel itu sebesar 6,02 × 1023 dan disebut sebagai tetapan Avogadro yang dilambangkan sebagai L.
7. Massa satu mol zat yang dinyatakan dalam satuan gram disebut sebagai massa molar.
8. Volume satu mol gas dalam keadaan standar disebut sebagai volume molar.
9. Kadar zat dalam campuran menyatakan banyaknya zat tersebut dibandingkan dengan banyaknya campuran.
10. Molaritas larutan menyatakan jumlah mol (*n*) zat terlarut dalam satu liter larutan (*V*),

*n*

dan dirumuskan sebagai *M* = *V*

1. Pengenceran merupakan penambahan pelarut ke dalam larutan, sehingga konsentrasi larutan menjadi lebih kecil, dirumuskan sebagai *V*1 · *M*1 = *V*2 · *M*2
2. Dalam suatu reaksi kimia, pereaksi yang terlebih dulu habis bereaksi disebut sebagai pereaksi pembatas.

#### Uji Kompetensi

1234567890123456789012



1. Berilak tanda silang (¥) kuru3 A, B, C, D, atau G pada jawaban yang paling benar!
   1. Nama senyawa berikut ini sesuai dengan rumus kimianya, ***kecuali*** … .
      1. NO = nitrogen oksida
      2. CO2 = karbon dioksida
      3. PCl3 = fosforus triklorida
      4. Cl2O = diklorida oksida
      5. As2O3 = diarsen trioksida
   2. Rumus kimia timah(IV) hidroksida adalah … .
      1. SnOH D. Sn4(OH)2
      2. Sn(OH)2 E. Sn(OH)4
      3. Sn2(OH)
   3. Nama senyawa CuS adalah … .
      1. tembaga sulfida
      2. tembaga sulfat
      3. tembaga(I) sulfida
      4. tembaga(II) sulfida
      5. tembaga(I) sulfida
   4. Rumus kimia senyawa yang terbentuk dari ion K+, Fe3+, Cu2+, SO 2–, dan PO 3–

4 4

yang benar adalah … .

* + 1. Fe2(SO4)3 dan Cu3(PO4)2
    2. KSO4 dan Fe(SO4)3
    3. K2SO4 dan Fe2(SO4)2
    4. K2SO4 dan Fe3PO4
    5. Fe3(PO4)2 dan CuSO4
  1. Soda abu mempunyai rumus kimia K2CO3. Senyawa itu mempunyai nama … .
     1. kalium karbonat D. kalsium karbonat
     2. dikalium karbonat E. kalium karbon oksida
     3. kalium bikarbonat
  2. Dibromin pentaoksida mempunyai rumus kimia yang benar adalah … .
     1. BrO2 D. Br2O7
     2. Br2O3 E. Br3O5
     3. Br2O5
  3. Nama senyawa berikut yang benar adalah … .
     1. K2O = dikalium oksida
     2. Ag2O = perak oksida
     3. Hg2O = merkuri oksida
     4. Fe2O3 = besi(II) oksida
     5. MnSO3 = mangan sulfida
  4. Rumus kimia kalsium hidroksida adalah … .
     1. KOH D. Ca(OH)2
     2. CaOH E. Ca3(OH)2
     3. K(OH)2
  5. Rumus molekul dari asam klorida, asam sulfat, dan asam fosfat berturut-turut adalah … .
     1. HClO, H2S, dan H3PO3
     2. HCl, H2SO3, dan H3PO4
     3. HClO3, H2SO4, dan H2PO4
     4. HCl, H2SO4, dan H3PO4
     5. HCl, HNO3, dan H2PO3
  6. Rumus kimia urea adalah … .
     1. CaCO3 D. HCOH
     2. CH3COOH E. CO(NH2)2
     3. C6H12O6
  7. Di antara persamaan reaksi berikut, yang sudah setara adalah… .
     1. Cr O + 2 Al  Al O

+ Cr

2 3 2 3

B. Al + H2SO4  Al2(SO4)3 + H2

C. C2H5OH + O2  2 CO2 + 3 H2O

D. Mg(OH)2 + 2 HCl  MgCl2 + 2 H2O

E. Cu + H2SO4  CuSO + 3 H2O + SO2

4

* 1. Supaya reaksi *a* Al S + *b* H O + *c* O  *d* Al(OH)

+ *e* S menjadi reaksi

2 3 2 2 3

setara, maka harga koefisien reaksi *a*, *b*, *c*, *d*, dan *e* berturut-turut adalah … . A. 2, 6, 3, 4, dan 6 D. 2, 6, 6, 4, dan 6

B. 1, 3, 2, 2, dan 3 E. 4, 6, 3, 4, dan 12

C. 2, 6, 4, 2, dan 3

* 1. Logam aluminium bereaksi dengan larutan asam sulfat membentuk larutan alu- minium sulfat dan gas hidrogen. Persamaan reaksi setara di atas adalah … .

A. Al2 + 3 H2SO4  Al2SO4 + 6 H2

B. Al + 3 H2SO4  Al(SO4)3 + 3 H2

1. 2 Al + 3 H SO  Al (SO ) + 3 H

2 4 2 4 3 2

1. 3 Al + 2 H SO  Al (SO ) + 2 H

4

2

1. Al + H SO

 AlSO

3 4 3 2

+ H

2 4 4 2

* 1. Diketahui reaksi NaOH + HCl  NaCl + H O. Yang merupakan pereaksi

2

adalah … .

1. NaOH dan H2 d. NaCl dan H2O
2. HCl dan H2O e. NaOH dan H2O
3. NaOH dan HCl
   1. Dari reaksi *a* Cu + *b* HNO3  *c* Cu(NO ) + *d* NO + *e* H2O, harga koefisien

3 2

*a*, *b*, *c*, *d*, dan *e* berturut-turut yang benar adalah … . A. 3, 8, 3, 3, dan 2 D. 3, 4, 3, 2, dan 2

B. 3, 8, 3, 2, dan 4 E. 1, 4, 1, 1, dan 4

C. 3, 8, 2, 4, dan 4

* 1. Logam kalsium bereaksi dengan gas oksigen menghasilkan kalsium oksida padat. Persamaan reaksi yang benar adalah … .
     1. Ca*(s)* + O2*(g)*  CaO*(s)*
     2. Ca*(s)* + O *(g)*  CaO *(s)*

2 2

C. 2 Ca*(s)* + O2*(g)*  2 CaO*(s)*

D. 2 K*(s)* + O2*(g)*  2 K2O*(s)*

E. 4 K*(s)* + O *(g)*  2 K O*(s)*

2 2

* 1. Pada persamaan reaksi 2 Na*(s)* + 2 H O*(l)*  2 NaOH*(aq)* + H *(g)*, yang

disebut reaktan adalah … .

* + 1. H2 dan H2O
    2. NaOH dan H2
    3. Na dan H2
    4. Na dan NaOH
    5. Na dan H2O
  1. Persamaan reaksi *a* Zn + *b* HNO3

2

 *c* Zn(NO )

3 2

+ NH4NO3

2

+ 3 H2O akan

setara, bila koefisien *a*, *b*, dan *c* berturut-turut adalah … . A. 1, 5, dan 1 D. 4, 8, dan 2

B. 2, 5, dan 2 E. 2, 8, dan 2

C. 4, 10, dan 4

* 1. Pada reaksi pembakaran gas propana:

*p* C3H8 + *q* O2  *r* CO2 + *s* H2O

reaksi akan menjadi setara bila *p*, *q*, *r*, dan *s* berturut-turut adalah … . A. 1, 5, 3, dan 4 D. 1, 3, 1, dan 3

B. 2, 3, 6, dan 4 E. 2, 5, 2, dan 1

C. 1, 2, 5, dan 2

* 1. Hukum perbandingan tetap dikemukakan oleh … .
     1. Avogadro D. Proust
     2. Dalton E. Newton
     3. Lavoisier
  2. Pernyataan di bawah ini yang dikemukakan oleh Gay Lussac adalah … .
     1. energi tidak dapat diciptakan dan tidak dapat dimusnahkan
     2. massa zat sebelum dan sesudah reaksi adalah tetap
     3. perbandingan massa unsur-unsur dalam senyawa selalu tetap
     4. volume gas-gas yang bereaksi dan volume gas-gas hasil reaksi pada *T* dan *P*

sama berbanding sebagai bilangan bulat dan sederhana

* + 1. pada *T* dan *P* sama, semua gas bervolume sama mengandung jumlah molekul yang sama
  1. Pada suhu dan tekanan tertentu, *m* molekul H2S bervolume 0,25 liter. Pada suhu dan tekanan yang sama, volume dari 4*m* molekul NH3 adalah … .
     1. 0,25 liter D. 1,5 liter
     2. 0,5 liter E. 2 liter
     3. 1 liter



**128** Pimia X SMA

* 1. Pada suhu dan tekanan tertentu, 2 liter gas nitrogen mengandung *n* molekul gas nitrogen. Pada suhu dan tekanan yang sama, jumlah molekul gas oksigen yang volumenya 10 liter adalah … .
     1. *n* molekul gas oksigen
     2. 2*n* molekul gas oksigen
     3. 3*n* molekul gas oksigen
     4. 4*n* molekul gas oksigen
     5. 5*n* molekul gas oksigen
  2. Pakar kimia yang menyatakan hukum perbandingan volume adalah … .
     1. Boyle D. Dalton
     2. Gay Lussac E. Avogadro
     3. Rutherford
  3. Gas hidrokarbon (C*x*H*y*) bervolume 3 liter tepat dibakar sempurna dengan 18 liter oksigen menghasilkan 12 liter gas karbon dioksida sesuai reaksi:

C H + O  CO + H O (belum setara) Rumus molekul hidrokarbon tersebut adalah … .

*x y* 2 2 2

* + 1. C5H12 D. C4H8
    2. C5H10 E. C3H8
    3. C4H6
  1. Sebanyak 6 liter campuran gas metana (CH4) dan gas etana (C2H6) dapat dibakar sempurna dengan 19 liter gas oksigen pada suhu dan tekanan yang sama. Persamaan reaksinya:

CH4 + 3 O2  CO + 2 H2O

2

2 C H + 7 O  4 CO + 6 H O

2 6 2 2 2

Volume gas CH4 dan C2H6 berturut-turut adalah … liter.

* + 1. 1 dan 5 D. 2 dan 4
    2. 5 dan 1 E. 2 dan 3
    3. 4 dan 2
  1. Suatu campuran terdiri dari 60% volume gas N2 dan 40% volume gas O2. Perbandingan molekul gas N2 dan O2 dalam campuran itu adalah … .

A. 3 : 2 D. 16 : 21

B. 4 : 3 E. 2 : 3

C. 21 : 16

* 1. Pada suhu dan tekanan tertentu, 10 liter gas NO bereaksi dengan 5 liter gas O2, sehingga menghasilkan 10 liter gas N*x*O*y* pada suhu dan tekanan yang sama. Rumus molekul senyawa N*x*O*y* adalah … .
     1. NO2 D. N2O5
     2. N2O4 E. N2O
     3. N2O3
  2. Pada suhu 25 °C dan tekanan 1 atm diketahui kadar oksigen dalam udara adalah 20%. Reaksi pembakaran karbon:

C + O  CO

2 2

Pada pembakaran karbon dengan 100 liter udara dihasilkan gas karbon dioksida sebanyak … .

* + 1. 10 liter D. 80 liter
    2. 20 liter E. 100 liter
    3. 50 liter
  1. Logam aluminium yang dapat dihasilkan dari 10.000 kg bauksit murni menurut reaksi:

2 Al O *(s)*  4 Al*(s)* + 3 O *(g)*

2 3 2

(*Ar* Al = 27 dan O = 16) adalah … .

A. 8 000 kg D. 4.700 kg

B. 6.600 kg E. 1.900 kg

C. 5.300 kg

* 1. Sebanyak 11,2 gram serbuk besi (Fe) dipanaskan secara sempurna dengan 6,4 gram serbuk belerang (S), sesuai reaksi:

Fe + S  FeS

Senyawa besi(II) sulfida (FeS) yang terbentuk sebanyak … .

* + 1. 6,4 gram D. 17,6 gram
    2. 11,2 gram E. 22,4 gram
    3. 12,8 gram
  1. Massa zat-zat sebelum dan sesudah reaksi kimia selalu tetap. Pernyataan tersebut dikemukakan oleh … .
     1. Proust D. Berzellius
     2. John Dalton E. Gay Lussac
     3. Lavoisier
  2. Perbandingan massa magnesium dengan massa oksigen dalam senyawa magne- sium oksida adalah 3 : 2. Jika 12 gram magnesium direaksikan dengan 6 gram oksigen, maka massa magnesium oksida (MgO) yang terbentuk adalah … .
     1. 6 gram D. 21 gram
     2. 10 gram E. 30 gram
     3. 15 gram
  3. Diketahui data percobaan pembentukan senyawa pirit sebagai berikut.

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
| **Massa Besi (Fe)** | **Massa Belerang (S)** | **Massa Pirit (FeS2)** |
| 7 gram | 8 gram | 15 gram |
| 14 gram | 16 gram | 30 gram |
| 21 gram | 24 gram | 45 gram |

Perbandingan Fe : S adalah … .

A. 1 : 2 D. 5 : 8

B. 2 : 3 E. 7 : 8

C. 4 : 3



**130** Pimia X SMA

* 1. Dua liter gas N2 tepat bereaksi dengan 5 liter gas O2 membentuk 2 liter senyawa N*x*O*y* pada suhu dan tekanan yang sama. Rumus molekul senyawa N*x*O*y* tersebut adalah … .
     1. NO D. N2O3
     2. NO2 E. N2O5
     3. N2O
  2. Satu liter campuran gas terdiri dari 60% volume metana (CH4) dan sisanya gas etana (C2H6) dibakar sempurna sesuai reaksi:

CH4 + 3 O2  2 CO2 + 2 H2O

2 C H + 7 O  4 CO + 6 H O

2 6 2 2 2

Volume gas oksigen yang dibutuhkan adalah … .

* + 1. 2,4 liter D. 3,0 liter
    2. 2,6 liter E. 3,2 liter
    3. 2,8 liter
  1. Jika diketahui massa atom relatif H = 1, S = 32, O = 16 dan massa molekul relatif (NH4)2SO4 = 132, maka massa atom relatif N adalah … .

A. 7 D. 20

B. 12 E. 28

C. 14

* 1. Jika diketahui massa atom relatif H = 1, O = 16, Al = 27, dan S = 32, maka massa molekul relatif Al2(SO4)3 .*n* H2O adalah … .

A. 75 × 18*n* D. 342 + 18*n*

B. 75 + 18*n* E. 342 × 18*n*

C. 342*n*

* 1. Diketahui *Ar* C = 12, O = 16, Na = 23, dan S = 32. Gas-gas berikut ini mempunyai massa 32 gram, ***kecuali*** … .
     1. 0,4 mol SO3 D. 0,5 mol C4H10
     2. 2 mol CH4 E. 1 mol O2
     3. 0,5 mol SO2
  2. Jumlah mol dari 29,8 gram amonium fosfat ((NH4)3PO4) (*Ar* N = 14, H = 1, dan P = 31) adalah … .
     1. 0,05 mol D. 0,25 mol
     2. 0,15 mol E. 1,10 mol
     3. 0,20 mol
  3. Jika diketahui *Ar* Ca = 40, C = 12, O = 16 dan bilangan Avogadro = 6,02×10 ,

23

maka 50 gram CaCO3 mempunyai jumlah molekul … . A. 3,01 × 1021

B. 3,01 × 1022

C. 6,02 × 1022

D. 3,10 × 1023

E. 1,204 × 1023

* 1. Jika *Ar* C = 12 dan O = 16, maka volume dari 8,8 gram gas CO2 pada keadaan standar (STP) adalah … .
     1. 2,24 liter D. 8,96 liter
     2. 4,48 liter E. 22,4 liter
     3. 6,72 liter
  2. Massa dari 1,204 × 1022 molekul NH (*A* N = 17 dan H = 1) adalah … .

3

*r*

* + 1. 0,17 gram D. 2,80 gram
    2. 0,34 gram E. 3,40 gram
    3. 1,70 gram
  1. Massa dari 4,48 liter gas *X*2 pada keadaan standar (STP) adalah 14,2 gram. Massa atom relatif unsur *X* tersebut adalah ... .

A. 35,5 D. 142

B. 71 E. 213

C. 105,5

* 1. Massa glukosa (C6H12O6) yang harus dilarutkan dalam 500 mL air untuk membuat larutan glukosa (C6H12O6) 0,2 *M* (*Ar* C = 12, H = 1, dan O = 16) adalah ... .
     1. 9 gram D. 54 gram
     2. 18 gram E. 90 gram
     3. 36 gram
  2. Pada suhu dan tekanan tertentu, 5 liter gas H2 mempunyai massa 0,4 gram. Pada suhu dan tekanan yang sama, 10 liter gas *X* massanya 28 gram. Jika *Ar* H = 1, maka massa molekul relatif gas *X* adalah ... .

A. 30 D. 60

B. 40 E. 70

C. 50

* 1. Volume dari 8 gram SO3 (*Ar* S = 32 dan O = 16) pada suhu 30 °C dan tekanan 1 atm (R = 0,082) adalah ... .
     1. 1,24 liter D. 5,24 liter
     2. 2,48 liter E. 6,12 liter
     3. 4,48 liter
  2. Dalam 100 gram senyawa terdapat 40% kalsium, 12% karbon, dan 48% oksigen. Jika *Ar* Ca = 40, C = 12, dan O = 16, maka rumus empiris senyawa tersebut adalah ... .
     1. CaCO D. Ca2CO3
     2. CaCO2 E. CaC2O
     3. CaCO3
  3. Dalam satu molekul air (H2O) (*Ar* H = 1 dan O = 16) terdapat persen massa hidrogen sebesar … .

A. 22,2% D. 1,11%

B. 11,1% E. 0,11%

C. 5,55%



**132** Pimia X SMA

* 1. Pada senyawa K2Cr2O7 (*Ar* K = 39, Cr = 52, O = 16), kadar oksigen adalah … . A. 12% D. 42%

B. 28% E. 62%

C. 38%

* 1. Dalam 1.500 kg urea (CO(NH2)2) terkandung unsur nitrogen sebesar … .
     1. 250 kg D. 650 kg
     2. 300 kg E. 700 kg
     3. 500 kg
  2. Sebanyak 305 kg pupuk ZA ((NH4)2SO4) (*Ar* N = 14, H = 1, S = 32, dan O = 16) disebar secara merata pada sawah seluas 1 hektar (10.000 m2). Massa nitrogen yang diperoleh setiap 10 m2 tanah adalah … .
     1. 35 gram D. 140 gram
     2. 65 gram E. 210 gram
     3. 105 gram
  3. Dalam 100 gram pupuk urea (CO(NH2)2) terdapat 22,4 gram nitrogen (*Ar* C = 12, O = 16, N = 14, H = 1). Kadar nitrogen dalam pupuk urea tersebut adalah … . A. 96% D. 23,3%

B. 48% E. 22,4%

C. 44,8%

* 1. Suatu senyawa mempunyai rumus empiris (CH2O)*n* dengan massa molekul relatif 180 (*Ar* C = 12, H = 1, dan O = 16). Rumus molekul senyawa tersebut adalah … .
     1. CH2O D. C4H6O4
     2. C2H2O2 E. C6H12O6
     3. C3H6O3
  2. Suatu senyawa hidrokarbon mempunyai rumus empiris CH2 (*Ar* C = 12 dan H = 1). Jika 5,6 liter (STP) gas tersebut mempunyai massa 14 gram, maka rumus molekul gas tersebut adalah … .
     1. C2H4 D. C4H8
     2. C2H6 E. C5H10
     3. C3H8
  3. Suatu senyawa oksida nitrogen N*x*O*y* mengandung 63,16% nitrogen dan 36,84% oksigen (*Ar* N = 14 dan O = 16). Senyawa tersebut adalah … .
     1. NO D. N2O3
     2. N2O E. N2O5
     3. NO2
  4. Sebanyak 0,37 gram senyawa organik C*x*H*y*O*z* (*Ar* C = 12, H = 1, dan O = 16) dibakar sempurna menghasilkan 0,88 gram CO2 dan 0,45 gram H2O sesuai reaksi:

C*x*H*y*O*z* + O2  CO2 + H2O (belum setara) Rumus kimia senyawa organik tersebut adalah … .

* + 1. CH3OH D. C4H9OH
    2. C2H5OH E. CH3COOH
    3. C3H7OH
  1. Pada kristalisasi 3,19 gram tembaga(II) sulfat (CuSO4) terbentuk 4,99 gram hidrat CuSO4.*x* H2O (*Ar* Cu = 63,5, S = 32, O = 16, dan H = 1). Harga *x* adalah … .
     1. 3 D. 6
     2. 4 E. 7
     3. 5
  2. Apabila kristal BaCl2.*x* H2O (*Ar* Ba = 137, Cl = 35,5, H = 1, dan O = 16) mengandung 14,75% air kristal, maka rumus yang tepat untuk kristal tersebut adalah … .
     1. BaCl2.H2O D. BaCl2.4 H2O
     2. BaCl2.2 H2O E. BaCl2.5 H2O
     3. BaCl2.3 H2O
  3. Penguraian 24,5 gram KClO3 (*Ar* K = 39, Cl = 35,5, dan O = 16) menurut reaksi:

2 KClO3  2 KCl + 3 O

2

Pada keadaan standar dihasilkan gas oksigen sebanyak … .

1. 2,24 liter D. 8,96 liter
2. 4,48 liter E. 11,2 liter
3. 6,72 liter
   1. Sejumlah 3,2 gram gas CH4 dibakar dengan 16 gram O2 sesuai reaksi: CH *(g)* + 2 O *(g)*  CO *(g)* + 2 H O*(l)*

4 2 2 2

Jika *Ar* C = 12, H = 1, dan O = 16, maka massa CO2 yang terbentuk adalah … .

* + 1. 1,1 gram D. 11 gram
    2. 2,2 gram E. 22 gram
    3. 8,8 gram
  1. Diketahui reaksi CaCO *(s)* + 2 HCl*(aq)*  CaCl *(aq)* + H O*(l)* + CO *(g)*.

3 2 2 2

Jika 10 gram CaCO3 direaksikan dengan 100 mL larutan HCl 1 *M*, maka massa CaCl2 (*Ar* Ca = 40, C = 12, O = 16, dan Cl = 35,5) yang terbentuk adalah … .

* + 1. 22,2 gram D. 4,44 gram
    2. 11,1 gram E. 2,22 gram
    3. 5,55 gram
  1. Pada pembakaran sempurna 6 gram C2H6 (*Ar* C = 12 dan O = 16) sesuai reaksi: 2 C H *(g)* + 7 O *(g)*  4 CO *(g)* + 6 H O*(l)*

2 6 2 2 2

gas CO2 yang dihasilkan pada keadaan standar (STP) adalah … .

* + 1. 2,24 liter D. 8,96 liter
    2. 4,48 liter E. 11,2 liter
    3. 6,72 liter
  1. Reduksi besi(III) oksida dengan CO menghasilkan besi sesuai reaksi: Fe2O3 + 3 CO  2 Fe + 3 CO2

Untuk menghasilkan 11,2 kg besi dibutuhkan Fe2O3 (*Ar* Fe = 56 dan O = 16) sebanyak … .

* + 1. 22 kg D. 16 kg
    2. 20 kg E. 15 kg
    3. 18 kg



**134** Pimia X SMA

* 1. Sebanyak 10,4 gram kromium bereaksi dengan larutan CuSO4 menurut reaksi:

2 Cr + 3 CuSO  Cr (SO ) + 3 Cu

4 2 4 3

Massa tembaga yang terbentuk (*Ar* Cr = 52 dan Cu = 63,5) adalah … .

1. 6,35 gram D. 19,05 gram
2. 9 gram E. 21 gram
3. 10,5 gram
   1. Sebanyak 1 mol kalsium sianida (CaCN2) dan 2 mol air dibiarkan bereaksi sempurna menurut persamaan reaksi:

CaCN2 + 3 H2O  CaCO3 + 2 NH3

Volume gas NH3 yang dihasilkan pada keadaan standar (STP) adalah … .

* + 1. 67,2 liter D. 15 liter
    2. 33,6 liter E. 10 liter
    3. 22,4 liter
  1. 3,01 × 1023 molekul besi direaksikan dengan larutan asam sulfat menurut reaksi berikut.

2 Fe + 3 H2SO4  Fe2(SO4)3 + 3 H2

Pada suhu dan tekanan tertentu, 4 gram O2 (*Ar* O = 16) volumenya 1 liter. Pada suhu dan tekanan yang sama, volume gas H2 yang dihasilkan dari reaksi di atas adalah … .

* + 1. 8 liter D. 5 liter
    2. 7 liter E. 4 liter
    3. 6 liter
  1. Diketahui reaksi KClO3 + 6 HCl  KCl + 3 H2O + 3 Cl2. Bila 3,675 gram KClO3 (*Ar* K = 39, Cl = 35,5, dan O = 16) direaksikan dengan 100 mL larutan HCl 1,2 *M*, maka massa KCl yang terbentuk adalah … .
     1. 15 gram D. 3,00 gram
     2. 8,70 gram E. 1,49 gram
     3. 7,45 gram
  2. Sebanyak 26 mg logam *L* (*Ar L* = 52) dilarutkan dalam larutan asam sulfat membebaskan 16,8 mL gas hidrogen (STP) menurut persamaan:

2 *L(s)* + *x* H2SO4*(aq)*  *L*2(SO4)*x(aq)* + *x* H2*(g)* Bilangan oksidasi L adalah … .

A. +1 D. +4

B. +2 E. +5

C. +3

* 1. Untuk membakar sempurna 89,6 liter gas propana sesuai reaksi: C3H8*(g)* + 5 O2*(g)*  3 CO2*(g)* + 4 H2O*(l)*

diperlukan volume oksigen (STP) sebanyak ... .

* + 1. 1.000 liter D. 550 liter
    2. 760 liter E. 448 liter
    3. 620 liter

1. !erjaEan soalJsoal beriEut ini dengan benar!
   1. Tulis dan setarakan persamaan reaksi berikut.
2. Logam seng direaksikan dengan larutan asam klorida membentuk larutan seng klorida dan gas hidrogen.
3. Larutan kalsium hidroksida bereaksi dengan larutan asam klorida membentuk larutan kalsium klorida dan air.
4. Yodium padat bereaksi dengan larutan natrium hidroksida membentuk larutan natrium iodida, larutan natrium iodat, dan air
5. Besi(III) oksida bereaksi dengan larutan asam bromida menghasilkan larutan besi(III) bromida dan air.
6. Larutan timbal(II) nitrat bereaksi dengan larutan natrium klorida membentuk endapan timbal(II) klorida dan larutan natrium nitrat.
   1. Berapa liter gas oksigen yang diperlukan pada pembakaran 10 liter butana (C4H10) sesuai reaksi:

2 C4H10*(g)* + 13 O2*(g)*  8 CO2*(g)* + 10 H2O*(l)*

* 1. Sebanyak 100 mL gas N*x*O*y* terurai menjadi 100 mL gas nitrogen oksida dan 50 mL gas oksigen. Tentukan rumus kimia gas N*x*O*y* tersebut!
  2. Untuk membakar 2 liter gas C*x*H*y* diperlukan 10 liter gas oksigen. Jika pada pembakaran itu terbentuk 6 liter CO2 sesuai reaksi:

C*x*H*y* + O2  CO2 + H2O (belum setara) tentukan rumus kimia C*x*H*y*!

* 1. Delapan liter campuran gas CH4 dan C3H8 memerlukan 25 liter gas oksigen untuk membakar campuran tersebut sesuai reaksi:

CH4 + 2 O2  CO2 + 2 H2O C3H8 + 5 O2  3 CO2 + 4 H2O

Tentukan komposisi masing-masing gas tersebut!

* 1. Pada suhu dan tekanan tertentu, 1 liter gas N2 mengandung 2*Q* partikel. Pada suhu dan tekanan yang sama, tentukan jumlah partikel 12 liter gas CO!
  2. Hitung persentase unsur oksigen pada senyawa FeO dan Fe2O3 (*Ar* Fe = 56 dan O

= 16)!

* 1. Sebanyak 35 gram besi dibakar dengan 25 gram oksigen untuk membentuk senyawa besi(III) oksida (Fe2O3). Perbandingan massa besi dengan oksigen dalam senyawa Fe2O3 adalah 7 : 3. Tentukan:

1. massa Fe2O3 yang terbentuk
2. massa pereaksi yang sisa
   1. Pada pembentukan senyawa kalsium sulfida (CaS), perbandingan massa Ca : S adalah 5 : 4. Bila 35 gram kalsium direaksikan dengan 20 gram belerang, tentukan:
3. massa CaS yang terbentuk
4. massa pereaksi yang sisa
   1. Suatu oksida besi mengandung 77,78% besi (*Ar* Fe = 56 dan O = 16). Tentukan rumus empiris oksida besi tersebut!



**136** Pimia X SMA

* 1. Sebanyak 43 gram gips yang mempunyai rumus CaSO4.*x* H2O dipanaskan hingga airnya menguap. Jika diperoleh 34 gram CaSO4 murni, tentukan nilai *x*! (*Ar* Ca = 40, S = 32, O = 16, dan H = 1)
  2. Hitunglah volume masing-masing gas berikut pada keadaan standar (STP).

1. 3,4 gram NH3
2. 22 gram CO2
3. 8 gram CO
4. 56 gram N2
5. 100 gram SO3

(*Ar* C = 12, N = 14, O = 16, S = 32, dan H = 1)

* 1. Berapa gram massa dari gas-gas di bawah ini pada keadaan standar (STP)?

1. 89,6 liter CH4
2. 5,6 liter N2O
3. 44,8 liter C3H8
4. 2,24 liter H2S
5. 6,72 liter H2O

(*Ar* C = 12, N = 14, O = 16, S = 32, dan H = 1)

* 1. Tentukan jumlah molekul yang terkandung dalam 2 liter gas oksigen pada keadaan standar!
  2. Sebanyak 12 gram etana (C2H6) dibakar sempurna (*Ar* C = 12, H = 1), menurut reaksi:

2 C H + 7 O  4 CO + 6 H O

2 6 2 2 2

Tentukan volume gas CO2 yang dihasilkan pada keadaan standar (STP)?

* 1. Hitunglah *Mr* suatu gas yang volumenya 4,48 liter pada keadaan standar (STP) massanya 12,8 gram!
  2. Pada suhu dan tekanan tertentu, 1 liter gas SO2 bermassa 8 gram. Berapa gram massa dari 5 liter gas CH4 pada kondisi tersebut? (*Ar* C = 12, H = 1, S = 32, dan O = 16).
  3. Sebanyak 36 gram logam *X* direaksikan dengan larutan HCl menurut reaksi:

*X* + 4 HCl  *X*Cl + 2 H

4

2

Gas hidrogen yang terbentuk adalah 15 liter diukur pada keadaan di mana 8 gram gas O2 bervolume 2,5 liter. Hitunglah *Ar X*! (*Ar* O = 16).

* 1. Pada penguraian KClO3 menurut reaksi:

2 KClO3  2 KCl + 3 O

2

terbentuk 600 mL gas oksigen yang diukur pada kondisi di mana 0,5 liter gas N2 memiliki massa 0,7 gram. Hitunglah berat KClO3 yang terurai! (*Ar* K = 39, Cl = 35,5, O = 16, dan N = 14)

* 1. Pembakaran sempurna 8 gram belerang sesuai reaksi: 2 S + 3 O2  2 SO3

Pada suhu dan tekanan tertentu, 2 mol gas N2 volumenya 10 liter. Tentukan volume belerang trioksida pada kondisi tersebut!

**Latihan Ulangan Umum Semester 1**

Pilik satu jawaban paling benar di antara pilikan jawaban A, B, C, D, atau G! UntuE soal yang memerluEan kitungan, jawablak dengan uraian jawaban beserta cara mengerjaEannya!



Pimia X SMA

**137**

1. Di bawah ini nama penemu partikel penyusun inti atom proton adalah … .
   1. John Dalton D. James Chadwick
   2. J. J. Thompson E. Eugen Goldstein
   3. Robert Andrew Milikan
2. Gagasan utama yang dikemukakan oleh teori atom Niels Bohr adalah … .
   1. menentukan jumlah proton dalam atom
   2. mengetahui banyaknya neutron
   3. dapat diketahui massa suatu atom
   4. mengetahui tingkat energi dalam atom
   5. menemukan isotop-isotop suatu atom
3. Jumlah proton dan neutron unsur 12 C , 27 Al , 40 Ca berturut-turut adalah … .

6 13 20

A. 6 dan 6, 14 dan 13, 20 dan 20

B. 12 dan 6, 27 dan 13, 40 dan 20

C. 6 dan 6, 13 dan 14, 20 dan 20

D. 6 dan 12, 13 dan 27, 20 dan 40

E. 6 dan 6, 13 dan 13, 40 dan 20

1. Diketahui lambang unsur: 14 A , 15 B , 40 C , 40 D.

7 7 19 18

Pasangan unsur berikut ini yang merupakan isotop adalah … .

* 1. A dan E D. A dan C
  2. A dan B E. C dan E
  3. C dan D

1. Pengelompokan unsur berdasarkan kenaikan massa atom maka unsur kedelapan sifatnya mirip dengan unsur kesatu, unsur kedua mirip dengan unsur kesembilan, dikemukakan oleh … .
   1. Newlands D. Moseley
   2. J. Lothar Meyer E. Dobereiner
   3. Mendeleev
2. Diketahui unsur-unsur: 7N, 8O, 9F, 10Ne, 11Na, 12Mg. Unsur atau ion-ion di bawah ini yang memiliki jumlah elektron sama adalah … .
   1. N, O2–, Ne, F– D. Na+, Mg2+, O, F

B. Ne, Mg2+, F+, O2– E. N3–, F–, Ne, O

C. O2–, F–, Na+, Mg2+

1. Unsur-unsur yang terletak dalam satu periode akan memiliki kecenderungan … .
   1. jari-jari atom bertambah dengan bertambahnya nomor atom
   2. elektronegatifitas berkurang dengan bertambahnya nomor atom
   3. jari-jari atom berkurang dengan bertambahnya nomor atom
   4. energi ionisasi berkurang dengan bertambahnya nomor atom
   5. afinitas elektron berkurang dengan bertambahnya nomor atom
2. Diketahui unsur-unsur dengan nomor atom:

7N, 9F, 15P, 19K, 17Cl, 33As, 35Br

Unsur-unsur yang terletak dalam satu golongan adalah ... .

* 1. N, F, dan K D. N, P, dan As
  2. P, Cl, dan Br E. K, Cl, dan Br
  3. F, K, dan As

1. Diketahui unsur-unsur dengan nomor atom: 13Al, 14Si, 15P, 16S, 17Cl. Yang memiliki energi ionisasi terbesar adalah unsur ... .
   1. Al D. S
   2. Si E. Cl
   3. P
2. Konfigurasi elektron unsur *X* yang memiliki jumlah proton 35 dan nomor massa 80 adalah ... .

A. 2, 8, 8, 2 D. 2, 8, 18, 5

B. 2, 8, 18, 2 E. 2, 8, 18, 7

C. 2, 8, 18, 3

1. Bila diketahui 12*X* dan 20*Y*, maka unsur *X* dan *Y* tersebut dalam sistem periodik unsur termasuk dalam golongan ... .
   1. *X* dan *Y* golongan alkali
   2. *X* golongan alkali tanah dan *Y* golongan halogen
   3. *X* dan *Y* golongan alkali tanah
   4. *X* dan *Y* golongan gas mulia
   5. *X* golongan halogen dan *Y* golongan alkali
2. Unsur 11Na berikatan dengan unsur 8O membentuk senyawa dan berikatan … .
   1. NaO, ikatan ion D. NaO2, ikatan kovalen
   2. Na2O, ikatan ion E. Na2O, ikatan kovalen
   3. NaO2, ikatan ion
3. Diketahui nomor atom: 1H, 7N, 8O, 9F, 17Cl.

Molekul berikut ini yang berikatan kovalen rangkap tiga adalah … .

* 1. Cl2 D. N2
  2. F2 E. H2
  3. O2

1. Diketahui konfigurasi elektron dari unsur-unsur berikut.

*P* = 2, 8, 1 *S* = 2, 8, 7

*Q* = 2, 8, 2 *T* = 2, 8, 8, 1

*R* = 2, 8, 6

Pasangan unsur yang dapat membentuk ikatan ion adalah … .

* 1. *PT* D. *SR*
  2. *QT* E. *TS*
  3. *PQ*

1. Di antara senyawa berikut ini, yang semuanya berikatan kovalen adalah ... .
   1. H2O, SO2, dan K2O D. HCl, H2S, dan CO2
   2. CaCl2, NaCl, dan NH3 E. HCl, NaBr, dan KI
   3. H2S, HCl, dan MgBr2
2. Pasangan senyawa berikut ini mempunyai ikatan ion adalah ... .
   1. NH3 dan CS2
   2. CO2 dan KCl
   3. MgO dan KCl
   4. MgCl2 dan H2O
   5. HCl dan NaCl
3. Diketahui rumus kimia beberapa zat sebagai berikut. 1) N2O4 4) P2O5
4. CaO 5) K2O
5. MgO

Berikut ini yang semuanya merupakan rumus kimia oksida logam adalah … .

1. 2, 4, dan 5
2. 2, 3, dan 5
3. 1, 2, dan 3
4. 3, 4, dan 5
5. 2, 3, dan 4
6. Pada reaksi antara logam seng (Zn) dengan larutan asam klorida encer (HCl) akan terbentuk larutan seng klorida dan gas hidrogen. Penulisan persamaan reaksi yang benar adalah … .
   1. Zn + HCl  ZnCl + H

2

* 1. Zn*(s)* + 2 HCl*(aq)*  ZnCl *(aq)* + H *(g)*

2 2

* 1. 2 Zn*(s)* + 2 HCl*(aq)*  2 ZnCl*(aq)* + H *(g)*

2

* 1. Zn*(aq)* + 2 HCl*(aq)*  ZnCl *(s)* + H *(g)*

2 2

* 1. 2 Zn*(s)* + HCl*(aq)*  2 ZnCl*(aq)* + H *(g)*

2

1. Jika bilangan Avogadro = 6 × 1023, maka jumlah atom hidrogen yang terdapat dalam 4 gram hidrazin (N2H4) (*Mr* = 32) adalah … .

A. 2 × 1020 D. 3 × 1023

B. 2 × 1021 E. 4 × 1023

C. 3 × 1022

1. Reaksi besi(II) sulfida dengan gas oksigen berlangsung menurut reaksi: FeS*(s)* + O *(g)*  Fe O *(s)* + SO *(g)*

2 2 3 2

Reaksi belum setara, maka jika telah bereaksi 8,8 gram FeS murni (*Ar* Fe = 56, O

= 16, S = 32), gas SO2 yang dihasilkan pada keadaan standar (STP) adalah … .

* 1. 24,2 liter D. 2,24 liter
  2. 22,4 liter E. 1,12 liter
  3. 2,42 liter

1. Suatu senyawa organik terdiri dari 40% C, 6,67% H, dan sisanya oksigen. Jika *Ar* C = 12, H = 1, O = 16 dan massa molekul senyawa tersebut 60, maka rumus molekul senyawa tersebut adalah … .
   1. CH4O D. CH2O
   2. C2H5OH E. CH3COOH
   3. CH3COH
2. Rumus kimia garam yang benar berdasarkan tabel kation dan anion:

|  |  |
| --- | --- |
| **Kation** | **Anion** |
| Al3+ | NO3  – |
| Mg2+ | PO4  3– |
| NH4  + | SO4  2– |

adalah ... .

* 1. Al2SO4 D. Al3PO4
  2. Mg3(PO4)2 E. Mg2SO4
  3. (NH4)3NO3

1. Gas butana dibakar sempurna menurut reaksi:

*a* C H *(g)* + *b* O *(g)*  *c* CO *(g)* + *d* H O*(g)*

4 10 2 2 2

Harga koefisien reaksi *a*, *b*, *c*, dan *d* berturut-turut adalah ... .

A. 1, 13, 8, dan 10 D. 2, 13, 8, dan 5

B. 2, 13, 8, dan 10 E. 1, 13, 4, dan 5

C. 2, 13, 4, dan 10

1. Pada suhu dan tekanan yang sama, semua gas yang memiliki volume yang sama akan memiliki jumlah partikel yang sama. Pernyataan tersebut dikenal dengan hukum ... .
   1. Gay Lussac D. Avogadro
   2. Dalton E. Proust
   3. Lavoisier
2. Jika dalam 8 liter gas CO2 (*P*, *T*) terdapat 6,02 × 10 molekul gas tersebut, maka

22

pada suhu dan tekanan yang sama, 1,505 × 1021 molekul gas NO ruang yang volumenya ... .

2

* 1. 0,2 liter D. 16 liter
  2. 2 liter E. 20 liter
  3. 8 liter

akan menempati

1. Nitrogen dan oksigen membentuk berbagai macam senyawa, di antaranya mengandung nitrogen 25,93% sisanya oksigen (*Ar* N = 14, O = 16). Rumus kimia senyawa nitrogen oksida tersebut adalah … .
   1. NO D. N2O3
   2. N2O E. N2O5
   3. NO2
2. Hidroksida suatu unsur *L* dengan rumus *L*(OH)3 mempunyai *Mr* = 78. Jika *Ar* H

= 1, maka massa atom relatif *L* adalah ... .

A. 14 D. 28

B. 20 E. 31

C. 27

1. Massa yang terkandung dalam 3 mol urea (CO(NH2)2) (*Ar* C = 12, O = 16, N = 14, dan H = 1) adalah ... .
   1. 60 gram D. 180 gram
   2. 120 gram E. 240 gram
   3. 150 gram
2. Jika massa dari 5 liter gas oksigen (*P*, *T*) 6,4 gram (*Ar* O= 16), maka pada kondisi yang sama, massa dari 1 liter C4H10 (*Ar* C = 12, H = 1) adalah ... .
   1. 1,28 gram D. 11,6 gram
   2. 2,32 gram E. 58 gram
   3. 3,2 gram
3. Jika 6 ton pupuk urea (CO(NH2)2) (*Mr* = 60) disebar secara merata pada kebun seluas 2 hektar (20.000 m2), maka tiap m2 tanah mendapat tambahan nitrogen sebesar ... .
   1. 14 gram D. 180 gram
   2. 140 gram E. 280 gram
   3. 150 gram
4. Volume gas CO2 (STP) yang dapat terbentuk pada pembakaran sempurna 6 gram C2H6 (*Ar* C = 12, H = 1) menurut reaksi:

2 C2H6*(g)* + 7 O2*(g)*  4 CO2*(g)* + 6 H2O*(l)* adalah ... .

* 1. 2,24 liter D. 11,2 liter
  2. 4,48 liter E. 89,6 liter
  3. 8,96 liter

1. Campuran 8 liter gas CH4 dan C2H6 dibakar sempurna sesuai reaksi: CH4*(g)* + 2 O2*(g)*  CO2*(g)* + 2 H2O*(l)*

2 C2H6*(g)* + 7 O2*(g)*  4 CO2*(g)* + 6 H2O*(l)*

menghasilkan gas CO2 sebanyak 12 liter. Volume CH4 dan C2H6 berturut-turut adalah ... .

* 1. 2 liter dan 6 liter D. 6 liter dan 2 liter
  2. 3 liter dan 5 liter E. 4 liter dan 4 liter
  3. 5 liter dan 3 liter

1. Untuk membuat 500 mL larutan NaOH dengan konsentrasi 0,2 *M* diperlukan NaOH (*Ar* Na = 23, O = 16, dan H = 1) sebanyak ... .
   1. 2 gram D. 10 gram
   2. 4 gram E. 16 gram
   3. 8 gram
2. Volume air yang perlu ditambahkan pada 12,5 mL larutan HCl 2 *M* untuk membuat larutan HCl 0,1 *M* adalah ... .
   1. 250 mL D. 200 mL

B. 237,5 mL E. 112,5 mL

C. 225 mL

1. Pada reaksi:

2 AgNO3*(aq)* + K2CrO4*(aq)*  Ag2CrO4*(s)* + 2 KNO3*(aq)*

volume larutan AgNO3 0,1 *M* yang diperlukan agar tepat bereaksi dengan 10 mL larutan K2CrO4 0,2 *M* adalah ... .

1. 10 mL D. 40 mL
2. 20 mL E. 60 mL
3. 30 mL
4. Diketahui reaksi:

Mg*(s)* + CuSO4*(aq)*  MgSO4*(aq)* + Cu*(s)*

Bila 6 gram magnesium tepat habis bereaksi dengan larutan CuSO4 (*Ar* Mg = 24, Cu = 63,5), maka dihasilkan tembaga sebanyak ... .

* 1. 7,94 gram D. 48 gram
  2. 15,88 gram E. 63,5 gram
  3. 31,75 gram

1. Gas asetilena (*Ar* C = 12 dan H = 1) dibakar sesuai reaksi: 2 C2H2*(g)* + 5 O2*(g)*  4 CO2*(g)* + 2 H2O*(l)*

Bila dihasilkan 67,2 liter gas oksigen pada keadaan standar (STP), maka massa gas asetilena yang dibakar sebanyak ... .

* 1. 13 gram D. 41,6 gram
  2. 26 gram E. 46,8 gram
  3. 31,2 gram

1. Dari reaksi:

2 Al(NO3)3*(aq)* + 3 Na2CO3*(aq)*  Al2(CO3)3*(aq)* + 6 NaNO3*(aq)*

bila direaksikan 200 mol larutan Al(NO3)3 dengan 450 mol larutan Na2CO3, maka pereaksi yang sisa adalah ... .

* 1. 50 mL larutan Al(NO3)3 d. 100 mL larutan Na2CO3
  2. 100 mL larutan Al(NO3)3 e. 150 mL larutan Na2CO3
  3. 150 mL larutan Al(NO3)3

1. Berdasarkan reaksi:

Pb(NO3)2*(aq)* + 2 KI*(aq)*  PbI2*(s)* + 2 KNO3*(aq)*

bila 30 mL larutan Pb(NO3)2 0,1 *M* direaksikan dengan 20 mL larutan KI 0,4 *M*, maka massa endapan PbI2 (*Ar* Pb = 207, I = 127) yang terbentuk adalah ... .

* 1. 0,692 gram D. 2,766 gram
  2. 1,383 gram E. 3,688 gram
  3. 1,844 gram

1. Bila 100 mL larutan H2SO4 1 *M* direaksikan dengan 100 mL larutan Ba(OH)2 2 *M*

menurut reaksi:

H2SO4*(aq)* + Ba(OH)2*(aq)*  BaSO4*(s)* + 2 H2O*(l)* (*Ar* Ba = 137, S = 32, dan O = 16)

maka endapan yang terbentuk sebanyak ... .

1. 46,6 gram d. 4,66 gram
2. 23,3 gram e. 2,33 gram
3. 18,5 gram