

KIMIA DASAR

KONSEP MATERI

FITRIA HIDAYANTI

BUKU AJAR

KIMIA DASAR:
KONSEP MATERI

FITRIA HIDAYANTI

LP UNAS

Kimia Dasar: *Konsep Materi*

Oleh : Fitria Hidayanti

Hak Cipta© 2021 pada Penulis

Editor : Erna Kusuma Wati
dan Kiki Rezki Lestari
Penyunting : Hendra Mahendrata dan Fitri Rahmah
Desain Cover : Rudi Ristanto

ISBN: 978-623-7376-98-9

Hak Cipta dilindungi Undang-undang.
Dilarang memperbanyak atau memindahkan sebagian atau seluruh isi buku ini dalam bentuk apapun, baik secara elektronik maupun mekanis, termasuk memfotocopy, merekam atau dengan sistem penyimpanan lainnya, tanpa izin dari Penulis.

Penerbit : LP_UNAS
Jl.Sawo Manila, Pejaten Pasar Minggu, Jakarta Selatan
Telp. 021-78067000 (Hunting) ext.172
Faks. 021-7802718
Email : bee_bers@yahoo.com

ISBN 978-623-7376-98-9 (PDF)



KATA PENGANTAR

Kimia berurusan dengan perubahan yang dapat diamati yang disebabkan oleh peristiwa skala atom yang tidak dapat diobservasi, membutuhkan apresiasi terhadap kesenjangan ukuran proporsi yang membingungkan. Salah satu tujuan teks bertepatan dengan begitu banyak instruktur: untuk membantu siswa memvisualisasikan peristiwa kimia pada skala molekuler. Dengan demikian, konsep dijelaskan terlebih dahulu pada tingkat makroskopis dan kemudian dari sudut pandang molekuler, dengan ilustrasi pedagogik selalu ditempatkan di samping diskusi untuk membawa pulang titik bagi siswa yang berorientasi visual saat ini. Pendekatan pemecahan masalah, berdasarkan metode empat langkah yang diterima secara luas oleh para ahli dalam pendidikan kimia, diperkenalkan di Bab 1 dan digunakan secara konsisten di seluruh teks. Ini mendorong siswa untuk merencanakan pendekatan

logis untuk masalah, dan baru kemudian melanjutkan untuk menyelesaikannya.

Dalam pembuatan buku ajar **Kimia Dasar: *Konsep Materi*** ini, penulis mengucapkan terima kasih kepada beberapa pihak yang telah banyak membantu. Penulis mengucapkan terima kasih kepada:

1. Bapak Dr. El Amry Bermawi Putra, MA selaku Rektor Universitas Nasional
2. Wakil Rektor Penelitian dan Pengabdian kepada Masyarakat Universitas Nasional dan jajarannya
3. LP Unas
4. Jajaran dosen dan karyawan di lingkungan Universitas Nasional

Demikianlah semoga buku ajar **Kimia Dasar: *Konsep Materi*** ini dapat bermanfaat bagi mahasiswa termasuk mahasiswa Program Studi Teknik Fisika Universitas Nasional. Tentunya dalam pembuatan buku ajar ini, tidak luput dari kesalahan. Untuk itu, kami mohon masukan dari para pembaca untuk perbaikan buku ajar ini.

Jakarta, Mei 2021

Penulis

Fitria Hidayanti

DAFTAR ISI

Kata Pengantar	iii
Daftar Isi	vi
Bab 1. State of Matter	1
1.1 Beberapa Definisi Dasar	2
1.2 Pendekatan Ilmiah : Mengembangkan Model ...	26
1.3 Pengukuran dan Pemecahan Masalah Kimia ...	32
1.4 Ketidakpastian dalam Pengukuran :	
Angka Penting	75
Bab 2. Konsep Materi	90
2.1 Elemen Senyawa dan Campuran: Ikhtisar	
Atomik	91
2.2 Observasi Menuju Pandangan Masalah	
Atomik	101

2.3 Teori Atom Dalton	111
2.4 Observasi Menuju Model Atom Nuklir	123
2.5 Teori Atom Hari Ini	136
2.6 Elemen pada Tabel Periodik.....	154
2.7 Senyawa : Pengenalan Ikatan	162
2.8 Senyawa: Rumus, Nama dan Massa.....	180
2.9 Campuran: Klasifikasi dan Pemisahan	224
Referensi	234
Tentang Penulis	237

BAB 1. STATE OF MATTER

Ilmuwan menggunakan kimia tidak hanya untuk membuat produk komersial dalam kehidupan sehari-hari, tetapi juga untuk membuat obat-obatan baru yang menyelamatkan nyawa, membuat bahan canggih untuk meningkatkan mobilitas sendi panggul sintetis dan kaki palsu, mengembangkan metode inovatif untuk produksi energi, dan membangun model kimia baru untuk mempelajari perubahan iklim dan masalah lingkungan. Ada penemuan transformatif yang dibuat dalam kimia setiap hari.

Pemahaman dasar kimia sangat penting bagi siapa saja yang ingin belajar biokimia, geokimia, kimia makanan, kimia pertanian, kimia forensik, kimia lingkungan, teknik, kedokteran, atau nanoteknologi, hanya untuk menyebutkan beberapa dari banyak bidang yang bersinggungan dengan kimia. Anda akan mempelajari

beberapa hal menakjubkan dalam kuliah kimia saat Anda mulai melihat realitas tersembunyi, yang dipenuhi dengan partikel sangat kecil yang bergerak dengan kecepatan fantastis dan berinteraksi dengan cara yang menentukan bagaimana semua materi berperilaku. Bab ini memegang kunci untuk membuka dan memasuki dunia baru ini, jadi mari kita mulai.

1.1 BEBERAPA DEFINISI DASAR

Tempat yang baik untuk memulai eksplorasi kimia kita adalah dengan mendefinisikan beberapa konsep inti. Kimia adalah studi ilmiah tentang materi dan sifat-sifatnya, perubahan yang dialami materi, dan energi yang terkait dengan perubahan itu. Materi adalah "zat" alam semesta: udara, kaca, planet, siswa—apapun yang memiliki massa dan volume. (Dalam Bagian 1.4, kita membahas arti massa dan volume dalam hal bagaimana mereka diukur.) Kimiawan ingin mengetahui komposisi materi, jenis dan jumlah zat sederhana yang

menyusunnya. Zat adalah jenis materi yang memiliki komposisi yang pasti.

The States of Matter

Materi biasanya dalam tiga bentuk fisik yaitu: padat, cair, dan gas. Pada skala makroskopik, setiap keadaan materi ditentukan dengan cara sampel mengisi wadah (Gambar 1.1):

- padat memiliki bentuk tetap yang tidak sesuai dengan bentuk wadah. Padatan tidak ditentukan oleh kekakuan atau kekerasan: besi padat bersifat kaku dan keras, tetapi timah padat bersifat fleksibel, dan lilin padat lembut.
- cair memiliki bentuk yang bervariasi sesuai dengan bentuk wadah, tetapi hanya sebatas volume cairan; Artinya, cairan memiliki permukaan atas.

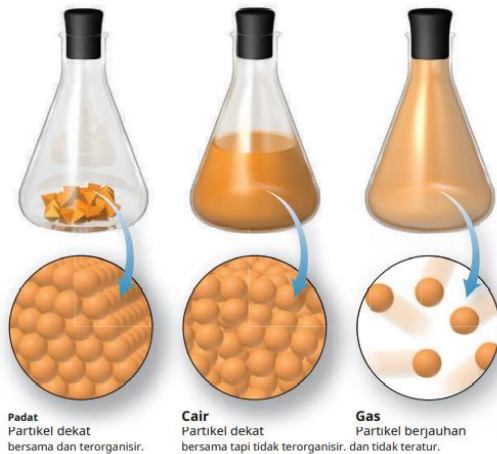
- gas juga memiliki berbagai bentuk yang sesuai dengan bentuk wadah, tetapi memenuhi seluruh wadah.

Pada skala atom, setiap keadaan ditentukan oleh posisi relatif partikelnya (Gambar 1.1)

- Dalam padat, partikel-partikel itu terletak bersebelahan dalam pola tiga dimensi yang teratur, atau Himpunan.
- Dalam cair, partikel-partikel itu juga terletak berdekatan tetapi bergerak secara acak di sekitar satu sama lain.
- Dalam gas, partikel memiliki jarak yang jauh di antara mereka dan bergerak secara acak ke seluruh wadah.

Properti Materi dan Perubahannya

Kita belajar tentang materi dengan mengamati propertinya (sifatnya), karakteristik yang memberi setiap substansi identitas uniknya. Untuk mengidentifikasi seseorang, kita mungkin mengamati tinggi badan, berat badan, warna rambut dan mata, sidik jari, dan bahkan pola DNA, sampai kita menemukan identifikasi yang unik. Untuk mengidentifikasi suatu zat, kami mengamati dua jenis sifat, fisik dan kimia, yang erat terkait dengan dua jenis perubahan hal itu dialami.



Gambar 1.1 Keadaan fisik materi.

Perubahan Fisik: Tidak Ada Perubahan Komposisi
 Properti fisik adalah karakteristik suatu substansi, tanpa berubah atau berinteraksi dengan zat lain. Properti/sifat ini meliputi warna, titik leleh, konduktivitas listrik, dan kepadatan. Perubahan fisik terjadi ketika suatu zat mengubah sifat fisiknya, bukan komposisinya. Misalnya, saat es mencair, beberapa sifat fisik berubah, seperti kekerasan, massa jenis, dan kemampuan mengalir. Tetapi komposisi sampel tidak berubah. Foto pada Gambar 1.2A

menunjukkan seperti apa perubahan ini dalam kehidupan sehari-hari. Lingkaran "blow-up" menggambarkan tampilan partikel penyusun sampel yang diperbesar. Di dalam es, partikel-partikel itu terletak pada karakteristik pola berulang dari suatu padatan, sedangkan partikel-partikel itu bercampur aduk dalam tetesan cairan; namun, partikelnya sama.

Perubahan fisik (substansi yang sama sebelum dan sesudah):

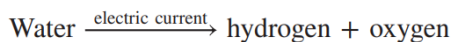
Air (keadaan padat) → air (keadaan cair)

Semua perubahan keadaan materi adalah perubahan fisik.

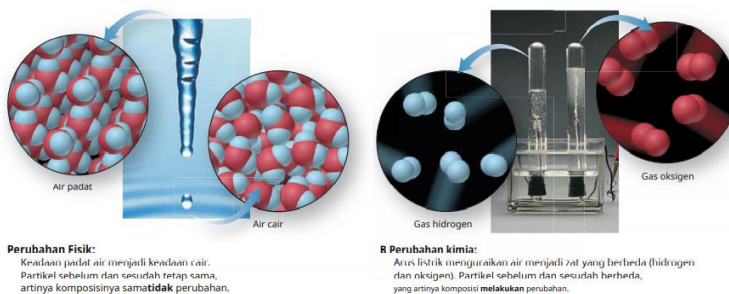
Perubahan Kimiawi: Perubahan Komposisi Sifat kimiawi adalah karakteristik suatu zat karena berubah atau berinteraksi dengan zat lain. Sifat kimiawi yang mudah terbakar, korosif, dan reaktivitas dengan asam. Perubahan kimia, juga disebut reaksi kimia, terjadi ketika satu atau lebih banyak zat diubah menjadi satu atau lebih zat

dengan komposisi dan property berbeda. Gambar 1.2B menunjukkan perubahan kimiawi (reaksi) yang terjadi ketika Anda melewatkan arus listrik melalui air: air terurai menjadi dua zat lain, hidrogen dan oksigen, gelembung itu ke dalam tabung. Komposisi diubah: sampel akhir bukan lagi air.

Perubahan kimia (zat berbeda sebelum dan sesudah)



Mari kita bekerja melalui contoh soal yang menggunakan skala atom untuk membedakan antara perubahan fisik dan kimia.



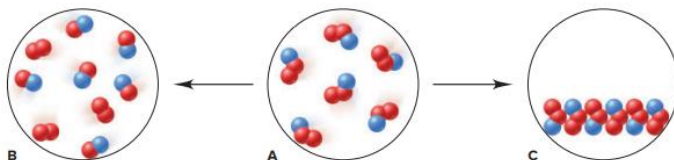
Gambar 1.2 Perbedaan antara perubahan fisik dan kimia.

Sumber: (A) © Paul Morrell / The Image Bank / Getty Images; (B) © McGraw-Hill Education / Stephen Frisch, fotografer

CONTOH MASALAH 1.1

Memvisualisasikan Perubahan pada Skala Atom

Masalah di bawah ini menunjukkan tampilan skala atom dari sampel materi, A, yang mengalami dua perubahan berbeda, dari kiri ke B dan kanan ke C:



Tentukan apakah setiap penggambaran di atas menunjukkan perubahan fisik atau kimiawi.

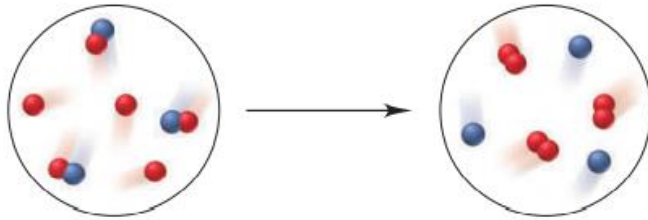
Rencana Mengingat penggambaran dua perubahan, kita harus menentukan apakah masing-masing mewakili perubahan fisik atau kimia. Jumlah dan warna bola-bola kecil yang menyusun setiap partikel menunjukkan "komposisinya". Sampel dengan partikel dari komposisi yang sama tetapi dalam susunan yang berbeda menggambarkan fisik berubah, sedangkan sampel partikel

dengan komposisi berbeda menggambarkan perubahan kimia.

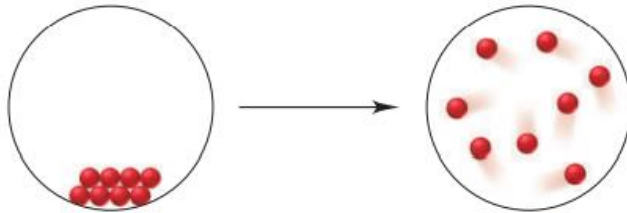
Dalam larutan A, setiap partikel terdiri dari satu bola biru dan dua bola merah. Partikel di A berubah menjadi dua jenis di B, satu terbuat dari bola merah dan biru dan yang lainnya terbuat dari dua bola merah; oleh karena itu, mereka telah mengalami perubahan kimiawi untuk membentuk partikel yang berbeda. Partikel-partikel di C sama dengan partikel di A, tetapi lebih berdekatan bentuk partikel yang berbeda. Partikel-partikel di C sama dengan partikel di A, tetapi lebih berdekatan dan tersusun dalam pola yang teratur; oleh karena itu, mereka telah mengalami perubahan fisik.

TINDAK LANJUT MASALAH

1.1A Apakah perubahan berikut ini bersifat kimiawi atau fisik?



1.1B Apakah perubahan berikut ini bersifat kimiawi atau fisik?



Tabel 1.1 mengilustrasikan beberapa sifat fisik dan kimia unik dari bahan umum tembaga.

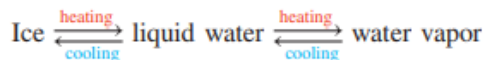
Suhu dan perubahan materi bergantung pada suhu dan tekanan lingkungan, banyak zat dapat berada di masing-masing dari tiga keadaan fisik dan mengalami perubahan keadaan juga. Misalnya, saat suhu meningkat, air padat/es

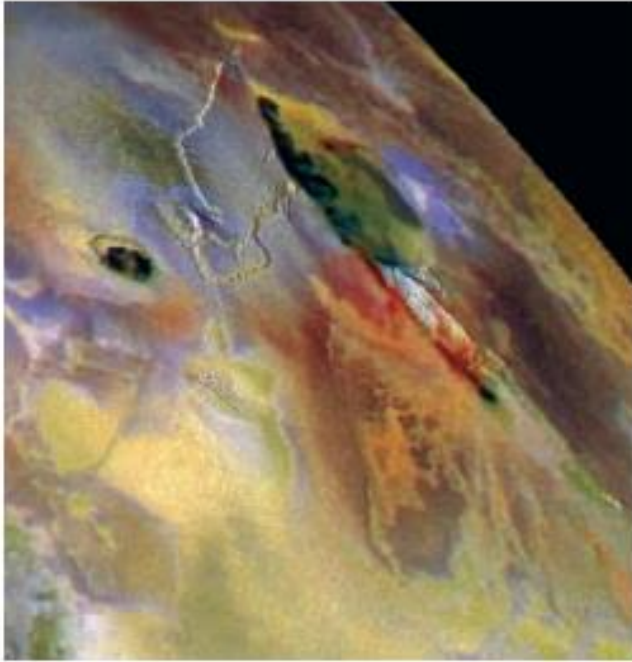
meleleh menjadi air dalam bentuk cairan, yang mendidih menjadi gas (juga disebut uap air).

Tabel 1.1 Beberapa Sifat Ciri Tembaga	
Properti fisik	Sifat Kimia
<p>Mudah dipalu menjadi lembaran (lunak) dan ditarik ke kabel (elastis)</p> 	<p>Perlahan membentuk a karbonat biru-hijau di udara lembab</p> 
<p>Bisa dilebur dan dicampur dengan seng untuk membentuk kuningan</p> 	<p>Bereaksi dengan asam nitrat atau sulfat</p> 
<p>Densitas = 8,95 g / cm³ Titik lebur = 1083 ° C Titik didih = 2570 ° C</p>	<p>Perlahan membentuk biru tua larutan dalam air amonia</p> 

Sumber: (tembaga) © Dgstudiodg / iStock / Getty Images, © McGraw-Hill Education / Stephen Frisch, fotografer; (kandil) © Willard / iStock / Getty Images; (tembaga karbonat, tembaga bereaksi dengan asam, tembaga dan amonia) © McGraw-Hill Education / Stephen Frisch, fotografer

Demikian pula, saat suhu turun, uap air mengembun menjadi air cair, dan dengan pendinginan lebih lanjut, cairan membeku menjadi es:





Banyak zat yang umum di Bumi terjadi dalam keadaan yang tidak biasa di dunia lain.

Sumber: NASA-JPL

Di pabrik baja, besi padat melebur menjadi besi cair dan kemudian didinginkan kembali menjadi padat. Dan, jauh

di luar laboratorium atau pabrik baja, danau belerang cair (padatan di bumi pada suhu kamar) terletak di bulan Jupiter yang dibatasi oleh hidrogen sulfida beku.

Intinya adalah perubahan fisik yang disebabkan oleh pemanasan umumnya dapat terjadi dibalik dengan pendinginan. Ini adalah tidak umumnya benar untuk perubahan kimiawi. Misalnya, memanaskan besi di udara lembab menyebabkan reaksi kimia yang menghasilkan zat coklat yang rapuh yang dikenal sebagai karat. Pendinginan tidak membalikkan perubahan ini; sebaliknya, diperlukan perubahan kimiawi lain (atau rangkaiannya).

Contoh soal berikut memberikan latihan dalam membedakan beberapa contoh umum dari perubahan fisik dan kimia.

CONTOH MASALAH 1.2

Membedakan Perubahan Fisik dan Kimia.

Masalah Putuskan apakah setiap proses berikut ini terutama merupakan perubahan fisik atau kimiawi, dan jelaskan secara singkat:

- (a) Embun beku terbentuk saat suhu turun pada malam musim dingin yang lembab.
- (b) Batang jagung tumbuh dari benih yang disiram dan dipupuk.
- (c) Korek api menyala membentuk abu dan campuran gas.
- (d) Keringat menguap saat Anda rileks setelah jogging.
- (e) Garpu perak perlahan ternoda di udara

Rencana Pertanyaan dasar yang kami ajukan untuk memutuskan apakah suatu perubahan bersifat kimiawi atau fisik adalah, "Apakah zat mengubah komposisi atau hanya mengubah bentuk?"

Solusi.

(a) Pembentukan es adalah perubahan fisik: penurunan suhu mengubah uap air (air berbentuk gas) di udara lembab menjadi kristal es (air padat).

(b) Penanaman benih melibatkan perubahan kimiawi: benih menggunakan air, zat dari udara, pupuk, tanah, dan energi dari sinar matahari untuk membuat perubahan komposisi yang kompleks.

(c) Pembakaran korek api adalah perubahan kimiawi: zat yang mudah terbakar di kepala korek api diubah menjadi zat lain. (d) Penguapan keringat adalah perubahan fisik: air dalam keringat berubah wujudnya, dari cair menjadi gas, tetapi tidak komposisinya.

(e) Pewarnaan adalah perubahan kimiawi: perak berubah menjadi perak sulfida dengan bereaksi dengan zat yang mengandung belerang di udara.

TINDAK LANJUT MASALAH

1.2A Putuskan apakah setiap proses berikut ini terutama merupakan perubahan fisik atau kimiawi, dan jelaskan secara singkat:

(a) Uap yodium ungu muncul saat yodium padat dihangatkan. (b) Asap bensin disulut oleh percikan di silinder mesin mobil. (c) Sebuah keropeng terbentuk di atas luka terbuka.

1.2B Putuskan apakah setiap proses berikut ini terutama merupakan perubahan fisik atau kimiawi, dan jelaskan secara singkat:

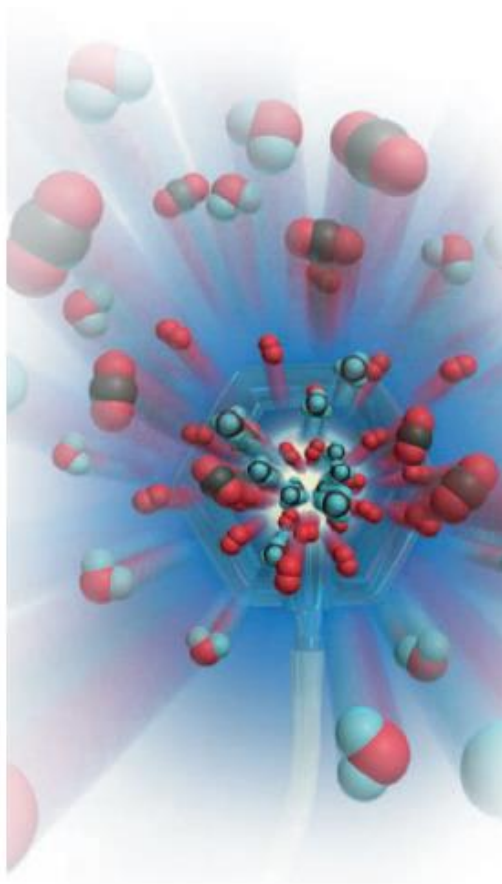
(a) Awan terbentuk di langit.

(b) Susu lama berubah menjadi asam.

(c) Mentega dilelehkan untuk digunakan pada popcorn

Tema Sentral dalam Kimia

Memahami sifat-sifat suatu zat dan perubahan yang dialaminya mengarah pada tema sentral dalam kimia: skala makroskopis sifat dan perilaku, yang bisa kita lihat, adalah hasil dari skala atom sifat dan perilaku yang tidak dapat kita lihat. Perbedaan antara perubahan kimiawi dan fisik ditentukan oleh komposisi, yang kami pelajari secara makroskopik. Tetapi komposisi pada akhirnya bergantung pada susunan zat pada skala atom. Demikian pula, sifat makroskopis zat di salah satu dari tiga keadaan muncul dari perilaku skala atom partikelnya. Membayangkan peristiwa kimia pada skala molekuler, bahkan yang umum terjadi seperti nyala api pembakar laboratorium, membantu menjelaskan apa yang sedang terjadi. Apa yang terjadi jika air mendidih atau tembaga meleleh? Peristiwa apa yang terjadi di dunia partikel kecil yang tak terlihat yang menyebabkan benih tumbuh, lampu neon berkilauan, atau paku berkarat? Di sepanjang teks, kami kembali ke gagasan utama ini.



Metana dan oksigen membentuk karbondioksida dan air dalam api pembakar lab. (Karbon berwarna hitam, merah oksigen, dan hidrogen biru.)

Pentingnya Energi dalam Studi Materi

Perubahan fisik dan kimiawi disertai dengan perubahan energi. Energi sering didefinisikan sebagai kemampuan untuk melakukan pekerjaan. Pada dasarnya, semua pekerjaan melibatkan memindahkan sesuatu. Pekerjaan dilakukan saat lengan Anda mengangkat buku, saat mesin mobil menggerakkan roda, atau saat batu yang jatuh menggerakkan tanah saat mendarat. Objek yang melakukan pekerjaan (lengan, mesin, batu) mentransfer sebagian energi yang dimilikinya ke objek tempat pekerjaan tersebut dilakukan (buku, roda, tanah).

Energi total yang dimiliki suatu benda adalah jumlah energi potensial dan energi kinetiknya.

- Energi potensial adalah energi karena posisi objek relatif terhadap objek lain.
- Energi kinetik adalah energi karena gerakan dari objek.

Mari kita periksa empat sistem yang menggambarkan hubungan antara dua bentuk energi ini: beban yang

diangkat di atas tanah, dua bola yang dipasang oleh pegas, dua partikel bermuatan listrik, dan bahan bakar dan produk limbahnya. Dua konsep utama dari semua kasus ini adalah

1. Ketika energi diubah dari satu bentuk ke bentuk lainnya, ia kekal, tidak hancur.
2. Situasi dengan energi yang lebih rendah lebih stabil dan lebih disukai daripada situasi dengan energi yang lebih tinggi, yang kurang stabil.

Empat kasus tersebut adalah

1. Beban yang diangkat di atas tanah (Gambar 1.3A). Energi yang Anda gunakan untuk mengangkat beban melawan gravitasi meningkatkan energi potensial beban (energi karena posisinya). Saat Anda menurunkan beban, energi potensial tambahan tersebut diubah menjadi energi kinetik (energi karena gerakan). Situasi dengan beban yang dinaikkan dan energi potensial yang lebih tinggi adalah kurang stabil, sehingga berat badan

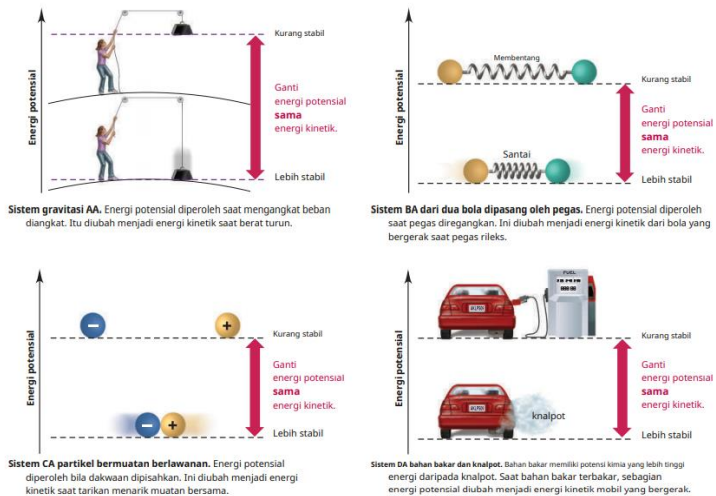
akan turun saat dilepaskan, mengakibatkan situasi yang lebih rendah dalam energi potensial dan lebih stabil.

2. Dua bola dipasang oleh pegas (Gambar 1.3B). Saat Anda menarik bola terpisah, energi yang Anda gunakan untuk meregangkan pegas yang rileks akan meningkatkan energi potensial sistem. Perubahan energi potensial ini diubah menjadi energi kinetik saat Anda melepaskan bola. Sistem bola dan pegas kurang stabil (memiliki lebih banyak energi potensial) saat pegas diregangkan daripada saat rileks.
3. Dua partikel bermuatan listrik (Gambar 1.3C). Karena interaksi yang dikenal sebagai gaya elektrostatik, muatan berlawanan menarik satu sama lain, dan muatan sejenis saling tolak menolak. Ketika energi digunakan untuk memindahkan partikel positif dari negatif pertama, energi potensial sistem meningkat, dan kenaikan itu diubah menjadi energi kinetik ketika

partikel-partikel ditarik bersama oleh tarikan elektrostatis. Demikian pula, ketika energi digunakan untuk memindahkan dua partikel positif (atau dua negatif) bersama-sama, energi potensial mereka meningkat dan berubah menjadi energi kinetik ketika didorong oleh tolakan elektrostatis. Partikel bermuatan bergerak secara alami ke situasi yang lebih stabil (energi lebih rendah).

4. Bahan bakar dan produk limbahnya (Gambar 1.3D). Materi terdiri dari positif dan partikel bermuatan negatif. Energi potensial kimiawi suatu zat dihasilkan dari posisi relatif partikelnya serta gaya tarik dan tolakannya mereka. Beberapa zat memiliki energi potensial lebih tinggi daripada yang lain. Misalnya, bensin dan oksigen memiliki lebih banyak energi potensial kimia daripada gas buang yang mereka bentuk. Perbedaan ini diubah menjadi energi kinetik, yang menggerakkan mobil, menghangatkan interior, membuat lampu

bersinar, dan sebagainya. Demikian pula, perbedaan energi potensial antara makanan dan udara yang kita hirup dan limbah yang kita keluarkan memungkinkan kita untuk bergerak, tumbuh, menghangatkan diri, mempelajari kimia, dan sebagainya.



Gambar 1.3 Energi potensial diubah menjadi energi kinetik. Garis horizontal putus-putus menunjukkan energi potensial dari setiap sistem sebelum dan sesudah perubahan.

Ringkasan Bagian 1.1

- › Ahli kimia mempelajari komposisi dan sifat materi dan bagaimana mereka berubah
- › Materi ada dalam tiga keadaan fisik — padat, cair, dan gas. Perilaku masing-masing keadaan disebabkan oleh pengaturan partikel.
- › Setiap zat memiliki satu set yang unik fisik properti (atribut dari zat itu sendiri) dan bahan kimia properti (atribut zat saat berinteraksi dengan atau berubah menjadi zat lain). Perubahan materi bisa jadifisik (bentuk yang berbeda dari zat yang sama) atau bahan kimia (substansi yang berbeda)
- › Perubahan fisik yang disebabkan oleh pemanasan dapat dibalik dengan pendinginan. Tetapi perubahan kimiawi yang disebabkan oleh pemanasan hanya dapat dibalik dengan perubahan kimiawi lainnya
- › Perubahan makroskopis terjadi akibat perubahan submikroskopis.
- › Perubahan materi disertai dengan perubahan energi

- › Energi potensial suatu benda ditentukan oleh posisinya; energi kinetik suatu benda disebabkan oleh gerakannya. Energi yang digunakan untuk mengangkat beban, meregangkan pegas, atau memisahkan muatan berlawanan meningkatkan energi potensial sistem, yang diubah menjadi energi kinetik saat sistem kembali ke kondisi aslinya. Energi berubah bentuk tetapi kekal.
- › Energi potensial kimia muncul dari posisi dan interaksi partikel suatu zat. Ketika zat berenergi lebih tinggi (kurang stabil) diubah menjadi zat yang lebih stabil (energi lebih rendah), sebagian energi potensial diubah menjadi energi kinetik

1.2 PENDEKATAN ILMIAH: MENGEMBANGKAN MODEL

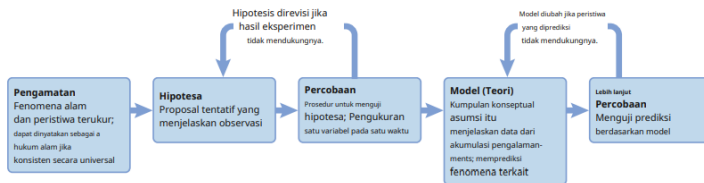
Nenek moyang prasejarah kita selamat coba-coba, secara bertahap mempelajari jenis batu mana yang cukup sulit digunakan untuk membentuk jenis lainnya, tumbuhan mana yang dapat dimakan dan mana yang beracun, dan lain sebagainya. Tidak seperti mereka, kami

menggunakan teori kuantitatif kimia untuk memahami materi, memanfaatkannya dengan lebih baik, dan membuat yang baru.

Untuk memahami alam, para ilmuwan menggunakan pendekatan yang disebut metode ilmiah. Ini bukan daftar periksa bertahap, melainkan proses yang melibatkan proposal dan tes kreatif yang ditujukan pada penemuan yang obyektif dan dapat diverifikasi. Tidak ada prosedur tunggal, dan keberuntungan sering kali memainkan peran kunci dalam penemuan. Secara umum, pendekatan ilmiah mencakup bagian-bagian berikut (Gambar 1.4).

- **Pengamatan.** Inilah fakta-fakta yang harus dijelaskan oleh ide-ide kami. Pengamatan yang paling berguna bersifat kuantitatif karena dapat dianalisis untuk mengungkapnya. Potongan informasi kuantitatif adalah data. Ketika pengamatan yang sama dilakukan oleh banyak peneliti dalam banyak situasi tanpa pengecualian yang jelas, itu diringkas, seringkali dalam

matematika stilah, sebagai hukum alam. Misalnya, pengamatan bahwa massa tetap konstan selama perubahan kimiawi dikenal sebagai hukum kekekalan massa.



Gambar 1.4 Pendekatan ilmiah untuk memahami alam. Hipotesis dan model adalah gambaran mental yang direvisi untuk mencocokkan observasi dan hasil eksperimen, *tidak* sebaliknya.

- **Hipotesis.** Entah berasal dari observasi atau dari "percikan intuisi", hipotesis adalah proposal yang dibuat untuk menjelaskan observasi. Hipotesis yang kuat tidak harus benar, tetapi harus benardapat diuji dengan eksperimen. Memang, hipotesis sering menjadi alasan untuk melakukan percobaan: jika hasilnya tidak mendukung, hipotesis harus direvisi atau dibuang. Hipotesis bisa diubah, tetapi hasil eksperimen tidak bisa.

- **Percobaan.** Serangkaian langkah prosedural yang menguji hipotesis, eksperimen sering kali mengarah ke hipotesis yang direvisi, dan eksperimen baru untuk mengujinya. Eksperimen biasanya berisi setidaknya duavariabel, jumlah yang dapat memiliki lebih dari satu nilai. Eksperimen yang dirancang dengan baik adalah dikendalikan dalam hal ini mengukur pengaruh satu variabel pada variabel lain sambil menjaga semua variabel lain konstan. Hasil percobaan harus direproduksi oleh orang lain. Baik keterampilan dan kreativitas berperan dalam desain eksperimental.

- **Model.** Merumuskan model konseptual, atau teori, berdasarkan percobaan tes itu hipotesis tentang observasi membedakan pemikiran ilmiah dari spekulasi. Saat hipotesis direvisi sesuai

dengan hasil eksperimen, model muncul untuk menjelaskan bagaimana fenomena terjadi. Model adalah adisederhanakan, bukan representasi yang tepat dari beberapa aspek alam yang kita gunakan meramalkan fenomena terkait. Eksperimen yang sedang berlangsung menyempurnakan model untuk memperhitungkan fakta-fakta baru.

Penjelasan tentang pembakaran, proses pembakaran bahan di udara, oleh kimiawan muda Perancis Antoine Lavoisier (1743–1794) mendemonstrasikan metode berpikir ilmiah. Di akhir 17th abad, observasi pembakaran menyebabkan hipotesa oleh banyak ilmuwan yang disebut hilangnya zat tak terdeteksi flogiston.dll terjadi selama pembakaran. Eksperimen menunjukkan bahwa udara diperlukan untuk pembakaran dan bahwa logam memperoleh massa selama pembakaran menyebabkan Lavoisier mengusulkan yang baru hipotesa, yang dia uji berulang kali dengan kuantitatif percobaan.

Akumulasi bukti mendukung perkembangannya model (teori) pembakaran itu melibatkan kombinasi dengan komponen udara (oksigen). Banyak sekaliprediksi berdasarkan teori ini telah mendukung validitasnya, dan Lavoisier sendiri memperluas teori tersebut untuk menjelaskan respirasi dan metabolisme hewan.

› **Ringkasan Bagian 1.2**

- › Metode ilmiah adalah proses yang dirancang untuk menjelaskan dan memprediksi fenomena.
- › Pengamatan mengarah pada hipotesis tentang bagaimana suatu fenomena terjadi. Jika diulangi tanpa pengecualian, observasi dapat dinyatakan sebagai hukum alam.
- › Hipotesis diuji dengan eksperimen terkontrol dan direvisi bila perlu.
- › Jika data yang dapat direproduksi mendukung hipotesis, model (teori) dapat dikembangkan untuk menjelaskan fenomena yang diamati. Model yang

baik memprediksi fenomena terkait tetapi harus disempurnakan setiap kali muncul data yang bertentangan.

1.3 PENGUKURAN DAN PEMECAHAN MASALAH KIMIA

Pengukuran memiliki sejarah yang kaya yang ditandai dengan pencarian standar yang tepat dan tidak berubah-ubah. Pengukuran untuk tujuan perdagangan, bangunan, dan survei dimulai ribuan tahun yang lalu, tetapi untuk sebagian besar waktu itu, itu didasarkan pada standar yang dapat bervariasi: satu yard adalah jarak dari hidung raja ke ujung lengannya yang terulur, dan satu acre adalah area yang digarap dalam satu hari oleh seorang pria dengan sepasang lembu. Sistem pengukuran kami saat ini dimulai pada 1790 di Prancis, ketika sebuah komite, di mana Lavoisier adalah anggotanya, mengembangkan sistem metrik. Kemudian, pada tahun 1960, komite lain di Prancis

merevisi sistem metrik dan menetapkan sistem metrik yang diterima secara universal Satuan SI.

Fitur Umum Satuan SI

Sistem SI didasarkan pada tujuh unit dasar, atau unit dasar, masing-masing diidentifikasi dengan kuantitas fisik (Tabel 1.2). Semua unit lainnya adalah unit turunan, kombinasi dari tujuh unit dasar. Misalnya, satuan turunan untuk kecepatan, meter per sekon (m/s), adalah satuan dasar untuk panjang (m) dibagi dengan satuan dasar waktu.

Untuk besaran yang jauh lebih kecil atau lebih besar dari satuan dasarnya, kami menggunakan prefiks desimal dan notasi eksponensial (ilmiah) (Tabel 1.3). Misalnya, awalan kilo- (disimbolkan dengan k) menunjukkan bahwa unit tersebut seribu kali lebih besar dari unit dasar, dan prefiks mili- (m) menunjukkan bahwa unit tersebut seperseribu ukuran unit dasar.

$$1 \text{ kilodetik (1 ks)} = 1000 \text{ detik} = 1 \times 10^3 \text{ detik}$$

1 milidetik (1 ms) = 0,001 detik = 1×10^{-3} detik

Tabel 1.2 Satuan Dasar SI		
Kuantitas Fisik (Dimensi)	Nama unit	Satuan Singkatan
Massa	kilogram	kg
Panjangnya	meter	m
Waktu	kedua	s
Suhu	kelvin	K
Jumlah zat	zahi lalat	mol
Arus listrik	amper	SEBUAH
Intensitas cahaya	candela	CD

Tabel 1.3 Awalan Desimal Umum Digunakan dengan Satuan SI *				
Awalan*	Simbol	Notasi Konvensional	Eksponensial Notasi	Contoh [menggunakan gram (g) † atau meter (m) ††]
tera	(T)	1.000.000.000.000	1×10^{12}	1 teragram (Tg) = 1×10^{12} g 1
giga	(G)	1.000.000.000	1×10^9	gigagram (Gg) = 1×10^9 g 1
mega	(M)	1.000.000	1×10^6	megagram (Mg) = 1×10^6 g 1
kilo	(k)	1000	1×10^3	kilogram (kg) = 1×10^3 g 1
hekto	(h)	100	1×10^2	hektogram (hg) = 1×10^2 g 1
deka	(da)	10	1×10^1	dekagram (dag) = 1×10^1 g
-	-	1	1×10^0	
deci	(d)	0,1	1×10^{-1}	1 desimeter (dm) = 1×10^{-1} m 1
centi	(c)	0,01	1×10^{-2}	sentimeter (cm) = 1×10^{-2} m 1
mili	(m)	0,001	1×10^{-3}	milimeter (mm) = 1×10^{-3} m 1
mikro	(μ)	0,000001	1×10^{-6}	mikrometer (μm) = 1×10^{-6} m 1
nano	(n)	0,0000000001	1×10^{-9}	nanometer (nm) = 1×10^{-9} m 1
pico	(p)	0,0000000000001	1×10^{-12}	pikometer (pm) = 1×10^{-12} m 1
femto	(f)	0,000000000000001	1×10^{-15}	femtometer (fm) = 1×10^{-15} m

* Awalan yang paling sering digunakan oleh ahli kimia ditampilkan dalam huruf

†† Meteran adalah satuan panjang.

Perhatikan bahwa pernyataan ekuivalen matematis dari hubungan kedua adalah

$$1000 \text{ milidetik (ms)} = 1 \text{ detik}$$

Karena prefiks didasarkan pada pangkat 10, satuan SI lebih mudah digunakan dalam perhitungan daripada satuan Inggris.

Beberapa Satuan SI Penting dalam Kimia

Dalam bab ini, kita membahas satuan panjang, volume, massa, waktu, massa jenis, dan suhu; unit lain disajikan di bab-bab selanjutnya. Tabel 1.4 menunjukkan beberapa besaran SI untuk panjang, volume, dan massa, bersama dengan persamaan sistem Inggrisnya.

Panjang. Satuan dasar SI untuk panjang adalah meteran (m). Dalam sistem metrik, ini awalnya didefinisikan sebagai $1 / 10.000.000$ jarak dari ekuator ke Kutub Utara, dan kemudian sebagai jarak antara dua garis halus yang diukir pada batang logam tahan korosi. Baru-baru ini, standar pertama yang tepat dan

tidak berubah diadopsi: 1.650.763,73 panjang gelombang cahaya oranye-merah dari atom kripton yang tereksitasi secara listrik. Standar saat ini tepat dan tidak berubah: 1 meter adalah jarak perjalanan cahaya dalam ruang hampa dalam $1/299.792.458$ detik.

Satu meter sedikit lebih panjang dari satu yard ($1 \text{ m} = 1.094 \text{ yd}$); satu sentimeter (10^{-2} m) adalah sekitar dua per lima inci ($1 \text{ cm} = 0,3937 \text{ inci}$; $1 \text{ inci} = 2,54 \text{ cm}$). Sel biologis sering diukur dalam mikrometer ($1 \mu\text{m} = 10^{-6} \text{ m}$). Pada skala atom, nanometer (10^{-9} m) dan pikometer (10^{-12} m) digunakan. Banyak protein memiliki diameter sekitar 2 nm; diameter atom sekitar 200 pm (0,2 nm). Unit lama yang masih digunakan adalah angstrom ($1\text{\AA} = 10^{-10} \text{ m} = 0,1 \text{ nm} = 100 \text{ pm}$).

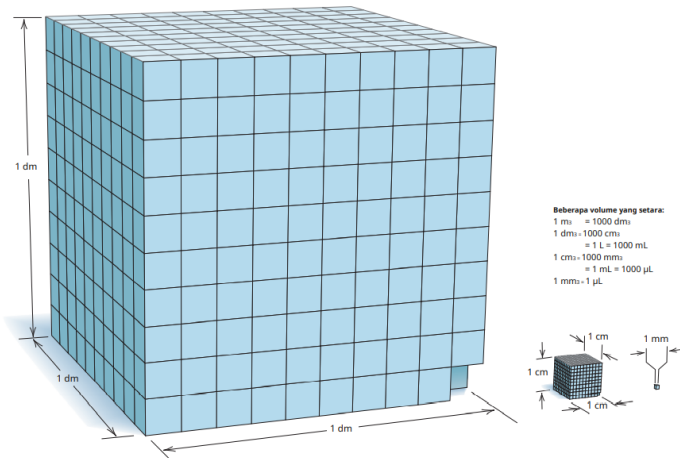
Volume. Dalam kimia, signifikansi panjang muncul ketika sampel materi diukur dalam tiga dimensi, yang memberikannya volume (V), jumlah ruang yang ditempati. Satuan SI untuk volume adalah meter kubik

(m³). Karena volume beberapa benda dapat dihitung menggunakan hubungan panjang × lebar × tinggi, satuan panjang kubik (meter × meter × meter = m³) adalah satuan volume. Dalam kimia, kita sering menggunakan satuan non-SI, yaituliter (L) dan mililiter (mL) (perhatikan huruf besar L), untuk mengukur volume. Dokter dan praktisi medis lainnya mengukur cairan tubuh dalam desimeter kubik (dm³), yang setara dengan liter.

$$1 \text{ L} = 1 \text{ dm}^3 = 10^{-3} \text{ m}^3$$

Dan 1 mL, atau 1/1000 dari satu liter, sama dengan 1 sentimeter kubik (cm³): 1 mL = 1 cm³ = 10⁻³ dm³ = 10⁻³ L = 10⁻⁶ m³.

Tabel 1.4 Besaran SI - Bahasa Inggris Ekuivalen				
Kuantitas	Satuan SI	Setara SI	Setara Bahasa Inggris	Setara Bahasa Inggris ke SI
Panjangnya	1 kilometer (km)	1000 (10 ³) meter	0,6214 mil (mil)	1 mil = 1,609 km
	1 meter (m)	(10 ²) sentimeter 1000	1,094 yard (yd)	1 yard = 0,9144 m
	1 meter (m)	milimeter (mm)	39,37 inci (in)	1 kaki (kaki) = 0,3048 m
	1 sentimeter (cm)	0,01 (10 ⁻²) meter	0,3937 inci	1 inci = 2,54 cm (persis)
Volume	1 meter kubik (m ³)	1.000.000 (10 ⁶) sentimeter kubik	35,31 kaki kubik (ft ³)	1 kaki kubik = 0,02832 m ³
	1 kubik desimeter (dm ³)	1000 sentimeter kubik	0,2642 galon (gal)	1 galon = 3,785 dm ³
	1 kubik desimeter (dm ³)	1000 sentimeter kubik	1,057 liter (qt)	1 liter = 0,9464 dm ³
	1 sentimeter kubik (cm ³)	0,001 dm ³	0,03381 ons cairan	1 liter = 946,4 cm ³ 1 ons cairan = 29,57 cm ³
Massa	1 kilogram (kg)	1000 gram (g)	2,205 pound (lb)	1 pon = 0,4536 kg



Gambar 1.5 Beberapa hubungan volume dalam SI: Dari kubik decimeter (dm³) menjadi sentimeter kubik (cm³) ke kubik milimeter (mm³).

Satu liter sedikit lebih besar dari satu quart (qt) (1 L = 1.057 qt; 1 qt = 946,4 mL); 1 cairan ons (1/32 dari satu liter) sama dengan 29,57 mL (29,57 cm³).

Gambar 1.5 adalah gambaran dari dua penurunan volume 1000 kali lipat dari 1 dm³ sampai 1 cm³ dan kemudian menjadi 1 mm³. Tapi 1-m³ kubus akan menjadi sedikit lebih panjang dari ukuran.

Gambar 1.6A menunjukkan beberapa peralatan gelas laboratorium untuk bekerja dengan volume. Labu dan gelas kimia Erlenmeyer digunakan untuk menampung

cairan. Silinder, pipet, dan buret bertingkat digunakan untuk mengukur dan mentransfernya. Labu dan pipet volumetrik memiliki volume tetap yang ditandai dengan tanda di leher. Larutan disiapkan secara kuantitatif dalam labu ukur, dan jumlah tertentu dimasukkan ke dalam silinder, pipet, atau buret untuk dipindahkan ke gelas kimia atau labu untuk langkah selanjutnya. Pada Gambar 1.6B, pipet otomatis mentransfer cairan secara akurat dan segera.

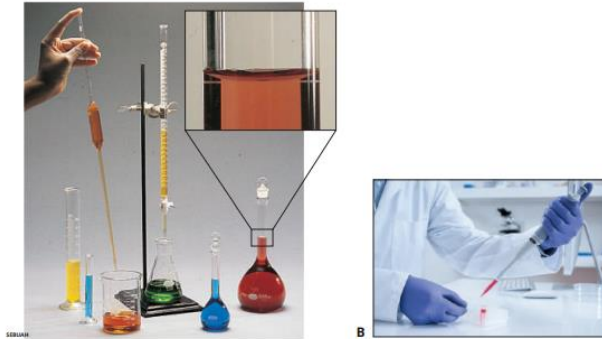
Massa. Jumlah materi yang dikandung suatu benda adalah miliknya massa. Satuan SI massa adalah kilogram (kg), satu-satunya unit dasar yang namanya memiliki awalan.

Istilahnya massa dan bobot memiliki arti yang berbeda:

- Massa konstan karena kuantitas materi suatu objek tidak dapat berubah.

- Bobot adalah variabel karena bergantung pada medan gravitasi lokal yang bekerja pada benda tersebut.

Karena kekuatan medan gravitasi bervariasi dengan ketinggian, Anda (dan benda lain) berbobot sedikit lebih sedikit di gunung yang tinggi daripada di permukaan laut.



Gambar 1.6 Peralatan gelas volumetrik laboratorium umum. **SEBUAH**, Dari kiri ke kanan ada dua silinder ukur, satu pipet dikosongkan ke dalam gelas kimia, satu buret yang mengalirkan cairan ke labu Erlenmeyer, dan dua labu ukur. **Sisipan**, Jika kontak dengan leher kaca labu, cairan membentuk meniskus cekung (permukaan melengkung). **B**, Pipet otomatis mengiriskan sejumlah cairan ke setiap tabung reaksi.

Sumber: (A) © McGraw-Hill Education / Stephen Frisch, fotografer; (B) © 18percentgrey / 123RF

Apakah ini berarti bahwa sampel yang ditimbang pada timbangan laboratorium di Miami (permukaan laut) dan di Denver (sekitar 1,7 km di atas permukaan laut) memberikan hasil yang berbeda? Tidak, karena

timbangan ini mengukur massa, bukan berat. (Kami sebenarnya "massa" suatu benda ketika kami menimbanginya pada timbangan, tapi kami tidak menggunakan istilah itu.) Neraca mekanis membandingkan massa benda dengan massa yang dibangun ke dalam keseimbangan, sehingga medan gravitasi lokal menariknya secara seimbang. Timbangan elektronik (analitik) menghasilkan medan listrik yang melawan medan lokal, dan arus yang diperlukan untuk mengembalikan pan ke nol diubah ke massa yang setara dan ditampilkan.

Gambar 1.7 menunjukkan kisaran dari beberapa panjang, volume, dan massa yang umum.

Waktu. Satuan dasar SI untuk waktu adalah detik, yang sekarang didasarkan pada standar atom. Jam pendulum terbaik akurat dalam waktu 3 detik per tahun, dan jam kuarsa terbaik 1000 kali lebih akurat. Versi terbaru dari jam atom lebih dari 6000 kali lebih akurat dari itu — dalam 1 detik dalam 20 juta tahun.

Alih-alih osilasi pendulum, jam atom mengukur osilasi radiasi gelombang mikro yang diserap oleh atom gas cesium yang didinginkan hingga sekitar 10^{-6} K: 1 detik didefinisikan sebagai 9.192.631.770 osilasi ini. Kimiawan sekarang menggunakan laser untuk mengukur kecepatan reaksi yang sangat cepat yang terjadi dalam beberapa pikodetik (10^{-12} s) atau femtoseconds (10^{-15} s).

Satuan dan Faktor Konversi dalam Perhitungan

Semua besaran yang diukur terdiri dari sebuah angka dan unit: tinggi seseorang adalah "5 kaki, 10 inci", bukan "5, 10." Rasio kuantitas memiliki rasio unit, seperti mil / jam. Untuk meminimalkan kesalahan, biasakansertakan unit dalam semua penghitungan, Operasi aritmatika yang digunakan dengan kuantitas sama dengan yang digunakan dengan angka murni; itu adalah, unit dapat dikalikan, dibagi, dan dibatalkan.

· Karpet berukuran 3 kaki kali 4 kaki (kaki) memiliki luas

$$\text{Luas} = 3 \text{ kaki} \times 4 \text{ kaki} = (3 \times 4) (\text{kaki} \times \text{kaki}) = 12 \text{ kaki}^2$$

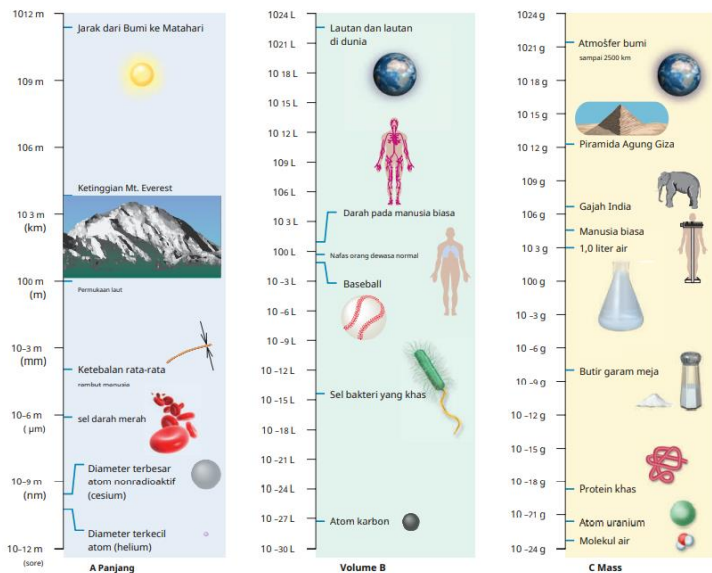
· Sebuah mobil yang menempuh jarak 350 mil (mil) dalam 7 jam (h) memiliki kecepatan.

· A car traveling 350 miles (mi) in 7 hours (h) has a speed of

$$\text{Speed} = \frac{350 \text{ mi}}{7 \text{ h}} = \frac{50 \text{ mi}}{1 \text{ h}} \text{ (often written } 50 \text{ mi}\cdot\text{h}^{-1}\text{)}$$

Dalam 3 jam, mobil menempuh jarak

$$\text{Distance} = 3 \text{ h} \times \frac{50 \text{ mi}}{1 \text{ h}} = 150 \text{ mi}$$



Gambar 1.7 Beberapa besaran yang menarik untuk panjang (A), volume (B), dan massa (C). Skala vertikal bersifat eksponensial.

Membangun Faktor Konversi. Faktor konversi adalah rasio yang digunakan untuk menyatakan kuantitas dalam unit yang berbeda. Misalkan kita ingin mengetahui jarak tempuh perjalanan dengan mobil sejauh 150 mil itu dalam satuan kaki. Untuk mengubah mil menjadi kaki, kami menggunakan jumlah yang setara.

$$1 \text{ mil} = 5.280 \text{ kaki}$$

dari situ kita dapat membuat dua faktor konversi. Membagi kedua sisi dengan 5.280 kaki menghasilkan satu faktor konversi (ditampilkan dengan warna biru):

$$\frac{1 \text{ mil}}{5280 \text{ kaki}} = \frac{5280 \text{ kaki}}{5280 \text{ kaki}} = 1$$

Dan, membagi kedua sisi dengan 1 mil menghasilkan faktor konversi lainnya (kebalikan):

$$\frac{1 \text{ mil}}{1 \text{ mil}} = \frac{5280 \text{ kaki}}{1 \text{ mil}} = 1$$

Karena pembilang dan penyebut faktor konversi sama, mengalikan besaran dengan faktor konversi sama dengan mengalikan dengan 1. Jadi, meskipun

jumlah dan unit berubah, ukuran kuantitas tetap sama.

Untuk mengubah jarak dari mil ke kaki, kita memilih faktor konversi dengan mil di penyebutnya, karena itu membatalkan mil dan memberikan jawabannya dalam kaki:

$$\text{Tinggi (mi)} = 3212 \underset{\text{ft}}{\text{kaki}} \times \frac{1 \text{ mil}}{5280 \text{ kaki}} = 0,6083 \text{ mil}$$

ft ⇒ mi

Memilih Faktor Konversi yang Benar Lebih mudah untuk mengonversi jika Anda terlebih dahulu memutuskan apakah jawaban yang dinyatakan dalam satuan baru harus memiliki angka yang lebih besar atau lebih kecil. Dalam kasus sebelumnya, kita tahu bahwa kaki adalah lebih kecil dari satu mil, jadi jarak dalam kaki harus memiliki a lebih besar jumlah (792.000) daripada jarak dalam mil (150). Faktor konversi memiliki bilangan yang lebih besar (5280) pada pembilangnya, sehingga memberikan bilangan yang lebih besar pada jawabannya.

Yang terpenting, file faktor konversi yang Anda pilih harus membatalkan semua unit kecuali yang Anda inginkan dalam jawaban. Oleh karena itu, setel unit yang Anda konversi dari (unit awal) di posisi berlawanan dalam faktor konversi (pembilang atau penyebut) sehingga membatalkan dan Anda tersisa dengan unit yang Anda konversi ke (unit terakhir).

$$\text{unit awal} \times \frac{\text{unit terakhir}}{\text{unit awal}} = \text{unit terakhir} \quad \text{seperti dalam} \quad \text{mi} \times \frac{\text{ft}}{\text{mi}} = \text{kaki}$$

Atau, dalam kasus yang melibatkan unit yang dinaikkan ke suatu kekuasaan:

$$(\text{unit awal} \times \text{unit awal}) \times \frac{\text{unit terakhir}_2}{\text{unit awal}_2} = \text{unit terakhir}_2 \quad \text{seperti dalam} \quad (\text{kaki} \times \text{kaki}) \times \frac{\text{mi}_2}{\text{ft}_2} = \text{mi}_2$$

Atau, dalam kasus yang melibatkan rasio unit:

$$\frac{\text{unit awal}}{\text{unit terakhir}_1} \times \frac{\text{unit terakhir}_2}{\text{unit awal}} = \frac{\text{unit terakhir}_2}{\text{unit terakhir}_1} \quad \text{seperti dalam} \quad \frac{\text{mi}}{\text{h}} \times \frac{\text{ft}}{\text{mi}} = \frac{\text{ft}}{\text{h}}$$

Konversi Antar Sistem Satuan Kami menggunakan prosedur yang sama berani untuk mengkonversi antara satu sistem unit dan sistem lainnya, misalnya, antara sistem unit Inggris (atau Amerika) dan Sistem Internasional. Misalkan kita mengetahui bahwa ketinggian Angel Falls di Venezuela (tertinggi di dunia)

Pendekatan Sistematis untuk Memecahkan Masalah Kimia

Pendekatan yang digunakan dalam buku ini untuk memecahkan masalah menekankan pada penalaran, bukan mengingat, dan didasarkan pada ide sederhana: merencanakan cara menyelesaikan masalah sebelum Anda mencoba menyelesaikannya, lalu memeriksa jawaban Anda, dan berlatih dengan masalah tindak lanjut yang serupa. Secara umum contoh soal terdiri dari beberapa bagian.

1. **Masalah.** Bagian ini menyatakan semua informasi yang Anda butuhkan untuk memecahkan masalah, biasanya dibingkai dalam konteks yang menarik.
2. **Rencana.** Bagian ini membantu Anda berpikir tentang solusinya sebelum menyulap angka dan menekan tombol kalkulator. Seringkali ada lebih dari satu cara untuk memecahkan masalah, dan rencana yang diberikan adalah satu kemungkinan. Rencananya akan

- Klarifikasi yang diketahui dan tidak diketahui: informasi apa yang Anda miliki, dan apa yang ingin Anda temukan?
 - Sarankan langkah-langkah dari diketahui hingga tidak diketahui: ide, konversi, atau persamaan apa yang dibutuhkan?
 - Sajikan peta jalan (terutama di bab-bab awal), diagram alir rencana. Peta jalan memiliki kotak untuk setiap hasil antara dan panah yang menunjukkan langkah (faktor konversi atau operasi) yang digunakan untuk sampai ke kotak berikutnya.
3. **Solusi.** Bagian ini menunjukkan langkah-langkah perhitungan dengan urutan yang sama seperti di rencana (dan peta jalan).
 4. **Memeriksa.** Bagian ini membantu Anda memeriksa apakah jawaban akhir Anda masuk akal: Apakah satuannya benar? Apakah perubahan terjadi sesuai arah yang diharapkan? Apakah

secara kimiawi itu masuk akal? Untuk menghindari kesalahan matematika yang besar, kita juga sering melakukan perhitungan kasar dan melihat apakah kita mendapatkan jawaban “in the same ballpark” dengan hasil sebenarnya. Berikut adalah penghitungan “kasar” yang khas dari kehidupan sehari-hari. Anda berada di toko pakaian dan membeli tiga kemeja masing-masing seharga \$ 14,97. Dengan pajak penjualan 5%, tagihan menjadi \$ 47,16. Dalam benak Anda, Anda tahu bahwa \$ 14,97 adalah sekitar \$ 15, dan 3 kali \$ 15 adalah \$ 45; dengan pajak penjualan, biayanya harus sedikit lebih. Jadi, perhitungan mental cepat dengan rata-rata yang sama dengan biaya sebenarnya.

5. **Komentar.** Bagian ini kadang-kadang muncul untuk memberikan aplikasi, pendekatan alternatif, kesalahan umum yang harus dihindari, atau gambaran umum.

6. **Masalah Tindak Lanjut.** Bagian ini menyajikan masalah serupa yang mengharuskan Anda menerapkan konsep dan / atau metode yang digunakan dalam menyelesaikan contoh masalah.
7. **Beberapa Masalah Serupa.** Bagian ini mendaftar beberapa masalah lagi untuk latihan.

CONTOH MASALAH 1.3

Mengubah Satuan Panjang.

Masalah Untuk menyambungkan peralatan stereo Anda, Anda membutuhkan kabel pengeras suara 325 sentimeter (cm) yang dijual seharga \$ 0,15 / kaki. Berapa biaya kabelnya?

Rencana Kita tahu panjang kawat dalam sentimeter (325 cm) dan harga dalam dolar per kaki (\$ 0,15 / kaki). Kita dapat menemukan biaya kawat yang tidak diketahui

dengan mengubah panjangnya dari sentimeter ke inci (in) dan dari inci ke kaki. Harganya memberi kita jumlah yang setara ($1 \text{ kaki} = \$ 0,15$) yang memungkinkan kita mengonversi dari kaki kawat ke biaya dalam dolar. Peta jalan dimulai dengan ukuran 325 cm yang diketahui dan bergerak melalui langkah-langkah perhitungan ke yang tidak diketahui.

Solusi. Mengonversi panjang yang diketahui dari sentimeter ke inci: jumlah yang setara di samping panah peta jalan diperlukan untuk menyusun faktor konversi. $2,54 \text{ cm} = 1 \text{ inci}$ Kami memilih $1 \text{ in} / 2.54 \text{ cm}$, daripada kebalikannya, karena memberikan jawaban dalam inci:

Panjang (dalam) = panjang (cm) × faktor konversi

$$= 325 \text{ cm} \times \frac{1 \text{ inci}}{2,54 \text{ cm}} = 128 \text{ inci}$$

Mengubah panjang dari inci menjadi kaki:

Panjang (kaki) = panjang (dalam) × faktor konversi

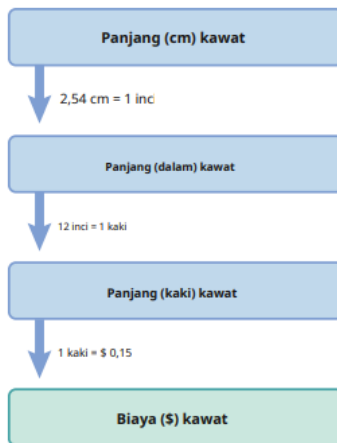
$$= 128 \text{ inci} \times \frac{1 \text{ kaki}}{12 \text{ inci}} = 10,7 \text{ kaki}$$

Mengubah panjang kaki menjadi biaya dalam dolar:

Biaya (\$) = panjang (kaki) × faktor konversi

$$= 10,7 \text{ kaki} \times \frac{\$ 0,15}{1 \text{ kaki}} = \$ 1,60$$

Peta jalan



Memeriksa Satuannya benar untuk setiap langkah. Faktor konversi masuk akal dalam hal ukuran unit relatif: jumlah inci adalah lebih kecil dari jumlah sentimeter (satu

inci adalah lebih besar dari satu sentimeter), dan jumlah kaki adalah lebih kecil daripada jumlah inci. Total biaya tampaknya masuk akal: kabel yang sedikit lebih dari 10 kaki dengan harga \$ 0,15 / kaki seharusnya berharga sedikit lebih dari \$ 1,50.

Komentar

1. Kita juga bisa merangkai tiga langkah menjadi satu:

$$\text{Cost (\$)} = 325 \text{ cm} \times \frac{1 \text{ in}}{2.54 \text{ cm}} \times \frac{1 \text{ ft}}{12 \text{ in}} \times \frac{\$0.15}{1 \text{ ft}} = \$1.60$$

2. Biasanya ada urutan alternatif dalam masalah konversi unit. Di sini, misalnya, kita akan mendapatkan jawaban yang sama jika kita terlebih dahulu mengubah biaya kabel dari \$/ft menjadi \$/cm dan mempertahankan panjang kabel dalam cm.

CONTOH MASALAH 1.4

Mengubah Satuan Volume.

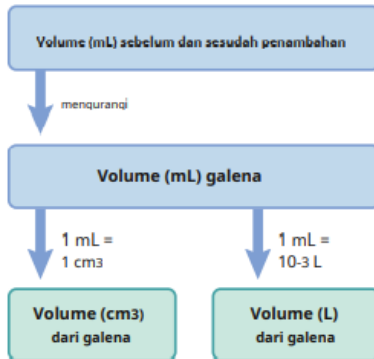
Masalah Volume benda padat yang bentuknya tidak beraturan dapat ditentukan dari volume air yang dipindahkannya. Silinder ukur berisi 19,9 mL air. Jika sepotong kecil galena, bijih timbal, ditambahkan ke silinder, maka akan tenggelam dan volumenya meningkat menjadi 24,5 mL. Berapa volume potongan galena dalam cm^3 dan di L?

Rencana Kita harus mencari volume galena dari perubahan volume isi silinder. Volume galena dalam mL adalah selisih sebelum (19,9 mL) dan sesudah (24,5 mL) penambahannya. Sejak mL dan cm^3 mewakili volume identik, volume dalam mL sama dengan volume dalam cm^3 . Kami kemudian menggunakan jumlah yang setara ($1 \text{ mL} = 10^{-3} \text{ L}$) untuk mengubah mL menjadi L. Peta jalan menunjukkan langkah-langkah ini.

Solusi. Menemukan volume galena

$$\text{Volume (mL)} = \text{volume setelah} - \text{volume sebelum} = 24,5 \text{ mL} - 19,9 \text{ mL} = 4,6 \text{ mL}$$

Peta jalan



$$\text{Volume (cm}^3\text{)} = \text{volume (mL)} \times \text{faktor konversi} = 4,6 \text{ mL} \times \frac{1 \text{ cm}^3}{1 \text{ mL}} = 4,6 \text{ cm}^3$$

Mengubah volume dari mL ke L:

$$\text{Volume (L)} = \text{volume (mL)} \times \text{faktor konversi} = 4,6 \text{ mL} \times \frac{10^{-3} \text{ L}}{1 \text{ mL}} = 4,6 \times 10^{-3} \text{ L}$$

Memeriksa Satuan dan besaran jawaban tampaknya benar, dan masuk akal bahwa volume dalam mL akan memiliki bilangan 1000 kali lebih besar dari volume yang sama di L.

CONTOH MASALAH 1.5

Mengubah Satuan Massa

Masalah Banyak komunikasi komputer internasional dilakukan oleh serat optik dalam kabel yang diletakkan di sepanjang dasar laut. Jika satu helai serat optik memiliki berat $1,19 \times 10^{-3}$ lb / m, berapa massa (dalam kg) kabel yang terbuat dari enam helai serat optik, masing-masing cukup panjang untuk menghubungkan New York dan Paris ($8,84 \times 10^3$ km)?

Rencana Kita harus mencari massa (dalam kg) dari panjang kabel yang diketahui ($8,84 \times 10^3$ km); kita diberi jumlah yang setara untuk massa dan panjang serat ($1,19 \times 10^{-3}$ lb = 1 m) dan untuk jumlah serat dan kabel (6 serat = 1 kabel), yang dapat kita gunakan untuk menyusun faktor konversi. Mari kita cari dulu massa satu serat dan kemudian massa kabel. Seperti yang ditunjukkan pada

peta jalan, kita mengubah panjang satu serat dari km ke m dan kemudian mencari massanya (dalam lb) dengan mengubah m ke lb. Kemudian kita mengalikan massa serat dengan 6 untuk mendapatkan massa kabel, dan akhirnya mengubahnya lb ke kg.

Solusi Mengubah panjang serat dari km menjadi m

$$\text{Panjang (m) serat} = 8,84 \times 10^3 \text{ km} \times \frac{10^3 \text{ m}}{1 \text{ km}} = 8,84 \times 10^6 \text{ m}$$

Mengubah panjang satu serat menjadi massa (lb):

$$\text{Massa (lb) serat} = 8,84 \times 10^6 \text{ m} \times \frac{1,19 \times 10^{-3} \text{ lb}}{1 \text{ m}} = 1,05 \times 10^4 \text{ lb}$$

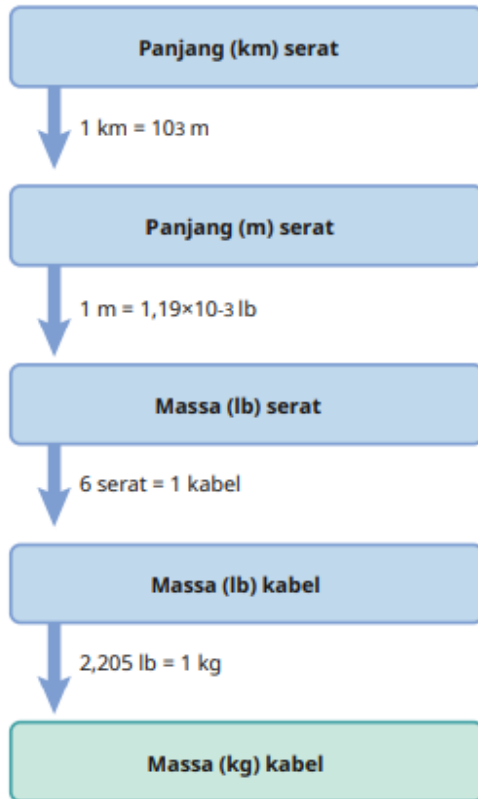
Menemukan massa kabel (lb):

$$\text{Massa (lb) kabel} = \frac{1,05 \times 10^4 \text{ lb}}{1 \text{ serat}} \times \frac{6 \text{ serat}}{1 \text{ kabel}} = 6,30 \times 10^4 \text{ lb / kabel}$$

Mengubah massa kabel dari lb ke kg:

$$\text{Massa (kg) kabel} = \frac{6,30 \times 10^4 \text{ lb}}{1 \text{ kabel}} \times \frac{1 \text{ kg}}{2,205 \text{ lb}} = 2,86 \times 10^4 \text{ kg / kabel}$$

Peta jalan



Memeriksa Satuannya benar. Mari kita pikirkan ukuran relatif jawaban untuk melihat apakah masuk akal: Bilangan m harus 10^3 lebih besar dari jumlah km. Jika 1 m serat beratnya sekitar 10^{-3} lb, lalu sekitar 10^7 m harus memiliki berat sekitar 104 lb. Massa kabel harus enam kali lipatnya, atau sekitar 6×10^4 lb. Karena 1 lb adalah sekitar Massa (kg) kabel 1 2 kg, jumlah kg harus sekitar setengah dari jumlah lb.

CONTOH MASALAH 1.6

Mengubah Unit yang Dibesarkan menjadi Kekuatan.

Masalah Pabrik furnitur membutuhkan 31,5 kaki² dari kain untuk pelapis satu kursi. Pemasok Belanda mengirim kain dengan baut yang menahan tepat 200 m². Berapa banyak kursi yang bisa dilapisi dengan 3 baut kain?

Rencana Kami diberi jumlah baut kain yang diketahui (3 baut), yang dapat diubah menjadi jumlah kain dalam m² menggunakan jumlah ekuivalen yang diberikan (1 baut = 200 m² kain). Kami mengubah jumlah kain dari m² untuk

ft² dan gunakan jumlah yang setara (31,5 ft² dari kain = 1 kursi) untuk mengetahui jumlah kursi (lihat peta jalan).

Solusi Mengubah dari jumlah baut menjadi jumlah kain dalam m².

$$\text{Jumlah (m}_2\text{) kain} = 3 \text{ baut} \times \frac{200 \text{ m}_2}{1 \text{ baut}} = 600 \text{ m}_2$$

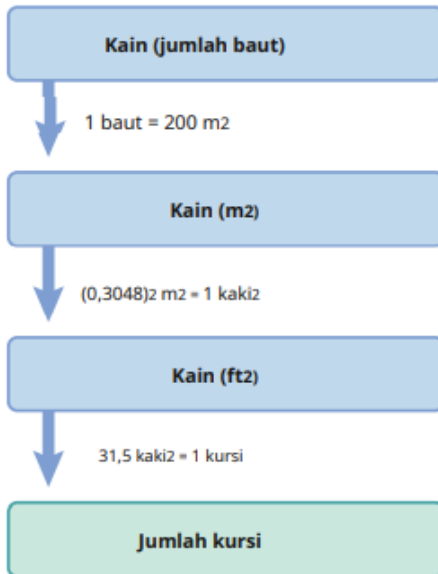
Mengubah jumlah kain dari m₂ untuk ft₂: karena 0,3048 m = 1 kaki, kita punya (0,3048)₂ m₂ = (1)₂ ft₂, begitu

$$\text{Jumlah (ft}_2\text{) kain} = 600 \text{ m}_2 \times \frac{1 \text{ kaki}}{(0,3048)_2 \text{ m}_2} = 6460 \text{ kakiz}$$

Menemukan jumlah kursi:

$$\text{Jumlah kursi} = 6460 \text{ kakiz} \times \frac{1 \text{ kursi}}{31,5 \text{ kakiz}} = 205 \text{ kursi}$$

Peta Jalan



Memeriksa Karena $1 \text{ kaki} = 0,3048 \text{ m}$, 1 kaki kurang dari $1/3$ meter, 3 kaki hampir sama dengan 1 m . Kami menggunakan satuan Panjang kuadrat $(3,3 \text{ kaki})^2$, atau 11 kaki^2 , hampir sama dengan 1 m^2 . Mengalikan jumlah kain dalam m^2 dengan 11 menghasilkan 6600 kaki^2 dari kain.

Setiap kursi membutuhkan sekitar 30 kaki² kain, jadi 6600 kaki² akan melapisi 220 kursi.

Kepadatan: Kombinasi Satuan sebagai Faktor Konversi Satuan turunan, kombinasi dari dua atau lebih satuan, dapat berfungsi sebagai faktor konversi (sebelumnya telah disebutkan bahwa kecepatan adalah panjang / waktu). Dalam kimia, contoh yang sangat penting adalah massa jenis (d), itu massa sampel suatu zat dibagi dengan volumenya (rasio massa / volume):

$$\text{Densitas} = \frac{\text{massa}}{\text{volume}}$$

(1.1)

Tabel 1.5 | Kepadatan Beberapa Zat Umum *

Zat	Keadaan fisik	Densitas (g / cm ³)
Hidrogen	gas	0,0000899
Oksigen	gas	0,00133
Alkohol biji-bijian	cair	0.789
air	cair	0,998
Garam dapur	padat	2.16
Aluminium	padat	2.70
Mercurium	padat	11.3
Emas	padat	19.3

* Pada suhu kamar (20 ° C) dan tekanan atmosfer normal (1 atm).

Kami mengisolasi masing-masing variabel ini dengan memperlakukan kepadatan sebagai faktor konversi:

$$\text{Massa} = \text{volume} \times \text{massa jenis} = \cancel{\text{volume}} \times \frac{\text{massa}}{\cancel{\text{volume}}}$$

atau,

$$\text{Volume} = \text{massa} \times \frac{1}{\text{massa jenis}} = \text{massa} \times \frac{\cancel{\text{volume}}}{\cancel{\text{massa}}}$$

Karena volume bisa berubah dengan suhu, begitu pula kepadatan. Tapi, pada suatu waktu perature dan tekanan, itu kepadatan suatu zat adalah sifat fisik yang khas dan, dengan demikian, memiliki nilai tertentu.

Timbangan Suhu

Suhu adalah besaran yang sering diukur dalam kimia; ada perbedaan penting antara suhu dan panas:

- Suhu (T) adalah Sebuah pengukuran tentang seberapa panas atau dingin suatu benda relatif terhadap yang lain.
- Panas adalah energi yang mengalir dari benda dengan suhu lebih tinggi ke benda dengan suhu lebih rendah. Saat Anda memegang es batu, rasanya seperti "dingin" mengalir ke tangan Anda, tetapi sebenarnya panas mengalir dari tangan Anda ke es.

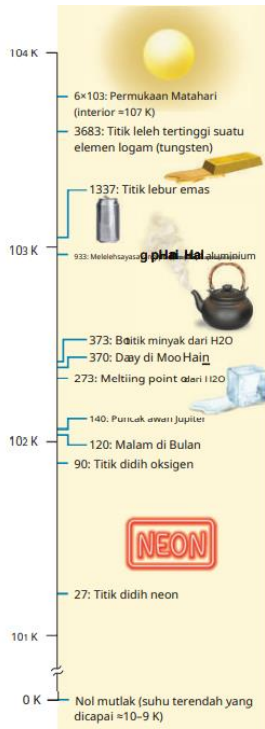
Di laboratorium, kami mengukur suhu dengan a termometer, tabung ukur berisi cairan yang mengembang saat dipanaskan. Ketika termometer direndam dalam zat yang lebih panas dari dirinya, panas mengalir dari zat tersebut melalui kaca ke dalam cairan, yang mengembang dan naik dalam tabung termometer. Jika suatu zat lebih dingin dari termometer, panas mengalir ke zat dari fluida, yang berkontraksi dan jatuh di dalam tabung.

Kita akan membahas tiga skala suhu: skala Celsius ($^{\circ}$ C, sebelumnya disebut centigrade), skala Kelvin (K), dan Fahrenheit ($^{\circ}$ F). Satuan dasar SI untuk suhu adalah kelvin

(K) (perhatikan bahwa tidak ada tanda derajat yang digunakan dengan simbol untuk unit ini). Gambar 1.8 menunjukkan beberapa suhu menarik dalam skala Kelvin, yang disukai dalam karya ilmiah (meskipun skala Celsius masih sering digunakan). Di Amerika Serikat, skala Fahrenheit digunakan untuk pelaporan cuaca, suhu tubuh, dan lain sebagainya.

Ketiga skala berbeda dalam ukuran satuan dan / atau suhu nol titik. Gambar 1.9 menunjukkan titik beku dan titik didih air pada ketiga skala tersebut.

Skala Celcius mengatur titik beku air pada $0\text{ }^{\circ}\text{C}$ dan titik didihnya (normal tekanan atmosfer) pada $100\text{ }^{\circ}\text{C}$. Jadi, besarnya satu derajat Celcius $1/100$ dari perbedaan antara titik beku dan titik didih air.



Gambar 1.8 Beberapa suhu yang menarik.

Skala Kelvin (mutlak) menggunakan derajat ukuran yang sama sebagai skala Celsius; perbedaan antara titik beku (+273,15 K) dan titik didih (+373,15 K) air adalah

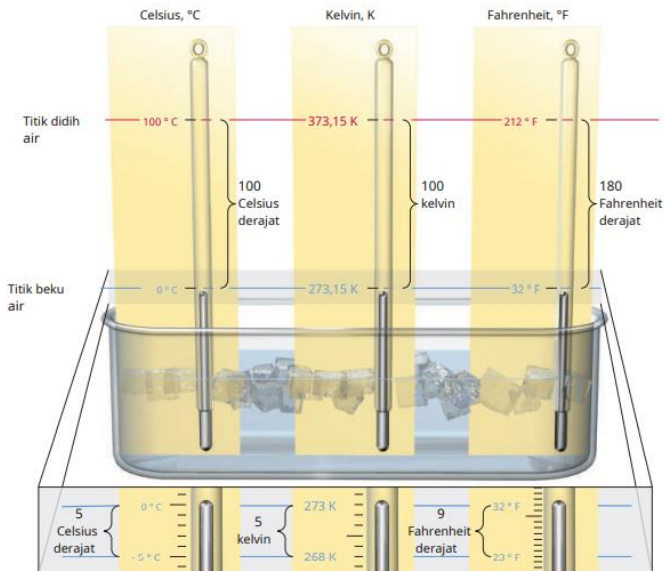
100 derajat lagi, tetapi suhu ini 273,15 derajat lebih tinggi pada skala Kelvin karena memiliki titik nol yang berbeda. Nol mutlak,

Kami mengonversi antara skala Celsius dan Kelvin dengan mengingat perbedaannya titik nol: $0^\circ \text{C} = 273,15 \text{ K}$, jadi

$$T(\text{dalam K}) = T(\text{dalam } ^\circ \text{C}) + 273,15 \quad (1.2)$$

Dan maka dari itu,

$$T(\text{dalam } ^\circ \text{C}) = T(\text{dalam K}) - 273,15 \quad (1.3)$$



Gambar 1.9 Titik beku dan titik didih air dalam skala Celsius, Kelvin (absolut), dan Fahrenheit. Di bagian bawah gambar, sebagian dari masing-masing dari tiga skala termometer diperluas untuk menunjukkan ukuran satuan.

· Skala Fahrenheit berbeda dari skala lainnya pada titik nolnya dan dalam ukuran derajatnya. Air membeku pada suhu 32 °F dan mendidih pada suhu 212 °F. Oleh karena itu, 180 Fahrenheit derajat (212 °F - 32 °F) mewakili perubahan suhu yang sama dengan 100 derajat Celcius (atau 100 kelvin). Karena 100 derajat Celcius sama 180 derajat Fahrenheit,

$$1 \text{ derajat Celcius} = \frac{180}{100} \text{ Derajat Fahrenheit} = \frac{9}{5} \text{ Derajat Fahrenheit}$$

Untuk mengubah suhu dari °C ke °F, pertama-tama ubah ukuran derajat dengan mengalikan dengan 9/5 dan kemudian sesuaikan titik nol dengan menambahkan 32 (0 °C = 32 °F):

$$T(\text{dalam } ^\circ\text{F}) = \frac{9}{5} T(\text{dalam } ^\circ\text{C}) + 32 \quad (1.4)$$

Untuk mengubah suhu dari °F ke °C, lakukan dua langkah dengan urutan yang berlawanan: sesuaikan titik nol dengan mengurangi 32 dan kemudian ubah ukuran derajat dengan mengalikan plying oleh 5/9. Dengan kata lain, selesaikan Persamaan 1.4 untuk T(dalam °C):

$$T(\text{dalam } ^\circ\text{C}) = [T(\text{dalam } ^\circ\text{F}) - 32] \frac{5}{9} \quad (1.5)$$

Tabel 1.6 membandingkan tiga skala suhu.

Skala	Satuan	Ukuran Derajat (Sehubungan dengan K)	Titik Didih dari H ₂ O	Titik Beku dari H ₂ O	7 di Absolute Nol	Konversi
Kelvin (mutlak)	kelvin (K)	-	273,15 K	373,15 K	0 K	hingga °C (Persamaan 1.2)
Celsius	Celsius derajat (°C)	1	0 °C	100 °C	-273,15 °C	to K (Persamaan 1.3)
Fahrenheit	Fahrenheit derajat (°F)	$\frac{9}{5}$	32 °F	212 °F	-459,67 °F	to °F (Persamaan 1.4) to °C (Persamaan 1.5)

CONTOH MASALAH 1.7

Mengubah Satuan Suhu.

Masalah Seorang anak memiliki suhu tubuh $38,7\text{ }^{\circ}\text{C}$, dan suhu tubuh normal adalah $98,6\text{ }^{\circ}\text{F}$. Apakah anak itu demam? Berapa suhu anak di kelvin?

Rencana Untuk mengetahui apakah anak demam, kita ubah dari $^{\circ}\text{C}$ ke $^{\circ}\text{F}$ (Persamaan 1.4) dan bandingkan dengan $98,6\text{ }^{\circ}\text{F}$. Kemudian, untuk mengubah suhu anak dalam $^{\circ}\text{C}$ ke K, kita menggunakan Persamaan 1.2.

Solusi. Mengubah suhu dari $^{\circ}\text{C}$ ke $^{\circ}\text{F}$:

$$T (\text{in } ^{\circ}\text{F}) = \frac{9}{5}T (\text{in } ^{\circ}\text{C}) + 32 = \frac{9}{5}(38,7\text{ }^{\circ}\text{C}) + 32 = 101,7^{\circ}\text{F}$$

Ya, anak sedang demam.

Mengubah suhu dari $^{\circ}\text{C}$ ke K:

$$T (\text{dalam K}) = T (\text{dalam } ^{\circ}\text{C}) + 273,15 = 38,7\text{ }^{\circ}\text{C} + 273,15 = 311,8\text{ K.}$$

Memeriksa Dari pengalaman sehari-hari, Anda tahu bahwa $101,7\text{ }^{\circ}\text{F}$ adalah suhu yang wajar untuk penderita demam. Pada langkah kedua, kita dapat memeriksa kesalahan besar sebagai berikut: $38,7\text{ }^{\circ}\text{C}$ hampir $40\text{ }^{\circ}\text{C}$, dan $40 + 273 = 313$.

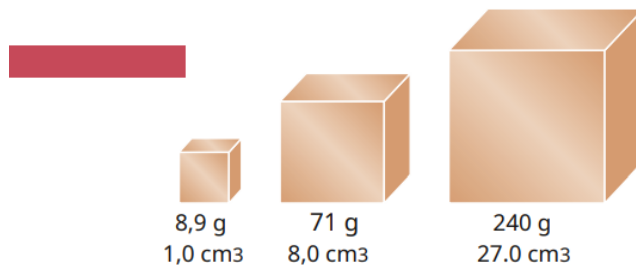
Properti Luas dan Intensif

Variabel yang kami ukur untuk mempelajari materi terbagi dalam dua kategori properti yang luas:

1. Properti yang luas adalah tergantung tentang jumlah zat yang ada; massa dan volume, misalnya, adalah sifat ekstensif.
2. Properti intensif adalah independen dari jumlah zat; kepadatan adalah properti intensif.

Jadi, satu galon air memiliki empat kali massa satu liter air, tetapi juga memiliki empat kali volume, jadi massa jenisnya, perbandingan dari massa ke volume, sama untuk kedua sampel; konsep ini diilustrasikan untuk tembaga pada Gambar 1.10. Contoh penting lainnya menyangkut

panas, sifat ekstensif, dan suhu, sifat intensif: tong air mendidih memiliki lebih banyak panas, yaitu, lebih banyak energi, daripada secangkir air mendidih, tetapi kedua sampel memiliki suhu yang sama.



Massa dan volume ketiga kubus tembaga berbeda; massa dan volume adalah sifat yang luas.

Untuk ketiga kubus tembaga ini,

$$\text{density} = \frac{8.9 \text{ g}}{1.0 \text{ cm}^3} = \frac{71 \text{ g}}{8.0 \text{ cm}^3} = \frac{240 \text{ g}}{27.0 \text{ cm}^3} \approx 8.9 \text{ g/cm}^3$$

Kepadatan tetap sama terlepas dari ukuran sampel; kepadatan adalah properti intensif.

Gambar 1.10 Sifat materi yang luas dan intensif.

Beberapa sifat intensif, seperti warna, titik leleh, dan kerapatan, merupakan karakteristik suatu zat dan dengan demikian digunakan untuk mengidentifikasinya.

Ringkasan Bagian 1.3

- › Sistem satuan SI terdiri dari tujuh satuan dasar dan banyak satuan turunan.
- › Notasi eksponensial dan prefiks berdasarkan pangkat 10 digunakan untuk menyatakan bilangan yang sangat kecil dan sangat besar.
- › Satuan dasar SI untuk panjang adalah meter (m); pada skala atom, nanometer (nm) dan pikometer (pm) biasanya digunakan.
- › Volume (V) satuan diturunkan dari satuan panjang, dan satuan volume terpenting adalah meter kubik (m³) dan liter (L).
- › Itu massa dari suatu objek — jumlah materi di dalamnya — adalah konstan. Satuan SI dari massa adalah kilogram (kg). Itubobot suatu benda bervariasi dengan medan gravitasi.
- › Kuantitas yang diukur terdiri dari angka dan satuan.

- › Faktor konversi adalah rasio kuantitas ekuivalen (dan, dengan demikian, sama dengan 1) yang digunakan untuk menyatakan kuantitas dalam unit yang berbeda.
- › Pendekatan pemecahan masalah yang digunakan dalam buku ini memiliki empat bagian: (1) merencanakan langkah-langkah pemecahannya, yang sering kali memuat diagram alir (road map) langkah-langkahnya, (2) melakukan perhitungan sesuai rencana, (3)) periksa apakah jawabannya masuk akal, dan (4) berlatih dengan masalah serupa, tindak lanjut dan bandingkan solusi Anda dengan yang ada di akhir bab.
- › Massa jenis (d), karakteristik sifat fisik suatu zat, adalah rasio massa sampel terhadap volumenya.
- › Suhu (T) adalah ukuran panas relatif suatu benda. Panas adalah energi yang mengalir dari suatu benda pada ketinggian yang lebih tinggi T ke satu di bawah T .
- › Skala suhu berbeda dalam ukuran satuan derajat dan / atau titik nol. Untuk penggunaan ilmiah, suhu diukur dalam kelvin (K) atau derajat Celcius ($^{\circ} C$).

› Sifat ekstensif, seperti massa, volume, dan energi, bergantung pada jumlah suatu zat. Sifat intensif, seperti kepadatan dan suhu, tidak boleh.

1.4 KETIDAKPASTIAN DALAM PENGUKURAN: ANGKA PENTING

Semua alat pengukur — timbangan, pipet, termometer, dan sebagainya — dibuat dengan spesifikasi terbatas, dan kami menggunakan indra dan keterampilan kami yang tidak sempurna untuk membacanya. Oleh karena itu, kita bisatidak pernah mengukur kuantitas dengan tepat; setiap pengukuran mencakup beberapa ketidakpastian yang dihasilkan dari ketidakakuratan alat pengukur dan kebutuhan untuk memperkirakan saat melakukan pembacaan. Perangkat yang kita pilih bergantung pada seberapa banyak ketidakpastian yang dapat diterima. Saat Anda membeli kentang, timbangan supermarket yang mengukur kelipatan 0,1 kg dapat diterima.

Massa terukur: 2.0 ± 0.1 kg \rightarrow massa sebenarnya: antara
1.9 dan 2.1 kg

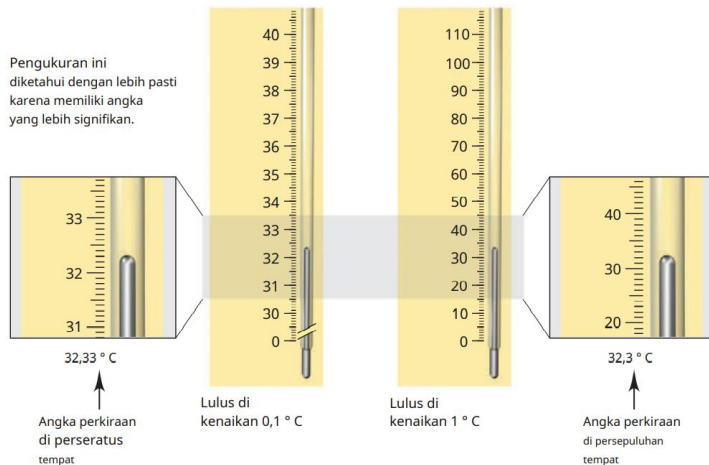
Istilah " $\pm 0,1$ kg" mengungkapkan ketidakpastian dalam massa. Membutuhkan kepastian lebih dari itu untuk menimbang suatu zat, ahli kimia menggunakan timbangan yang mengukur dengan kelipatan 0,001-kg:

Massa terukur: 2.036 ± 0.001 kg \rightarrow massa sebenarnya:
antara 2.035 dan 2.037 kg

Semakin banyak digit dalam pengukuran ini berarti kita mengetahui massa zat tersebut lebih banyak kepastian daripada yang kita ketahui massa kentang.

Kita selalu perkirakan digit paling kanan dari suatu pengukuran. Ketidakpastian dapat diekspresikan dengan tanda \pm , tetapi umumnya kita menghilangkan tanda dan asumsikan ketidakpastian satu unit di rightmost digit. Digit yang kami rekam, baik yang pasti dan yang tidak pasti, dipanggil sosok penting. Ada empat angka signifikan dalam 2.036 kg dan dua angka signifikan dalam 2.0 kg. Semakin besar angka signifikannya angka,

semakin besar kepastian suatu pengukuran. Gambar 1.11 menunjukkan hal ini untuk dua termometer.



Gambar 1.11 Jumlah angka penting dalam suatu pengukuran.

Menentukan Digit Yang Signifikan

Saat Anda melakukan pengukuran atau menggunakannya dalam penghitungan, Anda harus tahu angka mana yang signifikan; untuk menentukan itu, gunakan pedoman berikut (angka signifikan ditandai dengan warna merah):

- Semua digit bukan nol dalam suatu pengukuran adalah signifikan: 512 memiliki tiga angka penting.
- Semua angka nol di antara angka bukan nol adalah signifikan: 502 memiliki tiga angka penting.
- Nol awal yang muncul sebelum digit bukan nol pertama tidak signifikan: 0,0055 memiliki dua angka penting.
- Nol tertinggal adalah signifikan jika pengukurannya memiliki titik desimal: 1.1300 memiliki lima angka penting, 0,00350 memiliki tiga, dan 6500. memiliki empat.
- Nol tertinggal dalam pengukuran tanpa titik desimal adalah tidak signifikan, kecuali notasi eksponensial menjelaskan kuantitas: 5300 adalah diasumsikan memiliki dua angka penting, tetapi 5.300×10^3 memiliki empat, 5.30×10^3 memiliki tiga, dan 5.3×10^3 memiliki dua.

- Titik desimal terminal juga dapat digunakan untuk menunjukkan bahwa angka nol di belakangnya signifikan: 5300 memiliki dua angka penting, tetapi 5300. memiliki empat.

CONTOH MASALAH 1.9

Menentukan Jumlah Angka Penting

Masalah Untuk setiap besaran berikut, garis bawahi angka nol yang merupakan angka penting (sf) dan tentukan jumlah total angka penting. Untuk (e) hingga (g), ekspresikan setiap kuantitas dalam notasi eksponensial terlebih dahulu.

- (a) 0,0030 L
- (b) 0,1044 g
- (c) 53.069 mL
- (d) 3040 kg
- (e) 0,00004715 m
- (f) 57.600. s
- (g) 0,000000007160 cm³

Rencana Kami menentukan jumlah angka penting dengan menggunakan pedoman yang baru saja dibahas, memberi perhatian khusus pada posisi nol dalam kaitannya dengan titik desimal, dan menggarisbawahi angka nol yang signifikan.

Solusi

- (a) 0,0030 L memiliki 2 sf
- (b) 0,1044 g memiliki 4 sf
- (c) 53.069 mL memiliki 5 sf
- (d) 3040 kg memiliki 3 sf
- (e) 0,00004715 m, atau $4,715 \times 10^{-5}$ m, memiliki 4 sf
- (f) 57.600. s, atau 5.7600×10^4 s, memiliki 5 sf
- (g) 0,000000007160 cm³, atau 7.160×10^{-7} cm³, memiliki 4 sf

Memeriksa Pastikan untuk tidak menghitung angka nol di depan, atau angka nol di belakang dalam jumlah tanpa koma desimal, sebagai signifikan. Perhatikan bahwa nol di depan menghilang ketika kuantitas diekspresikan

dalam notasi eksponensial di (e) dan (g), mengkonfirmasi bahwa mereka tidak signifikan.

Angka Penting: Perhitungan dan Pembulatan

Mengukur beberapa besaran biasanya menghasilkan data dengan jumlah angka signifikan yang berbeda. Dalam penghitungan, kami melacak jumlah di setiap kuantitas sehingga kami tidak memiliki angka yang lebih signifikan (lebih pasti) dalam jawaban daripada di data. Jika kita memiliki terlalu banyak angka penting, kita harus melakukannya membulatkan jawabannya.

Aturan umum untuk pembulatan adalah:

Pengukuran paling tidak pasti menetapkan batas kepastian untuk seluruh perhitungan dan menentukan jumlah angka penting dalam jawaban akhir.

Misalkan Anda ingin mencari massa jenis keramik baru. Anda mengukur massa sepotong benda itu pada

timbangan laboratorium yang tepat dan mendapatkan 3,8056 g; Anda mengukur volume sebagai 2,5 mL dengan perpindahan air dalam gelas ukur. Massa memiliki lima angka penting, tetapi volumenya hanya memiliki dua. Haruskah Anda melaporkan densitasnya sebagai $3,8056 \text{ g} / 2,5 \text{ mL} = 1,5222 \text{ g} / \text{mL}$ atau sebagai $1,5 \text{ g} / \text{mL}$? Jawaban dengan lima angka signifikan mengimplikasikan kepastian lebih dari jawaban dengan dua. Tetapi Anda tidak mengukur volume menjadi lima angka penting, jadi Anda tidak mungkin mengetahui kepadatan dengan begitu pasti. Oleh karena itu, Anda melaporkan $1,5 \text{ g} / \text{mL}$, jawabannya dengan dua angka penting.

Aturan untuk Operasi Aritmatika Dua aturan dalam perhitungan aritmatika adalah

1. Untuk perkalian dan pembagian. Jawabannya mengandung jumlah sigangka-angka penting seperti yang ada dalam pengukuran dengan angka signifikan paling sedikit. Misalkan Anda ingin mencari volume lembaran komposit grafit baru. Panjang (9,2 cm) dan lebar (6,8 cm) diperoleh

dengan penggaris, dan ketebalan (0,3744 cm) dengan satu set kaliper. Perhitungannya adalah

$$\text{Volume (cm}^3\text{)} = 9.2 \text{ cm} \times 6.8 \text{ cm} \times 0.3744 \text{ cm} = 23.422464 \text{ cm}^3 = 23 \text{ cm}^3$$

No. of significant figures: 2 2 4 2

Meskipun kalkulator Anda mungkin menunjukkan 23,422464 cm³, Anda melaporkan 23 cm³, jawaban dengan dua angka penting, sama seperti pada pengukuran dengan angka yang lebih rendah angka penting (*significant figures*). Lagi pula, jika panjang dan lebarnya memiliki dua angka penting, Anda tidak mungkin mengetahui volume dengan lebih pasti.

2. Untuk penjumlahan dan pengurangan. Jawabannya memiliki jumlah yang sama desimal tempat seperti yang ada pada pengukuran dengan tempat desimal paling sedikit. Misalkan Anda menginginkan volume total setelah menambahkan air ke larutan protein: Anda memiliki 83,5 mL larutan dalam gelas ukur dan tambahkan 23,28 mL air dari buret; perhitungan ditampilkan. Di sini kalkulator menunjukkan 106,78 mL, tetapi Anda

melaporkan volumenya sebagai 106,8 mL, karena pengukuran dengan tempat desimal yang lebih sedikit (83,5 mL) memiliki satu tempat desimal.

$$\begin{array}{r} 83,5 \text{ mL} \\ + 23,28 \text{ mL} \\ \hline 106,78 \text{ mL} \end{array}$$

Jawab: Volume = 106,8 mL

Perhatikan bahwa jawabannya, 106,8 mL, memiliki empat angka penting, sedangkan volume larutan protein, 83,5 mL, hanya memiliki tiga angka penting. Selain dan subtraksi, jumlah tokoh penting ditentukan oleh jumlah desimal tempat, bukan jumlah total angka penting, dalam pengukuran.

Aturan untuk Pembulatan Anda biasanya perlu membulatkan jawaban akhir ke jumlah angka penting atau tempat desimal yang tepat. Perhatikan bahwa, dalam menghitung volume komposit grafit, kami menghilangkan digit ekstra, tetapi dalam menghitung volume total larutan protein, kami menghilangkan digit ekstra dan menambah digit terakhir dengan satu. Aturan

umum untuk pembulatan adalah itusangat sedikit pengukuran tertentu menetapkan batas kepastian jawaban akhir. Di sini adalah aturan rinci untuk pembulatan:

1. Jika digit yang dihapus adalah **lebih dari 5**, angka sebelumnya bertambah 1:
 $5,379 \rightarrow 5,38$ (tiga angka penting); $5,379 \rightarrow 5,4$ (dua angka penting)
2. Jika digit yang dihapus adalah **kurang dari 5**, angka sebelumnya tetap sama:
 $0,2413 \rightarrow 0,241$ (tiga angka penting); $0,2413 \rightarrow 0,24$ (dua angka penting)
3. Jika digit dihapus **adalah 5**, bilangan sebelumnya bertambah 1 jika ganjil dan tetap sama jika bilangan genap: $17,75 \rightarrow 17,8$; $17,65 \rightarrow 17,6$
Jika 5 hanya diikuti oleh nol, aturan 3 diikuti; jika angka 5 diikuti oleh nonzeros, aturan 1 diikuti: $17,7500 \rightarrow 17,8$; $17,6500 \rightarrow 17,6$; $17,6513 \rightarrow 17,7$
4. *Selalu bawa satu atau dua angka penting tambahan melalui perhitungan multi langkah-dan akhiri jawaban akhirnya hanya.* Jangan khawatir jika Anda merangkai kalkulasi untuk memeriksa sampel atau masalah lanjutan dan menemukan bahwa jawaban Anda berbeda di tempat desimal terakhir dari yang ada di buku. Untuk menunjukkan kepada Anda jumlah angka penting yang benar dalam penghitungan teks, *kami mengakhiri langkah-langkah perantara*, dan proses itu terkadang dapat mengubah digit terakhir.



Gambar 1.12 Angka-angka penting dan alat pengukur. Pengukuran massa (6,8605 g) memiliki angka yang lebih signifikan daripada pengukuran volume (68,2 mL).

Sumber: (keduanya) © McGraw-Hill Education / Stephen Frisch, fotografer

Angka Penting di Lab Alat pengukur yang Anda pilih menentukan jumlah angka penting yang dapat Anda peroleh. Misalkan percobaan membutuhkan solusi yang dibuat dengan melarutkan zat padat dalam cairan. Anda menimbang padatan pada timbangan analitik dan mendapatkan massa dengan lima angka penting. Masuk akal untuk mengukur cairan dengan buret atau pipet, yang mengukur volume ke angka yang lebih signifikan daripada silinder ukur. Jika Anda memang memilih silinder, Anda harus membulatkan lebih banyak digit, dan beberapa kepastian yang Anda peroleh untuk nilai massa akan sia-sia (Gambar 1.12). Dengan pengalaman, Anda akan memilih alat pengukur berdasarkan jumlah angka penting yang Anda butuhkan dalam jawaban akhir.

Angka Tepat Angka yang tepat tidak memiliki ketidakpastian yang terkait dengan mereka. Beberapa adalah bagian dari konversi satuan: menurut definisi, ada tepat 60 menit dalam 1 jam, 1000 mikrogram dalam 1 miligram, dan 2,54 sentimeter dalam 1 inci. Hasil angka pasti lainnya dari benar-benar menghitung item: tepat ada

3 koin di tangan saya, 26 huruf dalam alfabet Inggris, dan seterusnya. Oleh karena itu, tidak seperti besaran yang diukur, tepat angka tidak membatasi jumlah angka penting dalam perhitungan.

CONTOH MASALAH 1.9

Angka dan Pembulatan Penting

Masalah Lakukan sejumlah angka penting berikut:

$$(a) \frac{16.205 \text{ cm}^2 - 1.5 \text{ cm}^2}{7.081 \text{ cm}} \quad (b) \frac{(4.80 \times 10^4 \text{ mg}) \left(\frac{1 \text{ g}}{1000 \text{ mg}} \right)}{11.55 \text{ cm}^3}$$

Rencana Kami menggunakan aturan yang baru saja disajikan dalam teks:

- (a) Kami mengurangi sebelum kami membagi
- (b) Kami mencatat bahwa konversi satuan (1 g = 1000 mg) melibatkan angka pasti.

Solusi

$$(a) \frac{16.205 \text{ cm}^2 - 1.5 \text{ cm}^2}{7.081 \text{ cm}} = \frac{14.7 \text{ cm}^2}{7.081 \text{ cm}} = 2.08 \text{ cm}$$

Jawaban pengurangan pada pembilang (14,705) dibulatkan menjadi 14,7 dengan satu tempat desimal karena 1,5 hanya memiliki satu tempat desimal. Kami mempertahankan 3 sf di jawaban akhir karena 14.7 memiliki 3 sf.

Memeriksa Membulatkan ke bilangan bulat terdekat selalu merupakan cara yang baik untuk memeriksa:

$$(a) (16 - 2) / 7 \approx 2;$$

$$(b) (5 \times 10^4 / 1 \times 10^3) / 12 \approx 4.$$

Presisi, Akurasi, dan Kalibrasi Instrumen

Kita mungkin menggunakan kata-katanya presisi dan ketepatan dapat dipertukarkan dalam percakapan sehari-hari, tetapi untuk pengukuran ilmiah memiliki arti yang

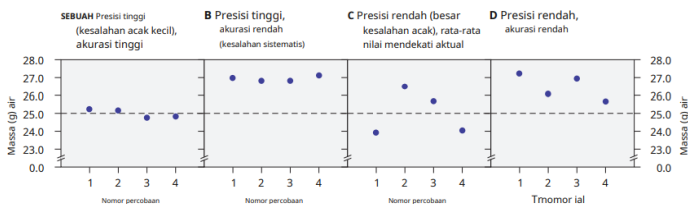
berbeda. Presisi, atau reproduktifitas, mengacu pada seberapa dekat pengukuran dalam sebuah seri satu sama lain, dan ketepatan mengacu pada seberapa dekat setiap pengukuran dengan nilai sebenarnya. Istilah-istilah ini terkait dengan dua jenis kesalahan yang tersebar luas:

1. Kesalahan sistematis menghasilkan nilai-nilai yang ada antara semua lebih tinggi atau semuanya lebih rendah dari nilai sebenarnya. Jenis kesalahan ini adalah bagian dari sistem eksperimental, sering kali disebabkan oleh perangkat yang salah atau oleh kesalahan yang konsisten dalam membaca.
2. Kesalahan acak, dengan tidak adanya kesalahan sistematis, menghasilkan nilai yang lebih tinggi dan lebih rendah dari nilai sebenarnya. Kesalahan acak selalu terjadi, tetapi ukurannya tergantung pada keterampilan pengukur dan ketepatan instrument.

Pengukuran yang tepat memiliki kesalahan acak yang rendah, yaitu, penyimpangan kecil dari rata-rata.

Pengukuran yang akurat memiliki kesalahan sistematis yang rendah dan, umumnya, acak yang rendah kesalahan. Dalam beberapa kasus, ketika banyak pengukuran memiliki kesalahan acak yang tinggi, file rata-rata mungkin masih akurat.

Misalkan masing-masing dari empat siswa mengukur 25,0 mL air dalam gelas ukur yang telah ditimbang dan kemudian menimbang air tersebut. plus silinder pada keseimbangan. Jika massa jenis air adalah 1,00 g / mL pada suhu percobaan, yaitu sebenarnya massa 25,0 mL air adalah 25,0 g. Setiap siswa melakukan operasi empat kali, menyuburkan massa silinder kosong, dan memperoleh salah satu dari empat grafik (Gambar 1.13):



Gambar 1.13 Presisi dan akurasi dalam kalibrasi laboratorium.

- Pada grafik A, kesalahan acak kecil; artinya, presisi tinggi (penimbangan dapat direproduksi). Akurasinya juga tinggi, karena semua nilainya mendekati 25.0 g.
- Kesalahan acak juga kecil dan presisi tinggi pada grafik B, tetapi akurasinya rendah; ada kesalahan sistematis, dengan semua penimbangan di atas 25,0 g.
- Pada grafik C, kesalahan acak besar dan presisi rendah. Tetapi karena rata-rata nilai yang tersebar mendekati nilai sebenarnya, kesalahan sistematik rendah.
- Grafik D juga menunjukkan kesalahan acak yang besar, tetapi perhatikan bahwa ada juga kesalahan sistematis yang signifikan dalam kasus ini, yang menghasilkan keakuratan rendah (semua nilai tinggi). Kesalahan sistematis dapat diperhitungkan melalui kalibrasi, membandingkan alat pengukur dengan standar yang diketahui.

Kesalahan sistematis dalam grafik B, misalnya, mungkin disebabkan oleh produksi silinder yang buruk yang bertuliskan "25.0" padahal sebenarnya berisi sekitar 27 mL. Jika silinder itu telah dikalibrasi, siswa dapat menyesuaikan semua volume yang diukur dengannya. Para siswa juga harus mengkalibrasi timbangan dengan massa standar.

Ringkasan Bagian 1.4

- › Digit terakhir dari suatu pengukuran selalu diperkirakan. Dengan demikian, semua pengukuran memiliki beberapa ketidakpastian yang dinyatakan dengan jumlah angka signifikan.
- › Kepastian hasil yang dihitung bergantung pada kepastian datanya, jadi jawabannya memiliki angka signifikan sebanyak pada pengukuran yang paling tidak pasti.
- › Angka berlebih dibulatkan di jawaban akhir sesuai dengan seperangkat aturan.
- › Pemilihan alat laboratorium tergantung dari kepastian yang dibutuhkan.

- › Angka yang tepat memiliki angka penting sebanyak yang dibutuhkan kalkulasi.
- › Presisi mengacu pada seberapa dekat nilai satu sama lain, dan ketepatan mengacu pada seberapa dekat nilai dengan nilai sebenarnya.
- › Kesalahan sistematis memberikan nilai yang semuanya lebih tinggi atau semuanya lebih rendah dari nilai sebenarnya. Kesalahan acak memberikan beberapa nilai yang lebih tinggi dan beberapa lebih rendah dari nilai sebenarnya.
- › Pengukuran yang tepat memiliki kesalahan acak yang rendah; pengukuran yang akurat memiliki kesalahan sistematis yang rendah dan kesalahan acak yang rendah.
- › Kesalahan sistematis sering kali disebabkan oleh peralatan yang rusak dan dapat dikompensasikan dengan kalibrasi.

BAB 2. KONSEP MATERI

Ilmuwan modern tentunya bukan yang pertama bertanya-tanya dari apa benda terbuat dari apa. Para filsuf Yunani kuno juga, dan sebagian besar percaya bahwa segala sesuatu terbuat dari satu atau, paling banyak, beberapa unsur unsur (unsur), yang panas, basah, keras, dan sifat lainnya memunculkan sifat-sifat lainnya. Democritus (c. 460–370 BC), Bapak atomisme, mengambil pendekatan yang berbeda, dan alasannya berjalan seperti ini: jika Anda memotong, katakanlah, aluminium foil semakin kecil dan kecil, pada akhirnya Anda harus mencapai partikel aluminium yang sangat kecil sehingga tidak dapat lagi dipotong. Oleh karena itu, materi pada akhirnya terdiri dari partikel-partikel tak terpisahkan dengan hanya ada ruang kosong di antara mereka. Dia menyebut partikelatom (Yunani atomos, "Tidak bisa dipotong") dan menyatakan: "Menurut kesepakatan, ada yang manis dan pahit, ada yang panas dan dingin, dan. . . ada ketertiban.

Sebenarnya, ada atom dan kekosongan. " Tetapi, Aristoteles, salah satu filsuf budaya Barat terbesar dan paling berpengaruh, mengatakan bahwa "tidak ada" tidak mungkin ada, dan konsep atom ditekan selama 2000 tahun.

Akhirnya, di abad ke-17, ilmuwan Inggris Robert Boyle berargumen bahwa, menurut definisi, suatu elemen terdiri dari "Benda sederhana, tidak terbuat dari Benda lain, di mana semua Tubuh campuran digabungkan, dan ke dalamnya mereka akhirnya dipecahkan," deskripsi yang sangat dekat untuk gagasan kita tentang suatu unsur, dengan atom menjadi "Benda sederhana". Dua abad berikutnya menyaksikan kemajuan pesat dalam kimia dan perkembangan citra atom "bola biliar". Lalu, awal abad ke-20 ledakan kreativitas abad menyebabkan model atom kita saat ini dengan struktur internal yang kompleks.

2.1 ELEMEN, SENYAWA, DAN CAMPURAN: IKHTISAR ATOMIK

Berdasarkan komposisinya, materi dapat diklasifikasikan menjadi tiga jenis — unsur, senyawa, dan campuran. Unsur dan senyawa disebut zat, masalah dengan sebuah komposisi tetap; campuran bukanlah zat karena memiliki komposisi yang bervariasi.

- Elemen. Sebuah elemen adalah jenis materi yang paling sederhana dengan fisik yang unik dan sifat kimiawi.

Berikut ini adalah beberapa fitur elemen:

- Sebuah elemen hanya terdiri dari satu jenis atom, unit terkecil dari suatu unsur yang mempertahankan sifat kimianya, dan oleh karena itu tidak dapat dipecah menjadi jenis materi yang lebih sederhana dengan metode fisika atau kimia apa pun.
- Setiap elemen unik karena sifat atomnya unik. Sebuah elemen A Atom suatu unsur memiliki nama, seperti silikon, oksigen,

atau tembaga. Sampel silikon hanya mengandung atom silikon, dan sampel tembaga hanya mengandung atom tembaga. Itumakroskopis sifat-sifat sepotong silikon, seperti warna, kepadatan, dan daya terbakar, berbeda dari sepotong tembaga karena submikroskopi sifat atom silikon berbeda dengan atom tembaga.

- Di alam, sebagian besar elemen ada sebagai populasi atom, baik yang terpisah atau bersentuhan satu sama lain, tergantung pada keadaan fisiknya. Gambar 2.1A menunjukkan atom suatu unsur dalam bentuk gasnya.
- Beberapa elemen muncul dalam bentuk molekul; Sebuah molekul adalah struktur independen dari dua atau lebih atom terikat bersama (Gambar 2.1B). Oksigen,

misalnya, terjadi di udara sebagai diatomik (dua atom) molekul, O_2 .

- Senyawa. Sebuah senyawa terdiri dari dua atau lebih elemen yang berbeda terikat secara kimiawi (Gambar 2.1C). Artinya, unsur-unsur dalam suatu senyawa tidak hanya bercampur: atom-atomnya telah bergabung dalam reaksi kimia. Banyak senyawa, seperti amonia, air, dan karbon dioksida, terdiri dari molekul. Tetapi banyak lainnya, seperti natrium klorida dan silikon dioksida.

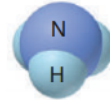
Semua senyawa memiliki tiga ciri yang menentukan.

- Unsur-unsur hadir di bagian tetap berdasarkan massa (memiliki rasio massa tetap). Ini karenasetiap unit senyawa terdiri dari sejumlah atom tetap masing-masing elemen. Misalnya, perhatikan sampel amonia. Ini adalah 14 bagian nitrogen menurut massa dan 3 bagian hidrogen menurut massakarena 1 atom nitrogen memiliki

massa 14 kali lipat dari 1 atom hidrogen, dan setiap molekul amonia terdiri dari 1 atom nitrogen dan 3 atom hidrogen.

Gas amonia memiliki massa 14 bagian N dan 3 bagian H massa. Atom 1 N memiliki 14 kali massa atom 1 H.

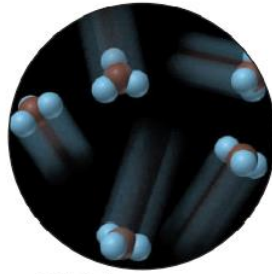
Setiap molekul amonia terdiri dari 1 atom N dan 3 atom H.



- Sifat suatu senyawa berbeda dengan sifat unsur-unsurnya. Tabel 2.1 menunjukkan contoh yang mencolok: logam natrium lunak berwarna keperakan dan kuninghijau, gas klorin beracun sangat berbeda dengan senyawa yang mereka bentuk — putih, natrium klorida kristal, atau garam meja biasa.
- Sifat suatu senyawa berbeda dengan sifat unsur-unsurnya. Tabel 2.1 menunjukkan contoh yang mencolok: logam natrium lunak berwarna keperakan dan kuning-hijau, gas klorin beracun sangat berbeda dengan senyawa yang mereka bentuk — putih, natrium klorida kristal, atau garam meja biasa.



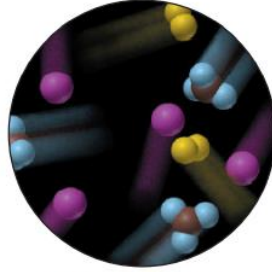
A Atom suatu unsur



C Molekul suatu senyawa



B Molekul suatu unsur



D Campuran dua elemen
dan sebuah senyawa

Gambar 2.1 Unsur, senyawa, dan campuran pada skala atom. Sampel yang digambarkan di sini adalah gas, tetapi ketiga jenis materi juga muncul sebagai zat cair dan padat.

- Senyawa, tidak seperti unsur, dapat dipecah menjadi zat yang lebih sederhana — senyawa ini elemen komponen — dengan perubahan kimiawi.

Misalnya arus listrik memecah natrium klorida cair menjadi natrium logam dan gas klor.

3. Campuran. Sebuah campuran terdiri dari dua atau lebih zat (unsur dan / atau senyawa yang bercampur secara fisik, tidak dikombinasikan secara kimiawi. Campuran berbeda dari senyawa sebagai berikut:
 - Komponen campuran bisa bervariasi di bagian-bagiannya berdasarkan massa. Campuran dari senyawa natrium klorida dan air, misalnya, dapat memiliki banyak bagian yang berbeda berdasarkan massa garam ke air.
 - Campuran mempertahankan banyak sifat komponennya. Air asin, misalnya, tidak berwarna seperti air dan terasa asin seperti natrium klorida. Sifat-sifat komponen dipertahankan karena, pada skala atom, campuran terdiri dari unit-unit individu dari unsur-unsur dan / atau senyawanya (Gambar 2.1D).

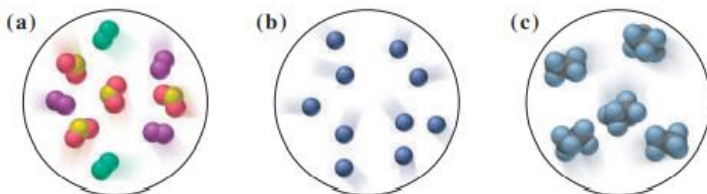
- Campuran, tidak seperti senyawa, dapat dipisahkan menjadi komponen-komponennya melalui perubahan fisik; perubahan kimiawi tidak diperlukan. Misalnya air di air asin dapat direbus, suatu proses fisik yang meninggalkan natrium klorida padat.

Tabel 2.1 Beberapa Sifat Sodium, Klorin, dan Natrium Klorida Sangat Berbeda					
Properti	Sodium	+	Klorin	→	Natrium klorida
Titik lebur	97,8 ° C		-101 ° C		801 ° C
Titik didih	881,4 ° C		-34 ° C		1413 ° C
Warna	Keperakan		Kuning hijau		Tidak berwarna (putih)
Massa jenis	0,97 g / cm ³		0,0032 g / cm ³		2,16 g / cm ³
Perilaku di dalam air	Bereaksi		Sedikit larut		Larut dengan bebas

Sumber: (Sodium, Chlorine, Sodium chloride) Stephen Frisch / McGraw-Hill Education

CONTOH MASALAH 2.1

Membedakan Unsur, Senyawa, dan Campuran pada Skala Atom.



Jelaskan setiap sampel sebagai elemen, senyawa, atau campuran.

Rencana Kita harus menentukan jenis materi dengan memeriksa partikel komponennya. Jika sampel hanya berisi satu jenis partikel, itu bisa berupa unsur atau senyawa; jika mengandung lebih dari satu jenis, itu adalah campuran. Partikel suatu unsur hanya memiliki satu jenis atom (satu warna bola dalam tampilan skala atom), dan partikel suatu senyawa memiliki dua atau lebih jenis atom.

Solusi

- (a) Campuran: ada tiga jenis partikel. Dua jenis hanya mengandung satu jenis atom, baik hijau atau ungu, sehingga merupakan unsur (tersusun dari molekul diatomik), dan jenis ketiga mengandung dua atom merah untuk setiap satu kuning, sehingga merupakan senyawa.
- (b) Unsur: sampel hanya terdiri dari atom biru.

- (c) Senyawa: sampel terdiri dari molekul yang masing-masing memiliki dua atom hitam dan enam atom biru.

Ringkasan Bagian 2.1

- › Semua materi ada sebagai unsur, senyawa, atau campuran.
- › Setiap unsur atau senyawa adalah zat, zat dengan komposisi tetap.
- › Suatu unsur hanya terdiri dari satu jenis atom dan muncul sebagai kumpulan atom atau molekul individual; sebuah molekul terdiri dari dua atau lebih atom yang terikat secara kimiawi.
- › Suatu senyawa mengandung dua atau lebih unsur yang digabungkan secara kimiawi dan menunjukkan sifat yang berbeda dari unsur-unsur komponennya. Unsur-unsur terjadi di bagian tetap berdasarkan massa karena setiap unit senyawa memiliki nomor tetap untuk setiap jenis

atom. Hanya perubahan kimiawi yang dapat memecah senyawa menjadi unsur-unsurnya.

› Campuran terdiri dari dua atau lebih zat yang bercampur, tidak dikombinasikan secara kimiawi. Komponen menunjukkan sifat masing-masing, dapat hadir dalam proporsi berapa pun, dan dapat dipisahkan oleh perubahan fisik.

2.2 OBSERVASI MENUJU PANDANGAN MASALAH ATOMIS

Setiap model komposisi materi harus menjelaskan tiga yang disebut hukum massa: the hukum kekekalan massa, itu hukum komposisi pasti (atau konstan), dan hukum proporsi ganda.

Konservasi Massa

Hukum massa pertama, yang dinyatakan oleh Lavoisier berdasarkan eksperimen pembakaran, adalah pengamatan kimia paling fundamental dari abad ke-18:

· **Hukum kekekalan massa:** massa total zat tidak berubah selama reaksi kimia.

Jumlah zat dapat berubah dan, menurut definisi, sifatnya harus, tetapi jumlah total materi tetap konstan. Gambar 2.2 mengilustrasikan kekekalan massa karena larutan timbal nitrat dan natrium kromat (kiri) memiliki massa yang sama dengan timbal kromat padat dalam larutan natrium nitrat (kanan) yang terbentuk setelah reaksi mereka.

Bahkan dalam perubahan biokimia yang kompleks, seperti metabolisme glukosa gula, yang melibatkan banyak reaksi, massa dipertahankan. Misalnya, dalam reaksi, katakanlah, 180 g glukosa, dengan oksigen, kita punya

180 g glukosa + 192 g gas oksigen → 264 g karbon dioksida + 108 g air 372 g bahan sebelum → 372 g bahan sesudahnya

Konservasi massal berarti, berdasarkan semua pengalaman kimiawi, materi tidak bisa dibuat atau dihancurkan.



Gambar 2.2 Hukum kekekalan massa. Sumber: Stephen Frisch / McGraw-Hill Education

Tepatnya, bagaimanapun, sekarang kita tahu, berdasarkan penelitian Albert Einstein (1879–1955), bahwa massa sebelum dan sesudah reaksi tidak persis sama. Beberapa massa diubah menjadi energi, atau sebaliknya, tetapi perbedaannya terlalu kecil untuk diukur, bahkan dengan keseimbangan terbaik. Misalnya, ketika 100 g karbon terbakar, karbondioksida yang terbentuk memiliki berat 0,000000036 g ($3,6 \times 10^{-8}$ g) kurang dari jumlah karbon dan oksigen yang bereaksi. Karena energi berubahbahan kimia reaksi sangat kecil, untuk semua tujuan praktis, massa aku s dilestarikan. Nanti di teks, Anda akan melihat

bahwa energi berubah nuklir reaksi sangat besar sehingga perubahan massa mudah diukur.

Komposisi Pasti

Natrium klorida dalam pengocok garam Anda adalah zat yang sama baik itu berasal dari tambang garam di Pakistan, dataran garam di Argentina, atau sumber lainnya. Fakta ini dinyatakan sebagai hukum massa kedua:

Hukum komposisi tetap (atau konstan): tidak peduli apa sumbernya, partisi senyawa cular tersusun dari unsur-unsur yang sama di bagian yang sama (fraksi) berdasarkan massa.

Fraksi massa adalah bagian dari massa senyawa yang dikontribusikan oleh setiap elemen. Itu diperoleh dengan membagi massa setiap elemen dalam senyawa dengan massa senyawa. Itu persen massa (persen massa, persen

massa) adalah fraksi massa yang dinyatakan sebagai persentase (dikalikan dengan 100).

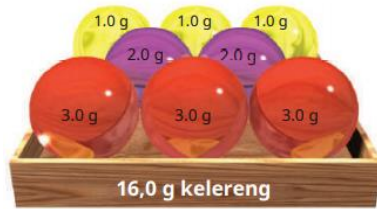
$$\text{Fraksi massa} = \frac{\text{massa unsur X dalam senyawa A}}{\text{massa senyawa A}}$$

$$\text{Persen massa} = \text{fraksi massa} \times 100$$

Untuk contoh sehari-hari, pertimbangkan kotak yang berisi tiga jenis kelereng: kelereng kuning masing-masing berat 1,0 g, ungu 2,0 g masing-masing, dan merah 3,0 g. Setiap jenis membentuk sebagian kecil dari total massa kelereng, 16,0 g. Itu fraksi massa kelereng kuning adalah jumlah dikalikan massanya dibagi dengan massa total:

$$\begin{aligned} \text{Fraksi massa kelereng kuning} &= \frac{\text{tidak. dari kelereng kuning} \times \text{massa kelereng kuning}}{\text{massa total kelereng}} \\ &= \frac{3 \text{ kelereng} \times 1,0 \text{ g / marmar}}{16,0 \text{ g}} = 0,19 \end{aligned}$$

Persen massa (bagian per 100 bagian) kelereng kuning adalah $0,19 \times 100 = 19\%$ massa. Demikian pula, kelereng ungu memiliki fraksi massa 0,25 dan mewakili 25% massa total, dan kelereng merah memiliki fraksi massa 0,56 dan mewakili 56% massa total.



Dengan cara yang sama, setiap elemen dalam suatu senyawa memiliki a tetap fraksi massa (dan persen massa). Misalnya, kalsium karbonat, senyawa utama dalam kerang laut, marmer, dan karang, terdiri dari tiga unsur — kalsium, karbon, dan oksigen. Hasil berikut diperoleh dari analisis massa 20,0 g kalsium Apapun yang terjadi sumber dari senyawa ... karbonat:

Analisis dengan Massa (gram / 20,0 g)	Fraksi Massa (bagian / 1,00 bagian)	Persen menurut Massa (bagian / 100 bagian)
8,0 g kalsium	0,40 kalsium	40% kalsium
2,4 g karbon	0,12 karbon	12% karbon
9,6 g oksigen	0,48 oksigen	48% oksigen
20,0 g	1,00 bagian demi massa	100% massa

Massa setiap elemen bergantung pada massa sampel — lebih dari 20,0 g senyawa akan mengandung lebih dari 8,0

g kalsium — tetapi massa fraksi tetap tidak peduli berapa ukuran sampelnya. Jumlah dari fraksi massa (atau persen massa) sama dengan 1,00 bagian (atau 100%) massa. Hukum komposisi pasti memberi tahu kita bahwa sampel murni kalsium karbonat, dari mana pun asalnya, selalu mengandung 40% kalsium, 12% karbon, dan 48% massa oksigen (Gambar 2.3).



Gambar 2.3 Hukum komposisi tertentu.

Kalsium karbonat terjadi dalam berbagai bentuk (seperti marmar, *puncak*, dan karang, *bawah*).

Sumber: (atas): © Matthia Cortesi / 123RF;
(bawah): © Alexander Cher / Shutterstock

Karena unsur tertentu selalu merupakan fraksi massa yang sama dari senyawa tertentu, kita dapat menggunakan fraksi massa tersebut untuk mencari massa sebenarnya dari unsur tersebut dalam sampel senyawa mana pun:

$$\text{Massa unsur} = \text{massa senyawa} \times \text{fraksi massa}$$

Atau, lebih sederhananya, kita dapat melewati kebutuhan untuk mencari fraksi massa terlebih dahulu dan menggunakan hasil analisis massa secara langsung:

$$\begin{aligned} & \text{Massa elemen dalam sampel} \\ & = \text{massa senyawa dalam sampel} \times \frac{\text{massa unsur dalam senyawa}}{\text{massa senyawa}} \quad (2.1) \end{aligned}$$

Misalnya, diketahui 20.0-g sampel kalsium karbonat mengandung 8.0 g kalsium, masa kalsium dalam 75.0-g sampel kalsium karbonat dapat dihitung,

$$\text{Mass (g) of calcium} = 75.0 \text{ g calcium carbonate} \times \frac{8.0 \text{ g calcium}}{20.0 \text{ g calcium carbonate}} = 30.0 \text{ g calcium}$$

Proporsi Ganda

Sangat umum bagi dua unsur yang sama untuk membentuk lebih dari satu senyawa — belerang dan fluor

menyebabkan hal ini, seperti halnya fosfor dan klor dan banyak pasangan unsur lainnya. Hukum massa ketiga yang kami anggap berlaku dalam kasus-kasus ini.

· **Hukum proporsi ganda:** jika unsur A dan B bereaksi membentuk dua senyawa, massa B berbeda yang bergabung dengan massa tetap A dapat dinyatakan sebagai rasio bilangan bulat kecil.

Pertimbangkan dua senyawa karbon dan oksigen; sebut saja mereka karbon oksida I dan II. Senyawa ini memiliki sifat yang sangat berbeda: kerapatan karbon oksida

- I 1,25 g / L, sedangkan
- II adalah 1,98 g/L; I beracun dan mudah terbakar, tetapi II tidak. Analisis massa menunjukkan itu
-

*Karbon oksida I adalah 57,1% massa oksigen dan
42,9% massa karbon*

*Karbon oksida II adalah 72,7% massa oksigen dan
27,3% massa karbon*

Untuk mendemonstrasikan fenomena proporsi ganda, kami menggunakan persen massa oksigen dan karbon

untuk mencari massa mereka dalam massa tertentu, katakanlah 100 g, dari masing-masing senyawa. Kemudian kami membagi massa oksigen dengan massa karbon di setiap senyawa untuk mendapatkan massa oksigen yang bergabung dengan massa karbon tetap:

	Karbon Oksida I	Karbon Oksida II
g oksigen / 100 g senyawa g	57.1	72.7
karbon / 100 g senyawa	42.9	27.3
g oksigen / g karbon	$\frac{57.1}{42.9} = 1,33$	$\frac{72.7}{27.3} = 2,66$

Jika kemudian kita membagi gram oksigen per gram karbon di II dengan di I, kita mendapatkan rasio bilangan bulat kecil

$$\frac{2,66 \text{ g oksigen / g karbon dalam II}}{1,33 \text{ g oksigen / g karbon dalam I}} = \frac{2}{1}$$

Hukum proporsi ganda memberi tahu kita bahwa, dalam dua senyawa dengan elemen yang sama, fraksi massa satu unsur relatif terhadap unsur lainnya berubah. di kenaikan berdasarkan rasio bilangan bulat kecil. Dalam hal ini, rasionya adalah 2/1 untuk massa karbon tertentu, senyawa

Iti mengandung 2 kali oksigen sebanyak saya, tidak 1.583 kali, 1.716 kali, atau jumlah antara lainnya. Pada bagian selanjutnya, kita akan membahas model yang menjelaskan hukum massa pada skala atom dan mempelajari identitas kedua karbon oksida.

Ringkasan Bagian 2.2

- › Hukum kekekalan massa menyatakan bahwa massa total tetap konstan selama reaksi kimia
- › Hukum komposisi pasti menyatakan bahwa setiap sampel senyawa tertentu memiliki unsur yang sama yang terdapat di bagian massa yang sama.
- › Hukum proporsi ganda menyatakan bahwa, dalam senyawa berbeda dari unsur yang sama, massa dari satu unsur yang bergabung dengan massa tetap yang lain dapat dinyatakan sebagai rasio bilangan bulat kecil

2.3 TEORI ATOM DALTON

Dengan lebih dari 200 tahun melihat ke belakang, mungkin mudah untuk melihat bagaimana hukum massa dapat dijelaskan dengan gagasan bahwa materi ada dalam unit yang tidak dapat dihancurkan, masing-masing dengan massa dan kumpulan properti tertentu, tetapi ini merupakan terobosan besar pada tahun 1808 ketika John Dalton (1766-1844) mempresentasikan teori atomnya tentang materi.

Postulat Teori Atom

Dalton mengungkapkan teorinya dalam serangkaian postulat, yang disajikan di sini dalam istilah modern:

1. Semua materi terdiri dari atom — unit kecil yang tidak dapat dibagi dari sebuah elemen yang tidak dapat dibuat atau dihancurkan. (Ini berasal dari "atom abadi, tidak bisa dihancurkan" yang diajukan oleh Democritus lebih dari 2000 tahun sebelumnya dan mencerminkan kekekalan massa seperti yang dinyatakan oleh Lavoisier.)

2. Atom dari satu elemen tidak bisa diubah menjadi atom dari unsur lain. Dalam reaksi kimia, atom dari zat asli bergabung kembali untuk membentuk zat yang berbeda. (Ini menolak kepercayaan kuno bahwa satu elemen, seperti timbal, dapat diubah menjadi elemen lain yang "lebih mulia", seperti emas.) 3. Atom suatu unsur identik dalam massa dan sifat lainnya dan berbeda dari atom unsur lainnya. (Ini berisi ide-ide baru utama Dalton: massa dan sifat unik untuk atom dari elemen tertentu.) 4. Senyawa hasil kombinasi kimia dari perbandingan atom tertentu dari unsur yang berbeda. (Ini mengikuti langsung dari hukum komposisi tertentu.)

Bagaimana Teori Menjelaskan Hukum Massa

Mari kita lihat bagaimana dalil Dalton menjelaskan hukum massa:

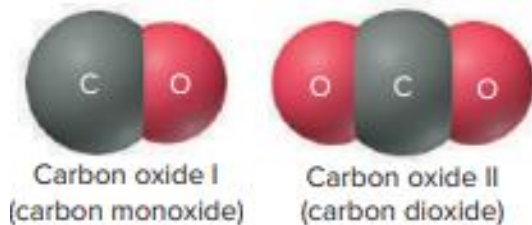
- Konservasi massa. Atom tidak dapat dibuat atau dihancurkan (postulat 1) atau diubah menjadi jenis atom lain (postulat 2). Oleh karena itu, reaksi

kimia tidak mungkin menghasilkan perubahan massa karena atom digabungkan secara berbeda.

- Komposisi yang pasti. Senyawa adalah kombinasi dari perbandingan atom spesifik yang berbeda (postulat 4) yang masing-masing memiliki massa tertentu (postulat 3). Jadi, setiap unsur dalam suatu senyawa harus merupakan fraksi tetap dari massa total.
- Proporsi ganda. Atom suatu unsur memiliki massa yang sama (postulat 3) dan tidak dapat dibagi (postulat 1). Massa unsur B yang bergabung dengan massa tetap unsur A harus memberikan rasio bilangan bulat yang kecil karena jumlah atom B yang berbeda bergabung dengan setiap atom A dalam senyawa yang berbeda.

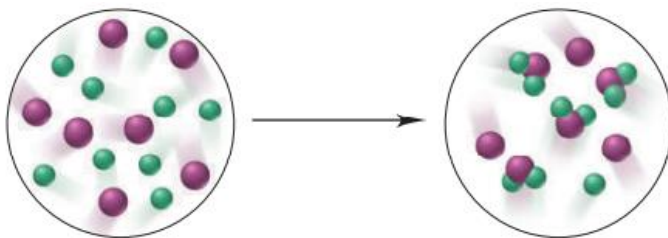
Pengaturan konsisten paling sederhana dengan data massa karbon oksida I dan II dalam contoh sebelumnya adalah bahwa satu atom oksigen bergabung dengan satu atom karbon dalam senyawa I (karbon monoksida) dan dua

atom oksigen bergabung dengan satu atom karbon dalam senyawa II (karbon dioksida)



CONTOH MASALAH 2.3

Memvisualisasikan Hukum Massa. Masalah Pemandangan di bawah ini menunjukkan pandangan skala atom dari reaksi kimia.



Manakah dari hukum massa — kekekalan massa, komposisi pasti, dan / atau banyak proporsi — yang diilustrasikan?

Rencana Dari penggambaran tersebut, kami mencatat angka, warna, dan kombinasi atom (bola) untuk melihat hukum massa mana yang terkait. Jika jumlah setiap atom sama sebelum dan sesudah reaksi, massa total tidak berubah (kekekalan massa). Jika suatu bentuk senyawa yang selalu memiliki rasio atom yang sama, unsur-unsur tersebut berada di bagian tetap berdasarkan massa (komposisi tertentu). Jika unsur-unsur yang sama membentuk senyawa yang berbeda dan perbandingan atom dari satu unsur yang bergabung dengan satu atom unsur lainnya adalah bilangan bulat kecil, rasio massa mereka juga merupakan bilangan bulat kecil (proporsi ganda).

Solusi Ada tujuh atom ungu dan sembilan atom hijau di setiap lingkaran, jadi massa kekal. Senyawa yang terbentuk memiliki satu atom ungu dan dua atom hijau, sehingga memiliki komposisi yang pasti. Hanya satu bentuk majemuk, jadi hukum proporsi berganda tidak berkaitan.

Ringkasan Bagian 2.3

- › Teori atom Dalton menjelaskan hukum massa dengan mengusulkan bahwa semua materi terdiri dari atom massa unik yang tidak dapat dibagi dan tidak dapat diubah.
- › Massa kekal selama reaksi karena atom mempertahankan identitasnya tetapi digabungkan secara berbeda.
- › Setiap senyawa memiliki fraksi massa tetap dari masing-masing unsurnya karena tersusun dari bilangan tetap dari setiap jenis atom.
- › Senyawa yang berbeda dari unsur yang sama menunjukkan banyak proporsi karena masing-masing terdiri dari atom utuh.

2.4 OBSERVASI MENUJU MODEL ATOM NUKLIR

Model Dalton menetapkan bahwa massa elemen yang bereaksi dapat dijelaskan dalam istilah atom, tetapi itu tidak menjelaskan mengapa atom terikat seperti yang mereka lakukan: mengapa, misalnya, melakukan dua, dan bukan tiga, atom hidrogen terikat dengan satu atom oksigen dalam a molekul air?

Selain itu, model atom "bola biliard" Dalton tidak memprediksi keberadaan partikel bermuatan subatom, yang diamati dalam eksperimen pada pergantian tahun ke-20. th abad yang mengarah pada penemuan elektron dan atom inti. Mari kita periksa beberapa eksperimen yang menyelesaikan pertanyaan tentang model Dalton dan mengarah pada model struktur atom kita saat ini.



Pengaruh muatan listrik.

Sumber: Bob Coyle / McGraw-Hill Education

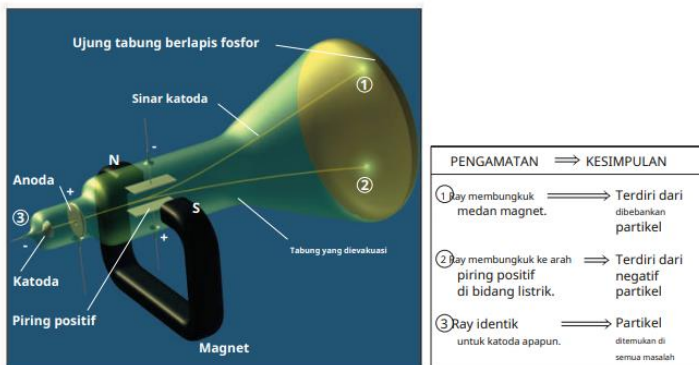
Penemuan Elektron dan Sifatnya

Selama bertahun-tahun, para ilmuwan mengetahui bahwa materi dan muatan listrik saling berhubungan. Saat amber digosok dengan bulu, atau kaca dengan sutra, muatan positif dan negatif terbentuk — muatan yang sama yang

membuat rambut Anda berderak dan menempel di sisir pada hari yang kering (melihat foto). Ilmuwan juga mengetahui bahwa arus listrik dapat menguraikan senyawa tertentu menjadi unsur-unsurnya. Tetapi mereka tidak tahu arus itu terbuat dari apa.

Sinar katoda Untuk mengetahui sifat arus listrik, beberapa penyelidik mencoba melewatkannya melalui tabung kaca yang hampir dievakuasi yang dilengkapi dengan elektroda logam. Ketika sumber tenaga listrik dihidupkan, sebuah "sinar" dapat terlihat mengenai ujung tabung yang dilapisi fosfor, yang memancarkan titik cahaya yang bersinar. Sinar itu disebut sinar katoda karena mereka berasal dari elektroda negatif (katoda) dan pindah ke elektroda positif (anoda). Gambar 2.4 menunjukkan beberapa sifat sinar katoda berdasarkan pengamatan tersebut. Pengaruh muatan listrik. Sumber: Bob Coyle / McGraw-Hill Education Kesimpulan utamanya adalah itu sinar katoda terdiri dari partikel bermuatan negatif ditemukan di semua materi. Sinar menjadi terlihat saat partikel mereka

bertabrakan dengan beberapa molekul gas yang tersisa di tabung yang dievakuasi. Partikel sinar katoda kemudian diberi nama elektron. Ada banyak kasus umum tentang efek partikel bermuatan bertabrakan dengan partikel gas atau menabrak layar berlapis fosfor:



Gambar 2.4 Pengamatan yang menetapkan sifat-sifat sinar katoda.



Tampilan Aurora borealis.

Sumber: © Roman Krochuk / Shutterstock

- Dalam tanda "neon", elektron bertabrakan dengan partikel gas di dalam tabung, menyebabkan mereka mengeluarkan cahaya.
- Aurora borealis, atau cahaya utara (melihat foto), terjadi ketika medan magnet bumi membelokkan aliran partikel bermuatan yang datang dari matahari, yang kemudian bertabrakan dengan partikel gas di atmosfer untuk mengeluarkan cahaya.

- Di televisi dan monitor komputer yang lebih tua, sinar katoda melewati layar berlapis fosfor, menciptakan pola yang kita lihat sebagai gambar.

Massa dan Muatan Elektron Dua eksperimen klasik dan kesimpulannya mengungkapkannya massa dan muatan electron.

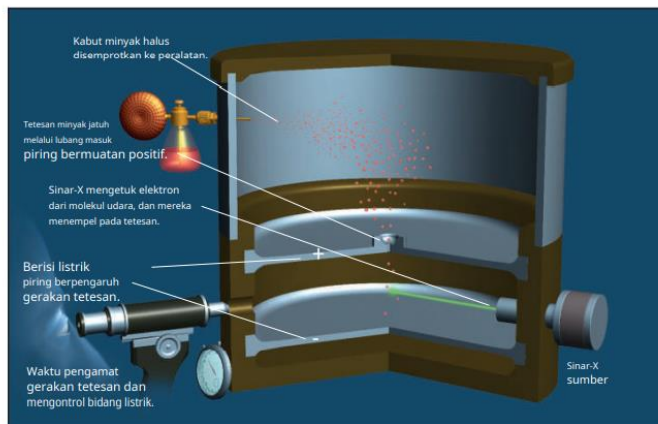
1. Rasio massa / muatan. Pada tahun 1897, fisikawan Inggris J.J. Thomson (1856–1940) mengukur rasio massa partikel sinar katoda dengan muatannya. Dengan membandingkan nilai ini dengan rasio massa / muatan untuk partikel bermuatan paling ringan dalam larutan, Thomson memperkirakan bahwa partikel sinar katoda memiliki berat kurang dari 1/1000 sebanyak hidrogen, atom paling ringan! Dia terkejut karena ini menyiratkan bahwa, bertentangan dengan teori atom Dalton, atom mengandung partikel yang lebih kecil. Rekan ilmuwan bereaksi dengan tidak

percaya pada kesimpulan Thomson; beberapa bahkan mengira dia bercanda.

2. Muatan. Pada tahun 1909, fisikawan Amerika Robert Millikan (1868–1953) mengukur itu muatan elektron. Dia melakukannya dengan mengamati pergerakan tetesan minyak kecil dalam peralatan yang berisi pelat bermuatan listrik dan sumber sinar-X (Gambar 2.5). Sinar-X menjatuhkan elektron dari molekul gas di udara di dalam peralatan, dan elektron yang menempel pada tetesan minyak jatuh melalui lubang di pelat bermuatan positif. Dengan medan listrik mati, Millikan mengukur massa tetesan yang sekarang bermuatan negatif dari kecepatan jatuhnya. Kemudian, dengan menyesuaikan kekuatan medan, dia membuat droplet lambat dan menggantung, yang memungkinkan dia untuk mengukur muatan totalnya.

Setelah berkali-kali mencoba, Millikan menemukan bahwa muatan total dari berbagai

tetesannya selalu beberapa kelipatan bilangan bulat dari muatan minimum. Jika tetesan minyak berbeda mengambil sejumlah elektron yang berbeda, ia beralasan bahwa muatan minimum ini pasti muatan elektron itu sendiri. Hebatnya, nilai itu dia hitung lebih dari seabad yang lalu berada dalam 1% dari nilai modern muatan elektron, $-1.602 \times 10^{-19} \text{ C}$ (C singkatan dari Coulomb, unit SI yang dibebankan).



Gambar 2.5 Eksperimen tetesan minyak Millikan untuk mengukur muatan elektron. Muatan total pada tetesan minyak adalah kelipatan bilangan bulat dari muatan elektron.

3. Kesimpulan: menghitung massa elektron. Rasio massa / muatan elektron, dari pekerjaan Thomson dan lainnya, dikalikan dengan nilai muatan elektron memberikan massa elektron, yaitu sangat kecil

$$\begin{aligned}\text{Mass of electron} &= \frac{\text{mass}}{\text{charge}} \times \text{charge} = \left(-5.686 \times 10^{-12} \frac{\text{kg}}{e} \right) (-1.602 \times 10^{-19} e) \\ &= 9.109 \times 10^{-31} \text{ kg} = 9.109 \times 10^{-28} \text{ g}\end{aligned}$$

Penemuan Inti Atom

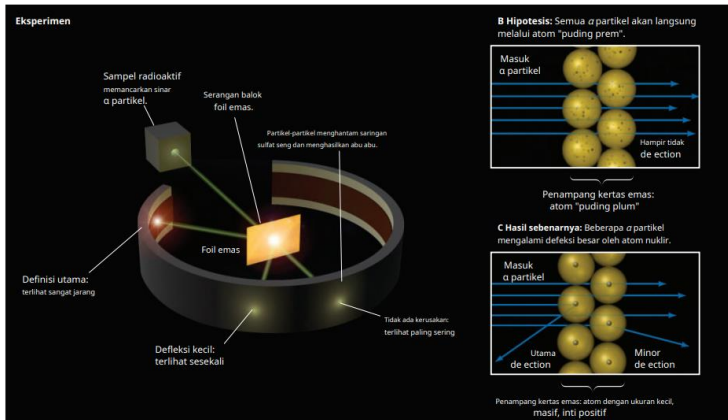
Kehadiran elektron di semua materi memunculkan dua pertanyaan utama tentang struktur atom. Materi bersifat netral secara elektrik, jadi atom harus juga. Tetapi jika atom mengandung elektron bermuatan negatif, muatan positif apa yang menyeimbangkannya? Dan jika elektron memiliki massa sekecil itu, apa yang menyebabkan massa atom jauh lebih besar? Untuk mengatasi masalah ini, Thomson mengajukan model "puding plum" —sebuah atom bola yang terdiri dari materi bermuatan positif yang

menyebar dengan elektron yang tertanam di dalamnya seperti "kismis dalam puding prem".

Pada tahun 1910, fisikawan kelahiran Selandia Baru Ernest Rutherford (1871–1937) menguji model ini dan memperoleh hasil yang sangat tidak terduga (Gambar 2.6):

1. Desain eksperimental. Gambar 2.6A menunjukkan pengaturan eksperimental, di mana partikel alfa (α) yang kecil, padat, bermuatan positif yang dipancarkan dari radium ditujukan ke kertas emas. Saringan melingkar, seng-sulfida mencatat defleksi (sudut hamburan) partikel α yang muncul dari foil dengan memancarkan kilatan cahaya saat partikel menabraknya.
2. Hipotesis dan hasil yang diharapkan. Dengan mempertimbangkan model Thomson (Gambar 2.6B), Rutherford hanya mengharapkan defleksi kecil, jika ada, dari partikel α karena mereka harus bertindak sebagai peluru dan menembus atom emas. Bagaimanapun, dia beralasan, elektron

seharusnya tidak dapat membelokkan partikel α lebih dari Ping-pong. Bola bisa menangkis bola bisbol.



Gambar 2.6 Eksperimen hamburan α Rutherford dan penemuan inti atom.

3. Hasil nyata. Hasil awal konsisten dengan hipotesis ini, tetapi kemudian terjadi yang tidak diharapkan (Gambar 2.6C). Seperti yang diingat Rutherford: "Saya ingat dua atau tiga hari kemudian Geiger [salah satu rekan kerjanya] datang kepada saya dengan sangat gembira dan berkata, 'Kami bisa mendapatkan beberapa partikel α mundur. Itu adalah peristiwa paling luar

biasa yang pernah terjadi pada saya dalam hidup saya. Itu hampir luar biasa seolah-olah Anda menembakkan cangkang 15 inci ke selebar kertas tisu dan itu kembali dan mengenai Anda." Data menunjukkan sangat sedikit partikel α yang dibelokkan sama sekali dan hanya 1 dari 20.000 yang dibelokkan lebih dari 90° ("mundur").

4. Kesimpulan Rutherford. Rutherford menyimpulkan bahwa beberapa partikel α ini ditolak oleh sesuatu yang kecil, padat, dan positif di dalam atom emas. Perhitungan berdasarkan massa, muatan, dan kecepatan partikel α serta fraksi defleksi sudut besar ini menunjukkan bahwa:

- Sebagian besar atom adalah ruang yang ditempati oleh elektron.
- Di tengah adalah wilayah kecil, yang disebut Rutherford inti, yang mengandung semua muatan positif dan pada dasarnya semua massa atom.

Dia mengusulkan bahwa partikel positif terletak di dalam inti dan memanggilnya proton.

Model Rutherford menjelaskan sifat materi yang bermuatan, tetapi tidak dapat menjelaskan semua massa atom. Setelah lebih dari 20 tahun, pada tahun 1932, James Chadwick (1891–1974) menemukan neutron, sebuah partikel padat yang tidak bermuatan yang juga berada di dalam nukleus.

Ringkasan Bagian 2.4

- › Beberapa penemuan besar di pergantian tahun ke-20th Century menyelesaikan pertanyaan tentang model Dalton dan mengarah ke model struktur atom kita saat ini.
- › Sinar katoda terbukti terdiri dari partikel negatif (elektron) yang ada di semua materi. J.J. Thomson mengukur rasio massa / muatannya dan menyimpulkan bahwa mereka jauh lebih kecil dan lebih ringan daripada atom.
- › Robert Millikan menentukan muatan elektron, yang ia gabungkan dengan data lain untuk menghitung massanya.

› Ernest Rutherford mengemukakan bahwa atom terdiri dari inti kecil, masif, dan bermuatan positif yang dikelilingi oleh elektron.

2.5 TEORI ATOM HARI INI

Model Dalton tentang partikel tak terpisahkan telah digantikan oleh model atom kita saat ini dengan arsitektur internal partikel subatom yang rumit.

Struktur Atom

Sebuah atom adalah entitas bola netral elektrik yang terdiri dari inti pusat bermuatan positif yang dikelilingi oleh satu atau lebih elektron bermuatan negatif (Gambar 2.7). Mari kita periksa beberapa fiturnya:

- Elektron bergerak cepat dalam volume yang tersedia, tertahan di sana oleh tarikan inti. (Untuk menunjukkan gerakan mereka, mereka sering digambarkan sebagai warna buram yang keruh,

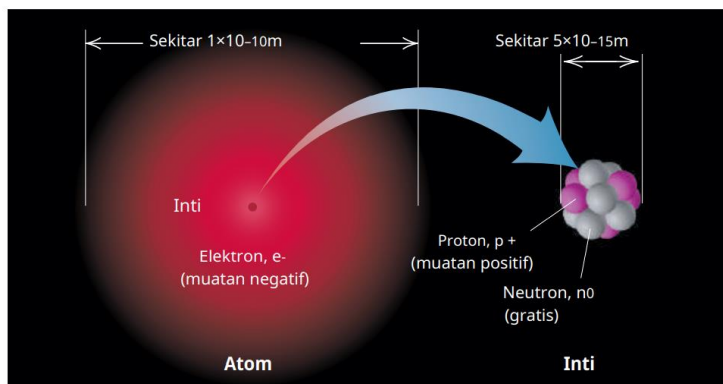
paling gelap di sekitar titik pusat — nukleus — dan menjadi lebih pucat ke arah tepi luar.)

- Inti terdiri dari proton dan neutron (satu-satunya pengecualian adalah inti paling sederhana dari unsur hidrogen, yang hanya berupa proton).
- Proton (p^+) memiliki muatan positif dan neutron (n^0) tidak memiliki muatan; semua muatan positif inti dihasilkan dari protonnya.
- Muatan proton sama besarnya dengan muatan sebuah elektron (e^-) tetapi berlawanan tanda. *Atom netral karena jumlah proton di inti sama dengan jumlah elektron mengelilingi inti.*
- Massa proton atau neutron hampir 2000 kali lebih besar dari massa elektron.
- Diameter atom ($\sim 1 \times 10^{-10}$ m) kira-kira 20.000 kali diameter nukleusnya ($\sim 5 \times 10^{-15}$ m). · Inti menyumbang 99,97% massa atom tetapi hanya menempati sekitar 1 kuadriliun dari volumenya, jadi sangat padat: sekitar 1014 g / mL.

Inti Mungil dan Masif

Beberapa analogi dapat membantu Anda memahami sifat luar biasa dari inti atom. Sebuah inti berukuran titik di akhir kalimat akan memiliki berat sekitar 100 ton, sebanyak 50 mobil! Sebuah atom seukuran Houston Astrodome akan memiliki inti sebesar kacang hijau yang berisi hampir semua massa stadion. Jika diameter inti sekitar 1 cm, atom akan berdiameter sekitar 200 m, atau lebih dari panjang dua lapangan bola!

Beberapa sifat dari ketiga partikel subatom ini tercantum pada Tabel 2.2.



Gambar 2.7 Ciri-ciri umum atom.

Nomor Atom, Nomor Massa, dan Simbol Atom

Nomor atom (Z) suatu unsur sama dengan jumlah proton di dalam inti atom dari masing-masing atomnya. Semua atom suatu unsur memiliki nomor atom yang sama, dan nomor atom setiap unsur berbeda dari nomor atom lainnya. Semua atom karbon ($Z = 6$) memiliki 6 proton, semua atom oksigen ($Z = 8$) memiliki 8 proton, dan semua atom uranium ($Z = 92$) memiliki 92 proton. Saat ini terdapat 118 unsur yang diketahui, 90 di antaranya terjadi di alam dan 28 telah disintesis oleh ilmuwan nuklir.

Nomor massa (A) adalah jumlah total proton dan neutron dalam inti atom. Setiap proton dan setiap neutron menyumbang satu unit ke nomor massa. Jadi, atom karbon dengan 6 proton dan 6 neutron pada intinya memiliki nomor massa 12, dan atom uranium dengan 92 proton dan 146 neutron pada intinya memiliki nomor massa 238.

Simbol atom (atau simbol elemen) suatu unsur didasarkan pada nama Inggris, Latin, atau Yunani, seperti C untuk karbon, Cl untuk klorin, dan Na untuk natrium (Latin natrium). Sering ditulis dengan lambang adalah nomor atom (*Z*) sebagai kiri subskrip dan nomor massa (*A*) sebagai kiri superscript, jadi elemen X akan menjadi A_ZX (Gambar 2.8 A).

Karena nomor massa adalah jumlah proton dan neutron, jumlah neutron (*N*) sama dengan nomor massa dikurangi nomor atom:

$$\begin{aligned} \text{Jumlah neutron} &= \text{nomor massa} - \text{nomor atom, atau } N \\ &= A - Z \quad (2.2) \end{aligned}$$

Jadi, atom klor, dilambangkan ${}^{35}_{17}\text{Cl}$, memiliki $A = 35$, $Z = 17$, dan $N = 35 - 17 = 18$. Karena setiap unsur memiliki nomor atomnya sendiri, kita juga mengetahui nomor atomnya dari simbol. Misalnya, alih-alih menulis ${}^{12}_6\text{C}$ untuk karbon dengan nomor massa 12, kita bisa menulis ${}^{12}\text{C}$ (diucapkan "karbon dua belas"), dengan $Z = 6$ mengerti. Cara lain untuk beri nama atom ini karbon-12.

Tabel 2.2 | Sifat Tiga Partikel Subatomik Utama

Nama (Simbol)	Muatan		Massa		Lokasi di Atom
	Relatif	Mutlak (C) *	Relatif (amu) †	Mutlak (g)	
Proton (p ⁺)	1+	$+1,60218 \times 10^{-19}$	1,00727	$1,67262 \times 10^{-24}$	Inti
Neutron (n ⁰)	0	0	1,00866	$1,67493 \times 10^{-24}$	Inti
Elektron (e ⁻)	1-	$-1,60218 \times 10^{-19}$	0,00054858	$9,10939 \times 10^{-28}$	Di luar inti

* Coulomb (C) adalah satuan SI dari muatan.

† Satuan massa atom (amu) sama dengan $1,66054 \times 10^{-24}$ g; itu dibahas nanti di bagian ini.

Isotop

Semua atom suatu unsur memiliki nomor atom yang sama tetapi tidak memiliki nomor massa yang sama. Isotop unsur adalah atom yang memiliki jumlah neutron yang berbeda dan karena itu nomor massanya berbeda. Sebagian besar elemen terjadi di alam pada khususnya komposisi isotop, yang menentukan kelimpahan

proporsional dari masing-masing isotopnya. Misalnya, semua atom karbon ($Z = 6$) memiliki 6 proton dan 6 elektron, tetapi hanya 98,89% atom karbon alami yang memiliki 6 neutron ($A = 12$). Sebagian kecil (1,11%) memiliki 7 neutron ($A = 13$), dan bahkan lebih sedikit (kurang dari 0,01%) memiliki 8 ($A = 14$). Ini adalah tiga isotop karbon yang terjadi secara alami— ^{12}C , ^{13}C , dan ^{14}C . Sampel karbon alami memiliki tiga isotop dalam proporsi relative. Lima lainnya isotop karbon— ^9C , ^{10}C , ^{11}C , ^{15}C , dan ^{16}C — telah dibuat di laboratorium. Gambar 2.8B menggambarkan nomor atom, nomor massa, dan simbol empat atom, dua di antaranya adalah isotop unsur uranium.

Poin utamanya adalah bahwa sifat kimia suatu unsur ditentukan terutama dengan jumlah elektron, jadi semua isotop suatu unsur memiliki bahan kimia yang hampir identic perilaku kal, Padahal mereka memiliki massa yang berbeda.

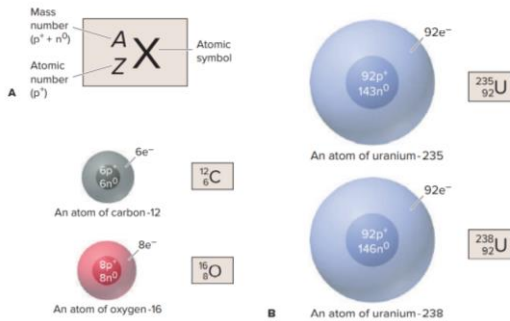


Figure 2.8 Atom notation. **A**, The meaning of the A_ZX notation. **B**, Notations and spherical representations for four atoms. (The nuclei are not drawn to scale.)

CONTOH MASALAH 2.4

Menentukan Jumlah Partikel Subatom dalam Isotop suatu Unsur.

Masalah Silicon (Si) adalah komponen utama dari chip semikonduktor. Ia memiliki tiga isotop yang terjadi secara alami: ${}^{28}\text{Si}$, ${}^{29}\text{Si}$, dan ${}^{30}\text{Si}$. Tentukan jumlah proton, elektron, dan neutron dalam atom setiap isotop silikon.

Rencana Nomor massa (A; kiri superskrip) dari masing-masing tiga isotop diberikan, yang merupakan jumlah proton dan neutron. Dari Daftar Unsur di depan buku, kita temukan nomor atom (Z, jumlah proton), yang sama dengan jumlah elektron. Kami mendapatkan jumlah neutron dengan mengurangkan Z dari A (Persamaan 2.2)

Solusi Dari Daftar Unsur, nomor atom silikon adalah 14. Oleh karena itu,

^{28}Si memiliki 14p^+ , 14e^- , dan 14n^0 (28-14)

^{29}Si memiliki 14p^+ , 14e^- , dan 15n^0 (29-14)

^{30}Si memiliki 14p^+ , 14e^- , dan 16n^0 (30-14)

TINDAK LANJUT MASALAH

2.4A Titanium, unsur paling melimpah kesembilan, digunakan secara struktural di banyak objek, seperti turbin listrik, badan pesawat, dan rangka sepeda. Ia memiliki lima isotop yang terjadi secara alami: ^{46}Ti , ^{47}Ti ,

^{48}Ti , ^{49}Ti , dan ^{50}Ti . Berapa banyak proton, elektron, dan neutron dalam satu atom dari setiap isotop?

Massa Atom Unsur

Massa atom diukur relatif dengan massa standar atom. Standar modern adalah atom karbon-12, yang massanya didefinisikan sebagai persis 12 atom satuan massa. Jadi, satuan massa atom (amu) adalah $1/12$ massa atom karbon-12. Berdasarkan standar ini, atom ^1H memiliki massa 1,008 amu; dengan kata lain, atom ^{12}C memiliki hampir 12 kali massa sebuah ^1H atom. Kami akan terus menggunakan istilah tersebut satuan massa atom dalam teks, meskipun nama unit telah diubah menjadi dalton (Da); jadi, satu atom ^{12}C memiliki massa 12 dalton (12 Da, atau 12 amu). Satuan massa atom adalah satuan massa relatif, tetapi ia setara dengan massa absolut $1,66054 \times 10^{-24}$ g.

Menemukan Massa Atom dari Komposisi Isotop

Komposisi isotop suatu unsur ditentukan oleh spektrometri massa, metode untuk mengukur massa relatif dan kelimpahan partikel skala atom dengan sangat tepat.

Dalam teknik canggih ini, elektron berenergi tinggi bertabrakan dengan sebuah partikel — katakanlah, atom neon-20 menjatuhkan salah satu elektron atom untuk menghasilkan partikel yang memiliki satu muatan positif, Ne^+ (Gambar 2.9A). Jadi, partikel tersebut memiliki rasio massa / muatan (saya) yang sama dengan massanya dibagi 1^+ . Gambar 2.9B menggambarkan proses pengambilan sampel dari tiga isotop neon yang terjadi secara alami. Partikel bermuatan positif ditarik ke arah serangkaian pelat bermuatan negatif dengan celah di dalamnya. Beberapa partikel melewati celah ke dalam tabung yang dievakuasi yang terkena medan magnet. Saat partikel memasuki wilayah ini, jalurnya bengkok; partikel paling ringan (terendah saya) dibelokkan paling banyak dan partikel terberat (tertinggi saya) paling sedikit. Di ujung wilayah, partikel menabrak detektor, yang mencatat posisi

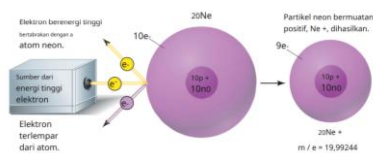
relatif dan kelimpahannya (Gambar 2.9C). Kelimpahan relatif adalah persentase (atau fraksi) dari setiap isotop dalam sampel elemen. Misalnya, kelimpahan relative ^{20}Ne adalah 90,48% (atau 0,9048), yang berarti bahwa 90,48% atom neon dalam sampel neon yang terjadi secara alami memiliki jumlah massa 20. Sisa sampel neon adalah 0,27% ^{21}Ne dan 9,25% ^{22}Ne .

Spektrometer massa juga memberikan rasio massa isotop, seperti ^{20}Ne , untuk ^{12}C :

$$\frac{\text{Mass of } ^{20}\text{Ne atom}}{\text{Mass of } ^{12}\text{C standard}} = 1.666037$$

Dari rasio massa ini, kami menemukan massa isotop dari ^{20}Ne atom, massa isotop neon ini relatif terhadap ^{12}C .

$$\begin{aligned} \text{Isotopic mass of } ^{20}\text{Ne} &= \text{measured mass ratio} \times \text{mass of } ^{12}\text{C} \\ &= 1.666037 \times 12 \text{ amu} = 19.99244 \text{ amu} \end{aligned}$$



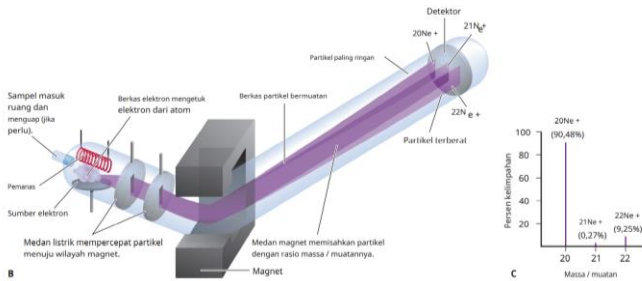


Figure 2.9 The mass spectrometer and its data.
A. Formation of a positively charged neon particle (Ne^+).
B. Particles are separated by their m/e values. **C.** The percent abundance of each isotope.

Dari massa isotopik dan data kelimpahan relatif, kita dapat **memperoleh massa atom** (juga disebut berat atom) dari elemen, *rata-rata* massa isotop alami yang terjadi *tertimbang sesuai dengan kelimpahannya*. Setiap isotop alami dari elemen berkontribusi sebagian tertentu untuk massa atom; porsi itu dihitung dengan mengalikan massa setiap isotop alami oleh kelimpahan fraksionalnya. Bagian individu dijumlahkan untuk menemukan massa atom rata-rata elemen:

$$\text{Massa atom} = \sum(\text{massa isotop}) (\text{kelimpahan fraksional isotop}) \quad (2,3)$$

di mana kelimpahan fraksional isotop adalah persentase kelimpahan alami dari isotop dibagi by 100 dan Σ menunjukkan jumlah. Misalnya, kami menggunakan data dari analisis spektrometrik massa neon (Gambar 2.9C) untuk menghitung massa atom rata-rata neon:

Isotope	Isotopic Mass (amu)	% Relative Abundance	Fractional Abundance	Isotopic Mass \times Fractional Abundance
^{20}Ne	19.99244	90.48	0.9048	$19.99244 \text{ amu} \times 0.9048 = 18.0892 \text{ amu}$
^{21}Ne	20.99385	0.27	0.0027	$20.99385 \text{ amu} \times 0.0027 = 0.05668 \text{ amu}$
^{22}Ne	21.99139	9.25	0.0925	$21.99139 \text{ amu} \times 0.0925 = 2.0342 \text{ amu}$
Average atomic mass = Sum =				20.18008 amu
				= 20.18 amu

Massa atom adalah nilai rata-rata; yaitu, sementara tidak ada atom neon individu yang memiliki massa 20,18 amu, di laboratorium, kami menganggap sampel neon terdiri dari atom dengan massa rata-rata ini. Perhatikan bahwa, karena isotop ^{20}Ne jauh lebih berlimpah (90,48%) daripada dua isotop lainnya, massa atom neon jauh lebih dekat dengan massa isotop itu daripada massa dari dua isotop yang lebih berat.

CONTOH MASALAH 2.5

Menghitung Massa Atom Elemen

Masalah Silver (Ag; $Z = 47$) memiliki 46 isotop yang diketahui, tetapi hanya 2 yang terjadi secara alami, ^{107}Ag dan ^{109}Ag . Dengan data berikut, hitung massa atom Ag:

Massa Isotop (%)	(amu)	Kelimpahan
^{107}Ag	106,90509	51,84
^{109}Ag	108,90476	48,16

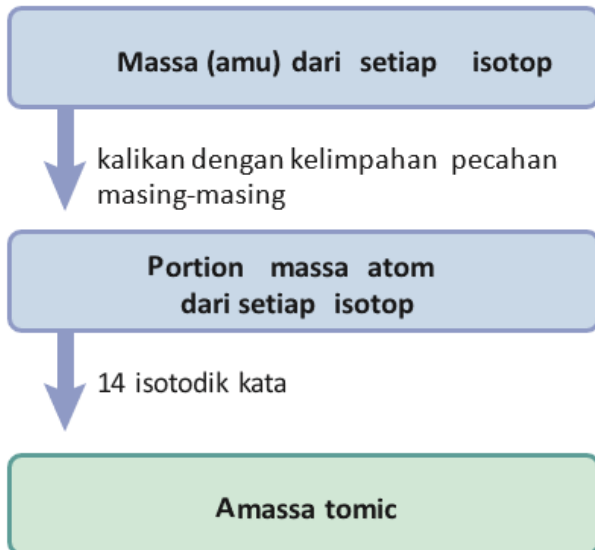
rencana Dari massa dan kelimpahan dua isotop Ag, kita harus menemukan atom massa Ag (rata-rata tertimbang massa isotopik). Kami membagi setiap persen kelimpahan dengan 100 untuk mendapatkan kelimpahan fraksional dan kemudian kalikan dengan setiap isotopik muntuk menemukan bagian dari massa atom yang disumbangkan oleh setiap isotop. Jumlah bagian isotopik adalah massa atom (Persamaan 2.3). **larutan**
Menemukan kelimpahan fraksional:

Kelimpahan fraksi $^{107}\text{Ag} = 51,84/100 = 0,5184$; demikian pula: $^{109}\text{Ag} = 0,4816$ Menemukan bagian massa atom dari setiap isotop:

Bagian massa atom dari $^{107}\text{Ag} = \text{massa isotopik} \times \text{fraksi}$
 $= 106.90509 \text{ amu} \times 0,5184 = 55,42 \text{ amu}$

Bagian massa atom dari $^{109}\text{Ag} = 108.90476 \text{ amu} \times 0,4816$
 $= 52,45 \text{ amu}$ Menemukan massa atom perak:

Massa atom Ag = $55,42 \text{ amu} + 52,45 \text{ amu} = 107,87$



Interval Massa Atom Dari saat Dalton mengusulkan teori atomnya melalui sebagian besar abad ke-20, massa atom dianggap konstanta alam, seperti kecepatan cahaya. Namun, pada tahun 1969, International Union of Pure and Applied Chemistry (IUPAC) menolak ide ini karena hasil dari spektrometer massa yang lebih maju menunjukkan variasi yang konsisten dalam komposisi isotopik dari sumber ke sumber.

Pada tahun 2009, IUPAC mengusulkan *agar interval massa atom* digunakan untuk 10 elemen dengan variasi yang sangat besar dalam komposisi isotopik: hidrogen (H), lithium (Li), boron (B), karbon (C), nitrogen (N), oksigen (O), silikon (Si), belerang (S), klorin (Cl), dan thallium (Tl). Baru-baru ini, magnesium (Mg), bromin (Br), dan argon (Ar) masing-masing telah ditugaskan interval massa atom juga. Misalnya, karena komposisi isotopik hidrogen dari lautan, sungai, dan danau, dari berbagai mineral, dan dari sedimen organik sangat bervariasi, massa atomnya sekarang diberikan sebagai interval [1,00784; 1,00811], yang berarti bahwa mass

lebih besar dari atau sama dengan 1,00784 dan kurang dari atau sama dengan 1,00784 dan kurang dari atau sama dengan 1,00 Penting untuk menyadari bahwa massa isotop elemen yang diberikan konstan, tetapi *proporsi isotop bervariasi dari sumber ke sumber*.

Interval massa atom adalah tant imporuntuk pekerjaan yang sangat tepat; namun, karena teks ini menggunakan empat angka signifikan untuk massa atom dalam perhitungan — misalnya, 1.008 amu untuk massa atom H — perubahan tidak mempengaruhi diskusi kita (lihat Daftar Elemen di depan buku). Juga, perbedaan kecil dalam komposisi seperti itu tidak membatalkan gagasan dasar hukum komposisi yang pasti: elemen terjadi dalam proporsi tetap berdasarkan massa dalam senyawa, tidak peduli apa sumbernya (Bagian 2.2).

› Ringkasan Bagian 2.5

› Atom has intipusat, yang mengandung proton bermuatan positif dan neutron yang belum diisi dan

dikelilingi oleh elektron bermuatan negatif. Atom netral karena jumlah elektron sama dengan jumlah proton.

- › Atom diwakili oleh notasi A_ZX , di mana Z adalah nomor atom (jumlah proton), *Nomor* massa (jumlah proton dan neutron), dan X simbol atom.
- › Elemen terjadi secara alami sebagai campuran isotop, atom dengan jumlah proton yang sama tetapi sejumlah neutron yang berbeda. Setiap isotop memiliki massa relatif terhadap standar massa ${}^{12}\text{C}$.
- › Massa atom elemen adalah rata-rata massa isotopiknya yang ditimbang sesuai dengan kelimpahan alami mereka. Ini ditentukan menggunakan spektrometer massa.

2.6 ELEMEN: PADA TABEL PERIODIK

Pada akhir abad ke-18, Lavoisier menyusun daftar 23 elemen yang diketahui pada waktu itu; pada tahun 1870, 65 diketahui; pada tahun 1925, 88; hari ini, ada 118! Pada

pertengahan abad ke-19, sejumlah besar informasi mengenai reaksi, properti, dan massa atom elemen telah terakumulasi. Beberapa peneliti mencatat berulang, atau *berkala*, pola perilaku dan skema yang diusulkan untuk mengatur elemen sesuai dengan beberapa properti mendasar.

Pada tahun 1871, ahli kimia Rusia Dmitri Mendeleev (1836–1907) menerbitkan skema pengorganisasian ini yang paling sukses sebagai tabel elemen yang terdaftar dengan meningkatkan massa atom dan diatur sehingga elemen dengan sifat kimia serupa jatuh di kolom yang sama. Tabel periodik modern **dari elemen- elemen**, berdasarkan versi Mendeleev (tetapi diatur berdasarkan *nomor atom*, bukan massa), adalah salah satu skema pengklasifikasian besar dalam sains dan alat yang sangat diperlukan bagi ahli kimia — dan siswa kimia.

Organisasi Tabel Periodik Satu versi umum tabel periodik modern muncul di depan buku dan di Gambar 2.10. Ini diformat sebagai berikut:

1. Setiap elemen memiliki kotak yang berisi nomor atom, simbol atom, dan massa atom. (Massa dalam tanda kurung adalah jumlah massa dari isotop yang paling stabil dari elemen itu.) Kotak-kotak itu terletak, dari kiri ke kanan, *dalam rangka meningkatkan* jumlah atom (jumlah proton dalam inti).

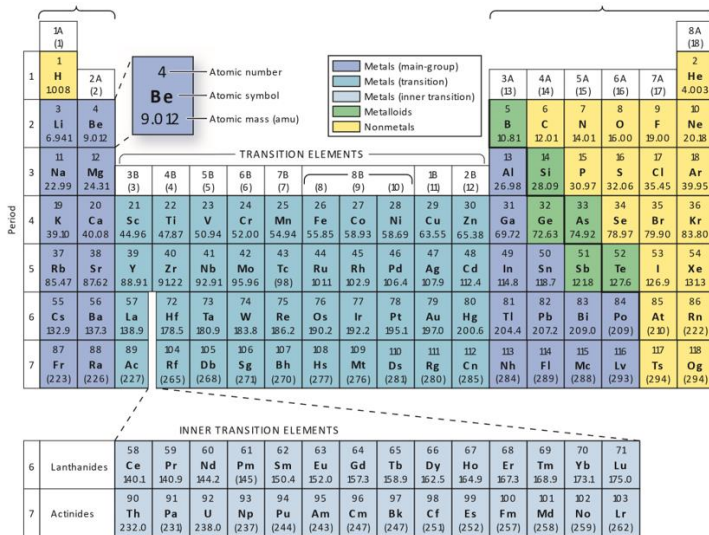


Figure 2.10 The modern periodic table.

2. Kotak disusun menjadi kisi titik (**baris** horizontal) dan **grup (kolom** vertical). Setiap periode memiliki angka dari 1 hingga 7. Setiap grup memiliki angka dari 1 hingga 8 dan baik huruf A atau B. Sistem yang lebih baru, dengan nomor grup dari 1 hingga 18 tetapi tidak ada huruf, muncul dalam tanda kurung di bawah sebutan huruf angka. (Teks menggunakan sistem angka-huruf dan menunjukkan nomor grup yang lebih baru dalam tanda kurung.)

3. Delapan kelompok A (dua di sebelah kiri dan enam di sebelah kanan) *berisi elemen kelompok utama*. Sepuluh grup B, yang terletak di antara Grup 2A(2) dan 3A(13), berisi elemen *transisi*. Dua rangkaian horizontal *elemen transisi dalam*, lanthanides dan actinides, cocok *antara* elemen di Grup 3B(3) dan Grup 4B(4) dan ditempatkan di bawah isi utama tabel.

Mengklasifikasikan Elemen Salah satu cara paling jelas untuk mengklasifikasikan elemen adalah sebagai logam, nonmetal, dan metalloid. Garis "tangga" yang

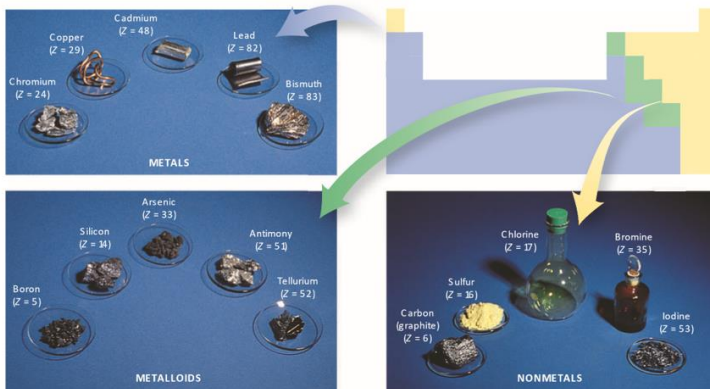
membentang dari atas Grup 3A(13) ke bagian bawah Grup 6A(16) adalah garis pemilah:

- Logam (tiga nuansa birudi Gambar 2.10) terletak di bagian besar, kiri bawah tabel. Sekitar tiga perempat elemen adalah logam, termasuk banyak elemen kelompok utama dan semua elemen transisi dan transisi dalam. Mereka adalah padatan mengkilap generall y pada suhu kamar (merkuri adalah satu-satunya cairan) yang melakukan panas dan listrik dengan baik. Mereka dapat dikakas menjadi lembaran (mudah dimengerti) dan kabel (adalah duktil).
- **Nonmetal** (*kuning*) terletak di bagian kecil, kanan atas meja (with pengecualian hidrogen nonmetal di sudut kiri atas). Mereka umumnya gas atau kusam, padatan rapuh pada suhu kamar (bromin adalah satu-satunya cairan) dan melakukan panas dan listrik dengan buruk.

- Logam (*hijau*; juga disebut **semimetal**), yang terletak di sepanjang garis tangga, memiliki sifat antara logam dan nonmetal.

Gambar 2.11 menunjukkan contoh dari tiga kelas elemen ini. Berikut adalah dua poin utama yang perlu diingat:

- Secara umum, elemen dalam kelompok memiliki sifat kimia yang sama, dan elemen dalam satu periode memiliki sifat kimia yang berbeda.



Gambar 2.11 Beberapa logam, metalloid, dan nonmetal. Sumber: Stephen Frisch/McGraw-Hill Education

- Meskipun klasifikasi elemen menjadi tiga jenis, pada kenyataannya ada gradasi dalam properti dari kiri ke kanan dan atas ke bawah. Penting untuk mempelajari beberapa nama grup (keluarga) :
 - Grup 1A(1) (kecuali hidrogen)—*logam alkali* (logam reaktif)
 - Grup 2A(2)—*logam tanah alkali* (logam reaktif)
 - Grup 7A(17)—*halogen* (nonmetal reaktif)
 - Grup 8 A(18)—gas mulia (nonmetal yang relatif tidak reaktif)

Kelompok utama lainnya [3A(13) hingga 6A(16)] sering dinamai untuk elemen pertama dalam kelompok; misalnya, Grup 6A(16) adalah keluarga *oksigen*. Dua cabang utama kimia secara tradisional telah didefinisikan oleh elemen yang setiap studi. *Kimia organik* mempelajari senyawa karbohidrat pada, khususnya yang mengandung hidrogen dan sering oksigen, nitrogen, dan

beberapa elemen lainnya. Cabang ini berkaitan dengan bahan bakar, obat-obatan, pewarna, dan jenisnya. *Kimia anorganik*, di sisi lain, berfokus pada senyawa semua elemen lain dan berkaitan dengan katalis, bahan elektronik, paduan logam, garam mineral, dan semacampunya. Dengan pertumbuhan eksplosif dalam ilmu biomedis dan bahan, garis antara cabang-cabang ini, dalam praktiknya, hampir menghilang.

CONTOH MASALAH 2.6

Mengidentifikasi Elemen dari Nilai Z -nya

Masalah Dari masing-masing nilai Z berikut, berikan nama, simbol, dan grup dan nomor periode elemen, dan klasifikasikan sebagai logam kelompok utama, logam transisi, logam transisi dalam, nonmetal, atau metalloid: (a) $Z = 38$; (b) $Z = 17$; (c) $Z = 27$.

Rencana nilai Z adalah nomor atom dari elemen. Daftar Elemen di depan buku adalah alfabet, jadi kami mencari

nama dan simbol elemen. Kemudian kita menggunakan tabel periodik untuk menemukan nomor grup (bagian atas kolom) dan nomor periode (ujung kiri baris) di mana elemen berada. Kami mengklasifikasikan elemen dari pengkodean warna dalam tabel periodik.

Ringkasan Bagian 2.6

- › Dalam tabel periodik, elemen disusun dengan nomor atom ke dalam periode horizontal dan kelompok vertikal.
- › Nonmetal muncul di bagian kanan atas meja, metalloid berbaring di sepanjang garis tangga, dan logam mengisi sisa meja.
- › Elements dalam kelompok memiliki perilaku yang sama, sedangkan elemen dalam periode memiliki perilaku yang berbeda.

2.7 SENYAWA: PENGENALAN IKATAN

Selain beberapa pengecualian, sebagian *besar elemen terjadi di alam dalam senyawa yang dikombinasikan*

dengan elemen lain. Hanya beberapa elemen yang terjadi bebas di alam:

- Gas mulia—helium (He), neon (Ne), argon (Ar), krypton (Kr), xenon (Xe), dan radon (Rn)—terjadi di udara sebagai atom terpisah.
- Oksigen (O), nitrogen (N), dan belerang (S) terjadi dalam bentuk elemen yang paling umum sebagai molekul O_2 , N_2 , dan S_8 .
- Karbon (C) terjadi dalam endapan batu bara yang luas dan hampir murni.
- Beberapa logam—tembaga (Cu), perak (Ag), emas (Au), dan platinum (Pt)—terkadang ditemukan tidak dikombinasikan.

Elemen digabungkan dalam dua cara umum, dan *keduanya melibatkan elektron atom elemen berinteraksi:*

1. *Mentransfer elektron dari atom dari satu elemen ke atom dari elemen lain untuk membentuk senyawa **ionik***

2. *Berbagi elektron* antara atom dari berbagai elemen untuk membentuk senyawa **valen**, Proses ini menghasilkan ikatan **kimia**, kekuatan yang menyatukan atom dalam senyawa. Bagian ini memperkenalkan pembentukan majemuk, yang akan kita bahas secara lebih rinci di bab-bab selanjutnya.

Pembentukan Senyawa Ionik

Senyawa ionik terdiri dari **ion**, partikel bermuatan yang terbentuk ketika atom (atau sekelompok kecil atom) mendapatkan atau kehilangan satu atau lebih elektron. Jenis senyawa ionik yang paling sederhana adalah senyawa **ionik biner**, satu terdiri dari ion dari dua elemen. Ini typically *terbentuk ketika logam bereaksi dengan nonmetal*:

· Setiap atom *logam* kehilangan satu atau lebih elektron dan menjadi **kation**, ion bermuatan positif.

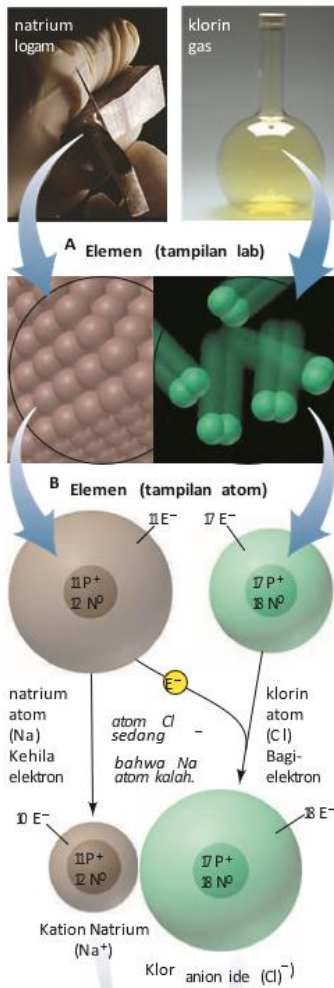
- Setiap *atom* nonmetal mendapatkan satu atau lebih elektron yang hilang oleh atom logam dan menjadi **anion**, ion harged c negatif.

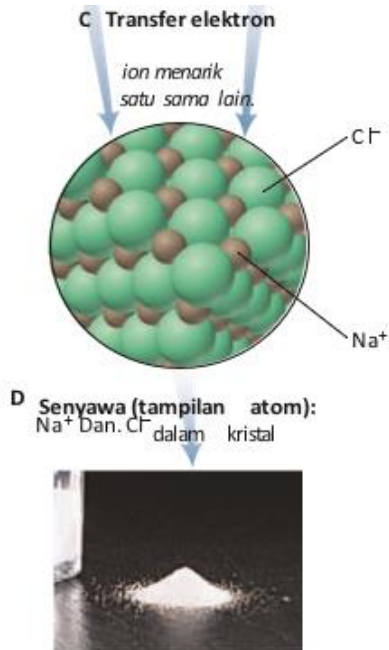
Akibatnya, atom logam *mentransfer elektron* ke atom nonmetal. Sejumlah besar kucing dan anion bermuatan berlawanan menarik satu sama lain oleh kekuatan *elektrostatik* dan membentuk senyawa ionik. Kation atau anion yang berasal dari atom tunggal disebut ion **monatomik**; kita akan membahas *ion poliatomik*, mereka yang berasal dari sekelompok kecil atom, kemudian.

Natrium Klorida

Semua senyawa *biner ionik adalah array padat dari ion bermuatan berlawanan*. Pembentukan senyawa biner ionik natrium klorida, garam meja umum, dari elemennya digambarkan dalam Gambar 2.12. Dalam transfer elektron, atom natrium kehilangan satu elektron dan membentuk natrium kation, Na^+ . (Tuduhan pada ion ditulis sebagai *superskrip kanan*. Untuk muatan 1+ atau

1⁻, 1 tidak ditulis; untuk muatan dengan besaran yang lebih besar, tanda ditulis setelah *angka*: 2⁺.) Atom klorin mendapatkan elektron dan lebahomanion klorida, Cl⁻. (Nama berubah ketika atom nonmetal menjadi anion dibahas dalam Bagian 2.8.) Ion bermuatan berlawanan (Na⁺ dan Cl⁻) salingmenarik, dan ion bermuatanserupa (Na⁺ dan Na⁺, atau Cl⁻ dan Cl⁻)saling mengusir. Agregasi padat yang dihasilkan adalah array reguler dari ion Na⁺ dan Cl⁻ bergantian yang meluas di ketiga dimensi. Bahkan butiran garam meja yang terlihat terkecil mengandung sejumlah besar ion natrium dan klorida.





Gambar 2.12 Pembentukan senyawa ionic. **A**, Dua elemen seperti yang terlihat di laboratorium. **B**, Elemen pada skala atom. **C**, Transfer elektron dari atom Na ke atom Cl untuk membentuk ion Na^+ dan Cl^- ditampilkan secara skematis. **D**, Countless Na^+ dan Cl^- ion menarik satu sama lain dan **E** **Senyawa (tampilan lab)**: membentuk array tiga dimensi biasa.

E, Crystalline NaCl terjadi secara alami sebagai halit mineral.

Hukum Coulomb Kekuatan ikatan ionik tergantung pada kekuatan bersih dari atraksi dan tolakan ini dan dijelaskan oleh hukum *Coulomb*:

- Energi daya tarik (atau tolakan) antara dua partikel berbanding lurus dengan produk dengan muatan dan berbanding terbalik dengan jarak di antara mereka, dinyatakan secara matematis sebagai

$$\text{Energy} \propto \frac{\text{charge 1} \times \text{charge 2}}{\text{distance}}$$

Dengan kata lain, seperti yang dirangkum dalam Gambar 2.13,

- Ion dengan muatan yang lebih tinggi menarik (atau mengusir) satu sama lain lebih kuat daripada ion dengan muatan yang lebih rendah.
- Ion yang lebih kecil menarik (atau mengusir) satu sama lain lebih kuat daripada melakukan ion yang lebih besar, karena muatannya lebih dekat satu sama lain.

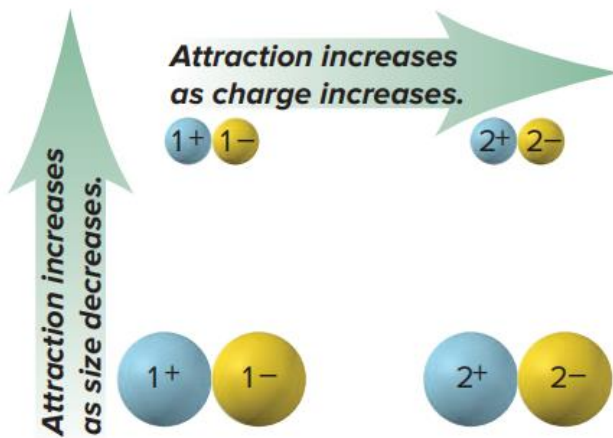


Figure 2.13 Factors that influence the strength of ionic bonding.

Memprediksi Jumlah Elektron yang Hilang atau Memperoleh senyawa Ionik netral karena mengandung jumlah muatan positif dan negatif yang *sama*. Dengan demikian, ada jumlah Na^+ dan Cl^- yang sama ion dalam natrium klorida karena kedua ion diisi. But ada dua ion Na^+ untuk setiap ion oksida, O^{2-} , dalam natrium oksida karena dibutuhkan dua ion 1^+ ion untuk menyeimbangkan satu ion 2^- .

Bisakah kita memprediksi jumlah elektron atom yang diberikan akan kehilangan atau mendapatkan ketika membentuk ion? Untuk elemen kelompok A, kita biasanya menemukan bahwa bertemu atom kehilangan elektron dan atom nonmetal mendapatkan elektron untuk membentuk *ion dengan jumlah elektron yang sama seperti dalam atom gas mulia terdekat* [Grup 8A(18)]. Gas mulia memiliki stabilitas yang terkait dengan jumlah mereka (dan pengaturan) elektron. Dengan demikian, atom natrium ($11e^-$) dapat mencapai stabilitas atomneon ($10e^-$), gasmulia terdekat, dengan kehilangan satu

elektron. Demikian pula, klorin diom ($17e^-$) mencapai stabilitasatom argon ($18e^-$), gasmulia terdekatnya, dengan mendapatkan satu elektron. Jadi, secara umum, ketika elemen yang terletak di dekat gas mulia membentuk ion monatomik,

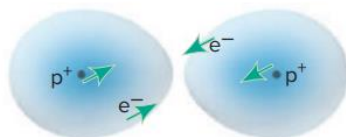
- Logam *kehilangan elektron*: elemen di Grup 1A(1) kehilangan satu elektron, elemen di Grup 2A(2) kehilangan dua, dan aluminium di Grup 3A(13) kehilangan tiga.
- *Nonmetal mendapatkan elektron*: elemen di Grup 7A(17) mendapatkan satu elektron, oksigen, dan belerang di Grup 6A(16) mendapatkan dua, dan nitrogen di Grup 5A(15) mendapatkan tiga.

Dalam tabel periodik in Gambar 2.10, sepertinya elemen di Grup 7A(17) "lebih dekat" dengan gas mulia daripada elemen di Grup 1A(1). Sebenarnya, kedua kelompok hanya berjarak satu elektron dari memiliki jumlah elektron dalam gas mulia terdekat. Gambar 2.14

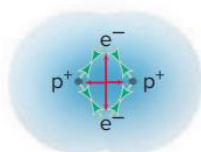
menunjukkan tabel periodic ion monatomik yang memiliki sisi kiri dan kanan bergabung sehingga membentuk silinder. Perhatikan bahwa fluor (F; $Z = 9$) memiliki satu elektron *lebih sedikit* daripada neon gas mulia (Ne; $Z = 10$) dan natrium (Na; $Z = 11$) memiliki satu elektron *lebih*; dengan demikian, mereka membentuk F^- dan Na^+ ion. Demikian pula, oksigen (O; $Z = 8$) mendapatkan dua elektron dan magnesium (Mg; $Z = 12$) kehilangan dua untuk membentuk O^{2-} dan Mg^{2+} dan mencapai jumlah elektron yang sama dengan neon. Pada Gambar 2.14, spesies berturut-turut memiliki jumlah elektron yang sama.



Atoms far apart: *No interactions.*

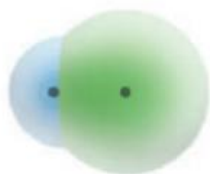


Atoms closer: *Attractions (green arrows) between nucleus of one atom and electron of the other increase. Repulsions between nuclei and between electrons are very weak.*

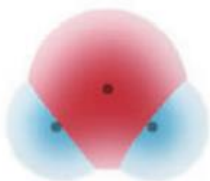


Optimum distance: *H_2 molecule forms because attractions (green arrows) balance repulsions (red arrows).*

Figure 2.15 Formation of a covalent bond between two H atoms.



Hydrogen fluoride, HF



Water, H₂O

Figure 2.16 Elements that occur as molecules.

Pembentukan Senyawa Kovalen

Ikatan Kovalen dalam unsur.

Kasus paling sederhana dari berbagi elektron terjadi bukan dalam senyawa tetapi dalam hidrogen unsur, antara dua atom hidrogen (H; $Z = 1$). Bayangkan dua atom H yang terpisah saling mendekati (Gambar 2.15). Ketika mereka semakin dekat, inti dari setiap atom menarik electron atom lainnya semakin kuat. Ketika atom yang dipisahkan mulai saling mengintervensi, tolakan antara inti dan antara elektron mulai meningkat. Pada beberapa jarak optimal antara inti, kedua atom membentuk ikatan **kovalen**, sepasang elektron yang saling tertarik oleh dua inti. Hasilnya adalah molekul hidrogen, di mana setiap elektron tidak lagi "milik" atom H tertentu: dua elektron *dibagikan* oleh dua inti. Sampel gas hidrogen terdiri dari molekul diatomik (H_2)—pasang atom yang terikat secara kimia, masing-masing pasangan berperilaku sebagai unit—*tidak* memisahkan atom H. Gambar 2.16 menunjukkan nonmetal lain yang ada sebagai molekul pada suhu kamar.

Membedakan Senyawa Kovalen dan Ionik Ada dua perbedaan utama antara entitas kimia dalam zat valen dan yang dalam zat ionik.

1. *Sebagian besar zat valen terdiri dari molekul.* Secangkir air, misalnya, terdiri dari molekul air individu yang tergeletak di dekat satu sama lain. Sebaliknya, dalam kondisi biasa, *tidak ada molekul dalam senyawa ionik.* Sepotong natrium klorida, misalnya, adalah array kontinu dalam tiga dimensi sodium bermuatanberlawanan dan ion klorida, bukan koleksi natrium klorida individu "molekul."

	1A (1)	2A (2)	3A (13)	4A (14)	5A (15)	6A (16)	7A (17)	8A (18)
1	H ₂							
2					N ₂	O ₂	F ₂	
3					P ₄	S ₈	Cl ₂	
4						Se ₈	Br ₂	
5							I ₂	
6								
7								

■ Diatomic molecules
■ Tetratomic molecules
■ Octatomic molecules

2. *Sifat partikel menarik satu sama lain dalam kovalen dan dalam zat ionik pada dasarnya berbeda. Ikatan kovalen melibatkan ketertarikan bersama antara dua inti (bermuatan positif) dan dua elektron (bermuatan negatif) yang berada di antara mereka. Ikatan ionik melibatkan ketertarikan bersama antara ion positif dan negatif.*

Ion Poliatomik: Ikatan Kovalen Dalam Ion

Banyak senyawa ionik mengandung **ion poliatomik**, yang terdiri dari dua atom atau lebih yang terikat secara

valen dan memiliki muatan net positif atau negatif. Misalnya, Gambar 2.17 menunjukkan bahwa bentuk kristal kalsium karbonat (*kiri*) terjadi pada skala atom (*tengah*) sebagai array anion karbonat poliatomik dan katasi kalsium monatomik. Ion karbonat (*kanan*) terdiri dari atom karbon yang *terikat* dengan tiga atom oksigen, dan dua elektron tambahan memberikan ion 2– dayanya. Dalam banyak reaksi, ion poliatomik tetap bersama sebagai satu kesatuan.

› Ringkasan Bagian 2.7

- › Meskipun beberapa elemen terjadi tanpa dikombinasikan di alam, mayoritas besar ada dalam senyawa.
- › Senyawa ionik terbentuk ketika logam *mentransfer* elektron ke nonmetal, dan ion positif dan negatif yang dihasilkan saling menarik untuk membentuk sinar ar tigadimensi. Dalam banyak kasus, atom logam kehilangan dan atom nonmetal mendapatkan cukup

elektron untuk mencapai jumlah elektron yang sama seperti dalam atom gas mulia terdekat.

- › Senyawa valen terbentuk ketika elemen, biasanya nonmetal, *berbagi* elektron. Setiap ikatan valenen adalah pasangan elektron yang saling tertarik oleh dua inti atom.
- › Ion monatomik berasal dari atom tunggal. Ion poliatom terdiri dari dua atau lebih atom berikat valen yang memiliki muatan positif atau negatif bersih karena defisit atau kelebihan elektron.

2.8 SENYAWA: RUMUS, NAMA, DAN MASSA

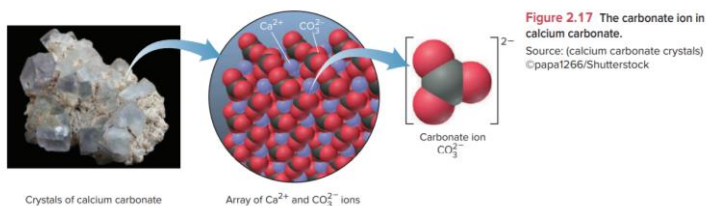
Dalam **rumus** kimia, simbol elemen dan, seringkali, subskrip numerik menunjukkan jenis dan jumlah setiap atom dalam unit terkecil dari substansi. Di bagian ini, Anda akan belajar cara menulis nama dan formula senyawa kopvalen ionik dan sederhana, cara menghitung massa senyawa dari formulanya, dan cara

memvisualisasikan molekul dengan model tiga dimensi. Untuk membuat mempelajari nama dan formula senyawa lebih mudah, kita akan mengandalkan berbagai aturan, jadi bersiaplah untuk sedikit hafalan dan banyak latihan.

Senyawa Ionik Biner

Mari kita mulai dengan dua aturan umum:

- Untuk *semua* senyawa ionik, *nama dan formula memberikan ion positif (kation) terlebih dahulu dan ion negatif (anion) kedua.*
- Untuk semua senyawa ionik *biner*, *nama kation adalah nama logam, dan nama anion memiliki akhiran -ida ditambahkan ke akar nama nonmetal.*



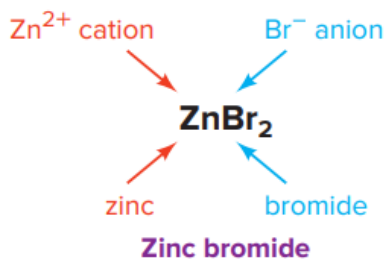


Figure 2.18 Naming binary ionic compounds in which the metal forms a single ion.

Senyawa Elemen yang Membentuk Satu Ion Elemen kelompok utama dan beberapa logam transisi membentuk ion dengan hanya satu muatan; senyawa ionik mereka dinamai seperti yang dijelaskan di atas dan yang ditunjukkan pada Gambar 2.18. Tabel periodik menyajikan beberapa poin penting tentang ion monatomik ini (Gambar 2.19):

- ion elemen Monatomik dalam kelompok utama yang sama memiliki muatan ionik yang sama; logam alkali—Li, Na, K, Rb, Cs, dan Fr—membentuk ion dengan arge $1+ch$; halogen—F, Cl, Br, dan I—membentuk ion dengan muatan $1-$; dan sebagainya.
- Untuk cati, biaya ion sama dengan nomor grup A: Na ada di Grup 1A dan formulir Na^+ , Ba berada di Grup 2A dan membentuk Ba^{2+} . (Pengecualian pada Gambar 2.19 adalah Sn^{2+} dan Pb^{2+} .)
- Untuk anion, muatan ion sama dengan angka A-group minus 8; misalnya, S berada di Grup 6A ($6 - 8 = -2$) dan dengan demikian membentuk S^{2-} .

Hafalkan ion monatomik grup-A di Tabel 2.3 (ditambah Ag^+ , Zn^{2+} , dan Cd^{2+}) sesuai dengan posisi mereka di Gambar 2.19. Ion-ion *ini memiliki jumlah elektron yang sama dengan atom gas mulia terdekat.*

Karena senyawa ionik terdiri dari array ion daripada molekul terpisah, rumusnya mewakili **unit rumus**, yang mengandung *jumlah* relatif cation dan anion dalam senyawa. Senyawa ini memiliki muatan bersih nol, sehingga biaya positif kucing menyeimbangkan muatan negatif anion. Misalnya, kalsium bromida terdiri dari Ca^{2+} ion dan Br^- ions, jadi dua Br^- keseimbangan masing-masing Ca^{2+} . Rumusnya adalah CaBr_2 , bukan Ca_2Br . Dalam hal ini dan semua rumus lainnya,

Subskrip mengacu pada simbol *elemen yang* mendahuluinya.

- *Subskrip "1"* dipahami dari keberadaan simbol elemen saja (yaitu, kita tidak menulis Ca_1Br_2).

Figure 2.19 Some common monatomic ions of the elements.

Most main-group elements form one monatomic ion. Most transition elements form two monatomic ions. (Hg_2^{2+} is a diatomic ion but is included for comparison with Hg^{2+} .)

Period	1A (1)	2A (2)	3B (3)	4B (4)	5B (5)	6B (6)	7B (7)	8B (8) (9) (10)			1B (11)	2B (12)	3A (13)	4A (14)	5A (15)	6A (16)
1	H^+															
2	Li^+														N^{3-}	O^{2-}
3	Na^+	Mg^{2+}											Al^{3+}			S^{2-}
4	K^+	Ca^{2+}				Cr^{2+} Cr^{3+}	Mn^{2+}	Fe^{2+} Fe^{3+}	Co^{2+} Co^{3+}		Cu^+ Cu^{2+}	Zn^{2+}				
5	Rb^+	Sr^{2+}									Ag^+	Cd^{2+}		Sn^{2+} Sn^{4+}		
6	Cs^+	Ba^{2+}										Hg_2^{2+} Hg^{2+}		Pb^{2+} Pb^{4+}		
7																

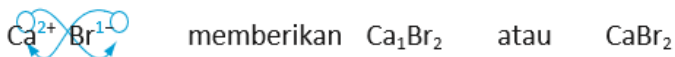
Table 2.3

Common
Monatomic Ions*

Charge	Formula	Name
Cations		
1+	H ⁺	hydrogen
	Li⁺	lithium
	Na⁺	sodium
	K⁺	potassium
	Cs ⁺	cesium
	Ag⁺	silver
2+	Mg²⁺	magnesium
	Ca²⁺	calcium
	Sr ²⁺	strontium
	Ba²⁺	barium
	Zn²⁺	zinc
	Cd ²⁺	cadmium
3+	Al ³⁺	aluminum
Anions		
1-	H ⁻	hydride
	F⁻	fluoride
	Cl⁻	chloride
	Br⁻	bromide
	I⁻	iodide
2-	O²⁻	oxide
	S²⁻	sulfide
3-	N ³⁻	nitride

*Listed by charge; those in **boldface** are most common.

Muatan (tanpa tanda) dari satu ion menjadi subskrip yang lain:



Senyawa Logam yang Membentuk Lebih dari Satu Ion

Seperti disebutkan sebelumnya, banyak logam, terutama elemen transisi (kelompok B), dapat membentuk lebih dari satu ion. Tabel 2.4 mencantumkan beberapa contoh; lihat Gambar 2.19 untuk penempatannya dalam tabel periodik. Senyawa ionik dari elemen-elemen ini dinamai seperti elemen-elemen yang hanya membentuk satu ion monatomik dengan tambahan ini:

- Angka *Romawi dalam tanda kurung* segera mengikuti nama ion logam untuk menunjukkan muatan ioniknya.

Misalnya, besi dapat membentuk ion Fe^{2+} dan Fe^{3+} . Besi membentuk dua senyawa dengan klorin: FeCl_2 , bernama besi(II) klorida (diucapkan "besi dua klorida"), yang mengandung Fe^{2+} ; dan FeCl_3 , disebut besi

(III) klorida, yang mengandung Fe^{3+} . Perhatikan bahwa angka romawi menunjukkan muatan, bukan subskrip, dari ion (Gambar 2.20).

Misalnya, besi dapat membentuk ion Fe^{2+} dan Fe^{3+} . Besi membentuk dua senyawa dengan klorin: FeCl_2 , bernama besi(II) klorida (diucapkan "besi dua klorida"), yang mengandung Fe^{2+} ; dan FeCl_3 , bernama besi(III) klorida, yang mengandung Fe^{3+} . Perhatikan bahwa angka romawi menunjukkan muatan, bukan subskrip, dari ion (Gambar 2.20).

Kami berfokus di sini pada nama-nama sistematis, tetapi beberapa nama umum (sepele) masih digunakan. Dalam nama umum untuk ion logam tertentu, akar latin logam diikuti oleh salah satu dari dua akhiran (lihat Tabel 2.4):

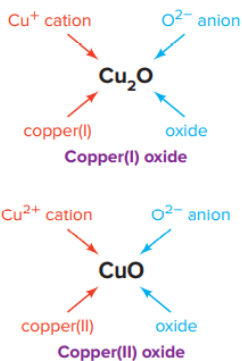


Figure 2.20 Naming binary ionic compounds in which the metal forms more than one ion.

Table 2.4 Some Metals That Form More Than One Monatomic Ion*			
Element	Ion Formula	Systematic Name	Common (Trivial) Name
Chromium	Cr^{2+}	chromium(II)	chromous
	Cr^{3+}	chromium(III)	chromic
Cobalt	Co^{2+}	cobalt(II)	
	Co^{3+}	cobalt(III)	
Copper	Cu^+	copper(I)	cuprous
	Cu^{2+}	copper(II)	cupric
Iron	Fe^{2+}	iron(II)	ferrous
	Fe^{3+}	iron(III)	ferric
Lead	Pb^{2+}	lead(II)	
	Pb^{4+}	lead(IV)	
Mercury	Hg_2^{2+}	mercury(I)	mercurous
	Hg^{2+}	mercury(II)	mercuric
Tin	Sn^{2+}	tin(II)	stannous
	Sn^{4+}	tin(IV)	stannic

*Listed alphabetically by metal name; the ions in **boldface** are most common.

Masalah Berikan nama sistematis untuk rumus atau rumus untuk nama:

- (a) Timah(II) fluoride
- (b) CrI_3
- (c) Ferric oksida
- (d) CoS

Solusi

- (a) ion Timah(II) adalah Sn^{2+} ; fluoride adalah F^- . Dua F^- ion keseimbangan satu Sn^{2+} ion: timah (II) fluoride adalah SnF_2 . (Nama umumnya adalah stannous fluoride.)
- (b) Anion adalah I^- , iodide, dan rumus menunjukkan tiga I^- . Oleh karena itu, kation harus Cr^{3+} , kromium (III) ion: CrI_3 adalah kromium (III) iodida. (Nama umumnya adalah iodida kromik.)
- (c) *Ferric* adalah nama umum untuk ion besi(III), Fe^{3+} ; ion oksida adalah O^{2-} . Untuk menyeimbangkan biaya, rumusnya adalah

Fe_2O_3 . [Yang sistematis nama adalah besi(III)oksida.]

- (d) Anion adalah sulfida, S^{2-} , yang mengharuskan bahwa kation menjadi Co^{2+} . Nama ini kobalt(II) sulfida.

Senyawa yang Mengandung Ion Poliaatomik

Banyak senyawa ionik mengandung ion poliaatomik. Table 2.5 mencantumkan beberapa ion poliatomik umum. Ingatlah *bahwa ion poliaatomik tetap bersama sebagai unit bermuatan*. Senyawa ion ion yang mengandung ion poliaatomik dinamai seperti senyawa ion biner dengan pengecualian bahwa nama ion poliatomik digunakan without menambahkan akhiran *-ide*, kecuali nama ion poliatomik, seperti hidroksida, sudah mengandung akhiran itu (Gambar 2.21). Misalnya, KNO_3 diberi nama kalium nitrat, dengan masing-masing K^+ menyeimbangkan

satu NO_3^- ; $\text{Cr}_2(\text{CO}_3)_3$ dinamai kromium (III)karbonat, with dua Cr^{3+} tiga ion balancing CO_3^{2-} . Ketika dua atau lebih ion poliatomik yang sama ada di unit rumus, ion itu muncul dalam tanda kurung dengan subskrip tertulis di luar. Misalnya, kalsium nitrat mengandung satu Ca^{2+} dan dua ion NO_3^- dan memiliki rumus $\text{Ca}(\text{NO}_3)_2$. Tanda kurung dan subskrip hanya digunakan jika lebih dari satu ion poliatomik yang diberikan hadir; dengan demikian, natrium nitrat adalah NaNO_3 , bukan $\text{Na}(\text{NO}_3)$.

Keluarga Oxoanions

Seperti Tabel 2.5 menunjukkan, sebagian besar ion poliatomik adalah oksatansi (atau oksidasi), yang di mana elemen, biasanya nonmetal, terikat pada satu atau lebih atom oksigen. Ada beberapa keluarga dari dua atau empat lembu yang hanya berbeda dalam

jumlah atom oksigen. Konvensi penamaan berikut digunakan dengan ion-ion ini.

Dengan dua okSi dalam keluarga:

- Ion dengan *lebih* banyak atom O mengambil akar nonmetal dan akhiran *-at*.
- Ion dengan lebih *sedikit* atom O mengambil akar nonmetal dan akhiran *-it*.

Misalnya, SO_4^{2-} adalah ion makan sulfat, dan SO_3^{2-} adalah sulfit; demikian pula, NO_3^- adalah nitrat, dan NO_2^- adalah nitrit.

Table 2.5

Common Polyatomic Ions*

Formula	Name
Cations	
NH_4^+	ammonium
H_3O^+	hydronium
Anions	
CH_3COO^- (or $\text{C}_2\text{H}_3\text{O}_2^-$)	acetate
CN^-	cyanide
OH^-	hydroxide
ClO^-	hypochlorite [†]
ClO_2^-	chlorite [†]
ClO_3^-	chlorate [†]
ClO_4^-	perchlorate [†]
NO_2^-	nitrite
NO_3^-	nitrate
MnO_4^-	permanganate
CO_3^{2-}	carbonate
HCO_3^-	hydrogen carbonate (or bicarbonate)
CrO_4^{2-}	chromate
$\text{Cr}_2\text{O}_7^{2-}$	dichromate
O_2^{2-}	peroxide
PO_4^{3-}	phosphate
HPO_4^{2-}	hydrogen phosphate
H_2PO_4^-	dihydrogen phosphate
SO_3^{2-}	sulfite
SO_4^{2-}	sulfate
HSO_4^-	hydrogen sulfate (or bisulfate)

***Boldface** ions are the most common.

[†]Replace Cl with any halogen [Group 7A(17)] atom for more ions. Example: BrO^- = hypobromite.

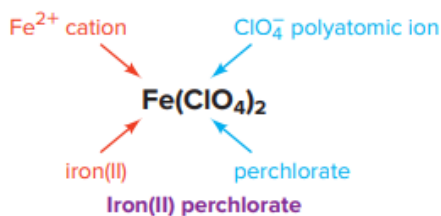
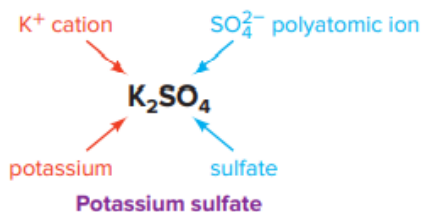


Figure 2.21 Naming ionic compounds containing polyatomic ions.

Senyawa Ionik Hidrat

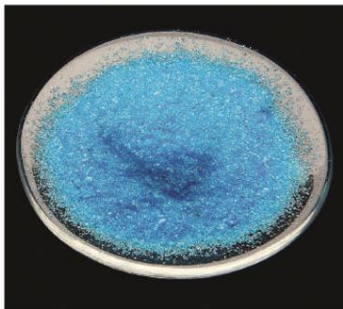
Senyawa ionik yang disebut hidrat memiliki jumlah tertentu molekul air di setiap unit formula. Molekul air ditampilkan setelah titik tengah dalam rumus dan dinamai dengan awalan numerik Yunani sebelum kata hidrasi (*Tabel 2.6*). Untuk memberikan hanya dua contoh,

Garam Epsom:

$\text{MgSO}_4 \cdot 7\text{H}_2\text{O}$ magnesium sulfat *heptahidrat*
(tujuh molekul air di setiap unit formula)

Washing soda:

$\text{Na}_2\text{CO}_3 \cdot 10\text{H}_2\text{O}$ natrium karbonat *decahidrat*
(sepuluh molekul air di setiap unit formula)



Tembaga (II) sulfat pentahydrate



Tembaga (II) sulfat

Sumber: Charles D. Winters/McGraw-Hill Education

Masalah Jelaskan apa yang salah dengan nama atau rumus di akhir setiap pernyataan, dan perbaiki:

- (a) $\text{Ba}(\text{C}_2\text{H}_3\text{O}_2)_2$ disebut barium diacetate.
- (b) Natrium sulfida memiliki rumus $(\text{Na})_2\text{SO}_3$.
- (c) Besi(II) sulfat memiliki rumus $\text{Fe}_2(\text{SO}_4)_3$.
- (d) Cesium karbonat memiliki formula $\text{Cs}_2(\text{CO}_3)$.

Solusi (a) Ion Ba^{2+} harus diimbangi dengan dua ion $\text{C}_2\text{H}_3\text{O}_2^-$, sehingga awalan *di-* tidak perlu. Kami tidak menunjukkan jumlah ion dengan awalan numerik. Nama yang benar adalah barium asetat.

(b) Dua kesalahan terjadi di sini. Ion natrium adalah monatomik, sehingga *tidak* memerlukan tanda kurung. Ion sulfida adalah S^{2-} , bukan SO_3^{2-} (yang sulfit). Rumus yang benar adalah Na_2S . **(c)** Angka Romawi mengacu pada muatan ion, bukan jumlah ion dalam rumus. Fe^{2+} adalah kation, sehingga membutuhkan satu SO_4^{2-} untuk menyeimbangkan pengisian dayanya. Rumus yang benar

adalah FeSO_4 . [$\text{Fe}_2(\text{SO}_4)_3$ adalah rumus untuk besi(III) sulfat.]

(d) Tanda kurung *tidak* diperlukan ketika hanya satu ion poliatomik dari jenis tertentu yang ada. Rumus yang benar adalah Cs_2CO_3 .

MASALAH TINDAK LANJUT

2.12A Menyatakan mengapa rumus atau nama di akhir setiap pernyataan salah, dan memperbaikinya:

- (a) Amonium fosfat adalah $(\text{NH}_3)_4\text{PO}_4$.
- (b) Aluminium hidroksida adalah AlOH_3 .
- (c) $\text{Mg}(\text{HCO}_3)_2$ adalah karbonat mangan (II).

2.12B Menyatakan mengapa rumus atau nama di akhir setiap pernyataan salah, dan memperbaikinya:

- (a) $\text{Cr}(\text{NO}_3)_3$ adalah nitrida kromik (III).
- (b) $\text{Ca}(\text{NO}_2)_2$ adalah kadmium nitrat.
- (c) Kalium klorat adalah $\text{P}(\text{ClO}_4)$.

Nama Asam dari Nama Anion

Asam adalah kelompok penting senyawa yang mengandung hidrogen yang telah digunakan dalam reaksi kimia selama berabad-abad. Di laboratorium, asam biasanya digunakan dalam larutan air. Ketika menamai mereka dan menulis formula mereka, kami menganggap asam sebagai anion tetapi memiliki satu atau lebih ion hidrogen (H^+) ditambahkan kepada mereka untuk memberikan senyawa netral. Dua jenis asam umum adalah asam biner dan oksaacid:

1. *Larutan* asam biner terbentuk ketika senyawa gas tertentu larut dalam air. Misalnya, ketika gas hidrogen klorida (HCl) larut dalam air, ia membentuk asam klorida, yang dinamai sebagai berikut:

Awalan *hidro-* + akar nonmetal + akhiran *-ic* + asam
kata *terpisah* hidro + klor + ic +
asam

atau *asam klorida*. Pola penamaan ini memegang banyak senyawa di mana hidrogen dikombinasikan dengan anion yang memiliki *akhiran -ida*.

2. *Nama oksaasid mirip dengan oxoanions*, kecuali untuk perubahan akhiran dua:

-at dalam anion menjadi -ic dalam asam

-it dalam anion menjadi -ous dalam asam

Senyawa Kovalen Biner

Senyawa kovalen biner biasanya dibentuk oleh kombinasi dua nonmetal. Beberapa sangat akrab sehingga kita menggunakan nama umum mereka, seperti amonia (NH_3), metana (CH_4), dan air (H_2O), tetapi sebagian besar dinamai secara sistematis (Gambar 2.23):

· Elemen dengan grup bawah number dalam tabel periodik berada di baris pertama dalam nama. Elemen dengan nomor grup yang lebih tinggi berada di urutan kedua

dan dinamai dengan akarnya dan akhiran *-ida*. Misalnya, nitrogen [Grup 5A(15)] dan fluor [Grup 7A(17)] membentuk senyawa yang memiliki tiga atom fluor untuk setiap atom nitrogen. Nama dan formulanya adalah nitrogen trifluoride, NF_3 . (Pengecualian: Ketika senyawa mengandung oksigen dan salah satu halogen klorin, bromin, atau yodium, halogen diberi nama pertama.)

- Jika kedua elemen berada dalam grup yang sama, maka satu dengan nomor periode yang lebih tinggi diberi nama terlebih dahulu. Dengan demikian, satu senyawa yang bentuk kelompok 6A(16) belerang (Periode 3) dan oksigen (Periode 2) adalah sulfur dioksida, SO_2 .
- Senyawa valenen menggunakan awalan numerik Yunani (lihat Tabel 2.6) untuk menunjukkannum ber atom dari setiap elemen. Elemen pertama dalam nama memiliki awalan hanya *ketika* lebih dari satu atom hadir; elemen kedua *biasanya* memiliki awalan.

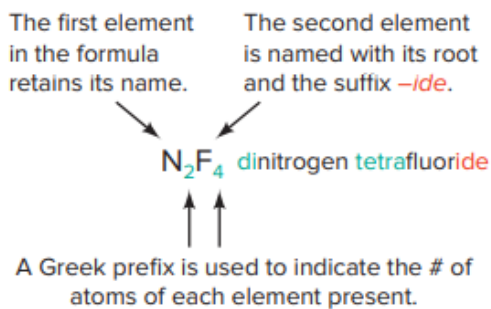


Figure 2.23 Naming binary covalent compounds.

Senyawa Kovalen

Masalah (a) Apa rumus karbon disulfida?

(b) Apa nama PCl_5 ?

(c) Berikan nama dan formula senyawa yang molekulnya masing-masing terdiri dari dua atom N dan empat atom O.

Solusi

- (a) Awalan di- *berarti* "dua." Rumusnya adalah CS_2 .
- (b) P adalah simbol untuk fosfor; ada lima atom klorin, yang ditunjukkan oleh prefix *penta-*. Namanya adalah fosfor pentachloride.
- (c) Nitrogen (N) berada di posisi pertama dalam nama (nomor kelompok lebih rendah). Senyawanya dinitrogen tetroxide, N_2O_4 .

Komentar Perhatikan bahwa, sebagai elemen pertama dalam nama, karbon dalam (a) dan fosfor di (b) tidak memiliki awalan *mono-*. Dalam (c), a pada akhir awalan Yunani dijatuhkan ketika awalan ditambahkan ke -*oksida*. Demikian pula, "hexa-oxide" menjadi *heksaoksida*, "decaoxide" menjadi *dekaksida*, dan sebagainya.

MASALAH TINDAK LANJUT

2.14A Berikan nama atau rumus untuk (a) SO_3 ; (b) SiO_2 ; (c) dinitrogen monoksida; (d) selenium heksafluorida.

2.14B Berikan nama atau rumus untuk (a) SCl_2 ; (b) N_2O_5 ; (c) boron trifluorida; (d) Tribromida yodium.

Masalah Jelaskan apa yang salah dengan nama atau rumus di akhir setiap pernyataan, dan perbaiki:

- (a) SF_4 adalah monosulfur pentafluorida.
- (b) Dichlorine heptoxide adalah Cl_2O_6 . (c) N_2O_3 adalah dinitrotrioksida.

Solusi (a) Ada dua kesalahan. *Mono-* tidak diperlukan jika hanya ada satu atom dari elemen pertama, dan awalan untuk empat adalah *tetra-*, bukan *penta-*. Nama yang benar adalah sulfur tetrafluorida.

(b) Awalan *hepta-* menunjukkan tujuh, bukan enam. Rumus yang benar adalah Cl_2O_7 .

- (c) Nama lengkap elemen pertama diperlukan, dan spasi memisahkan dua nama elemen. Nama yang benar adalah dinitrogen trioxide.

MASALAH TINDAK LANJUT

2.15A Jelaskan apa yang salah dengan nama atau formula di akhir setiap pernyataan, dan perbaiki:

- (a) S_2Cl_2 adalah dichloride yang tidak lucu.
- (b) Nitrogen monoksida adalah N_2O .
- (c) $BrCl_3$ adalah bromida trichlorine.

2.15B Jelaskan apa yang salah dengan nama atau rumus di akhir setiap pernyataan, dan perbaiki:

- (a) P_4O_6 adalah tetraphosphorous hexaoxide.
- (b) SF_6 adalah hexafluorosulfide.
- (c) Nitrogen tribromide adalah $NiBR_3$.

Senyawa Organik Paling Sederhana: Alkana Rantai











Lurus

Senyawa organik biasanya memiliki struktur kompleks yang terdiri dari rantai, cabang, dan / atau cincin atom karbon yang juga terikat pada atom hidrogen dan, sering, untuk atom oksigen, nitrogen, dan beberapa elemen lainnya.

Hidrokarbon, jenis senyawa organik yang paling sederhana, hanya *mengandung* karbon dan hidrogen. *Alkanes* adalah jenis hidrokarbon yang paling sederhana; banyak fungsi sebagai bahan bakar penting, seperti metana, propana, butana, dan campuran yang membentuk bensin. Alkan paling sederhana untuk disebut adalah *alkana rantai lurus* karena rantai karbon tidak memiliki cabang. Alkanes dinamai dengan *akar*, berdasarkan jumlah atom C dalam rantai, diikuti oleh akhiran - *ane*. Tabel 2.7 memberikan nama, rumus molekul, dan model pengisian ruang (dibahas segera) untuk 10 rantai lurus

alkana pertama. Perhatikan bahwa akar dari empat alkan terkecil adalah baru, tetapi untuk yang lebih besar sama dengan awalan Yunani yang ditunjukkan dalam Tabel 2.6 (dengan final *-a* dijatuhkan).

10 Pertama
Tabel 2.7 Lurus-Rantai Alkanes

Nama (Rumus)	pola
Methane (CH ₄)	
Ethane (C ₂ H ₆)	
Propane (C ₃ H ₈)	
Tapiane (C ₄ H ₁₀)	
Pentane (C ₅ H ₁₂)	
Hexane (C ₆ H ₁₄)	
Heptane (C ₇ H ₁₆)	
Oktane (C ₈ H ₁₈)	
Bukanane (C ₉ H ₂₀)	
Decane (C ₁₀ H ₂₂)	

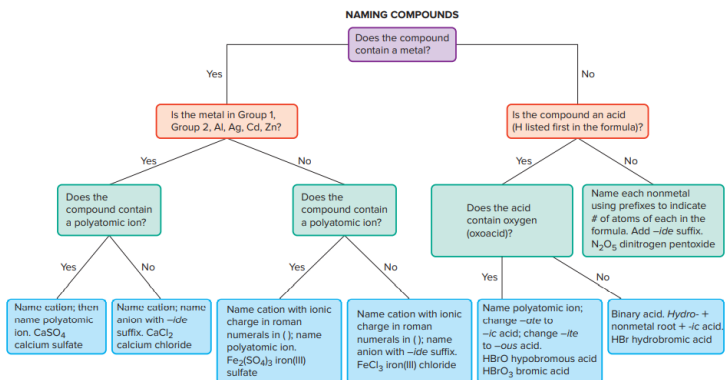


Figure 2.24 Naming rules for ionic and covalent compounds.

Massa Molekuler dari Formula Kimia

Di Bagian 2.5, kami menghitung massa atom elemen. Menggunakan tabel periodik dan rumus senyawa, kami menghitung **massa molekul** (juga disebut berat *molekul*) dari molekul atau unit formula senyawa sebagai jumlah massa atom:

$$\text{Massa molekul} = \text{jumlah massa atom} \quad (2,4)$$

Massa molekul molekul air (menggunakan massa atom untuk empat angka signifikan dari tabel periodik) adalah

$$\begin{aligned}\text{Massa molekul H}_2\text{O} &= (2 \times \text{massa atom H}) + (1 \times \text{massa} \\ &\quad \text{atom O}) \\ &= (2 \times 1.008 \text{ amu}) + 16.00 \text{ amu} = 18.02 \text{ amu}\end{aligned}$$

Senyawa ionik tidak terdiri dari molekul, sehingga massa unit formula kadang-kadang disebut massa *molekuler*. Misalnya, untuk kalsium klorida, kami telah

$$\begin{aligned}\text{Massa rumus CaCl}_2 &= (1 \times \text{massa atom Ca}) + (2 \times \text{massa} \\ &\quad \text{atom Cl}) \\ &= 40.08 \text{ amu} + (2 \times 35,45 \text{ amu}) = 110,98 \text{ amu}\end{aligned}$$

Kita dapat menggunakan massa atom, bukan massa ionik, karena kehilangan elektron sama dengan perolehan elektron, sehingga massa elektron seimbang.

Untuk menghitung massa rumus senyawa dengan ion poliatom, jumlah atom dari setiap *elemen di dalam tanda kurung dikalikan dengan subskrip di luar tanda kurung*.

Untuk barium nitrat, $\text{Ba}(\text{NO}_3)_2$, Massa formula $\text{Ba}(\text{NO}_3)_2$

$$\begin{aligned} &= (1 \times \text{massa atom Ba}) + (2 \times \text{massa atom N}) + (6 \times \\ &\hspace{15em} \text{massa atom O}) \\ &= 137.3 \text{ amu} + (2 \times 14.01 \text{ amu}) + (6 \times 16.00 \text{ amu}) \\ &= 261.3 \text{ amu} \end{aligned}$$

Mewakili Molekul dengan Rumus dan Model

Untuk mewakili objek terlalu kecil untuk dilihat, ahli kimia menggunakan berbagai formula dan model. Masing-masing menyampaikan informasi yang berbeda, seperti yang ditunjukkan untuk air:

- *Rumus molekul menggunakan* simbol elemen dan, seringkali, subskrip numerik untuk *memberikan*

jumlah atom aktual dari setiap elemen dalam molekul senyawa.

(Ingat bahwa, untuk senyawa ionik, *unit* rumus memberikan *jumlah* relatif dari setiap jenis ion.)

Formula molekul air adalah H₂O: ada dua atom H dan satu atom O di setiap molekul.



· Rumus struktural menunjukkan penempatan relatif dan koneksi atom dalam molekul. Ini menggunakan simbol untuk atom dan sepasang titik (*rumus elektron-titik, kiri*) atau garis (*formula garis ikatan, kanan*) untuk menunjukkan ikatan antara Grup 1A(1), atom. Dalam air, atom ea ch H terikat pada atom O, tetapi tidak untuk atom H lainnya.



CONTOH MASALAH

Menghitung Massa Molekul senyawa

Masalah Menggunakan tabel periodik, hitung massa molekuler (atau rumus)

(a) Trisulfida tetrafosfor

(b) Amonium nitrat

Rencana Kami pertama-tama menulis rumus, lalu kalikan jumlah atom (atau ion) dari setiap elemen dengan massa atomnya (dari tabel periodik), dan menemukan jumlahnya.

Solusi

(a) Rumusnya adalah P_4S_3 .

$$\begin{aligned}\text{Massa molekuler} &= (4 \times \text{massa atom P}) + \\ &(3 \times \text{massa atom S}) \\ &= (4 \times 30,97 \text{ amu}) + (3 \times \\ &32,06 \text{ amu}) \\ &= 220\end{aligned}$$

(b) Rumusnya adalah NH_4NO_3 . Kami menghitung jumlah total atom N, meskipun itu milik ion yang berbeda:

Massa formula

$$= (2 \times \text{massa atom N}) + (4 \times \text{massa atom H}) + (3 \times \text{massa atom O})$$

= (2

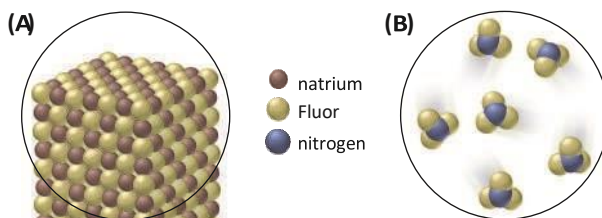


Periksa Anda dapat sepuluhmenemukan kesalahan besar dengan membulatkan massa atom ke 5 terdekat dan menambahkan: **(a)** $(4 \times 30) + (3 \times 30) = 210 \approx 220,06$. Jumlah tersebut memiliki dua tempat desimal karena massa atom memiliki dua. **(b)** $(2 \times 15) + 4 + (3 \times 15) = 79 \approx 80,05$.

CONTOH MASALAH

Menggunakan Penggambaran Molekuler untuk Menentukan Rumus, Nama, dan Massa

Masalah Setiap adegan mewakili senyawa binary. Tentukan rumus, nama, dan massa molekul (atau rumus).



Rencana Masing-masing senyawa hanya mengandung dua elemen, jadi, untuk menemukan rumus, kami menemukan rasio angka utuh paling sederhana dari satu atom ke elemen lainnya. Dari rumus, kami menentukan nama dan massa molekuler (atau formula).

Solusi (a) Ada satu sp coklat disini(natrium) untuk setiap bola kuning (fluor), jadi formulanya adalah NaF.

Logam dan nonmetal membentuk senyawa ionik, di mana logam dinamai pertama: natrium fluoride.

$$\begin{aligned} \text{Massa rumus} &= (1 \times \text{massa atom Na}) + \\ &\quad (1 \times \text{massa atom F}) \\ &= 22.99 \text{ amu} + 19.00 \text{ amu} = 41.99 \text{ amu} \end{aligned}$$

(b) Ada tiga bola kuning (fluorin) untuk setiap bola biru (nitrogen), jadi formulanya adalah NF_3 . Dua nonmetal membentuk senyawa valen. Nitrogen memiliki nomor kelompok yang lebih rendah, sehingga dinamai pertama: nitrogen trifluoride.

$$\begin{aligned}\text{Massa molekul} &= (1 \times \text{massa atom N}) \\ &+ (3 \times \text{massa atom F}) \\ &= 14.01 \text{ amu} + (3 \times 19.00 \text{ amu}) = \\ &71\end{aligned}$$

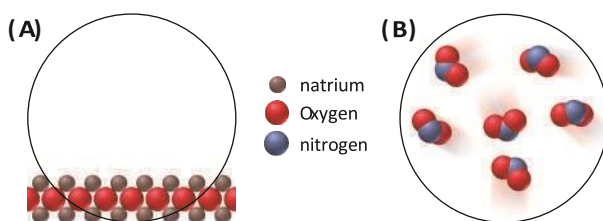
Periksa

(a) Untuk senyawa ionik biner, kami memprediksi biaya ionik dari tabel periodik (lihat Gambar 2.14). Na membentuk ion 1^+ , dan F membentuk ion 1^- , sehingga saldo biaya dengan satu Na^+ per F^- . Juga, senyawa ionik adalah padatan, konsisten dengan gambar.

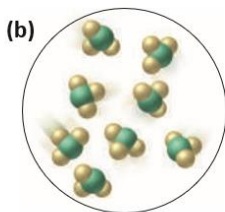
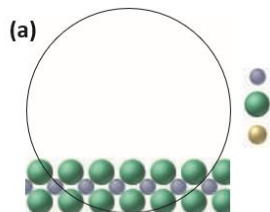
(b) Senyawa valen sering terjadi sebagai molekul individu, seperti pada gambar. Rounding dalam (a) memberikan $25 + 20 = 45$; dalam (b), kita mendapatkan $15 + (3 \times 20) = 75$, sehingga tidak ada kesalahan besar

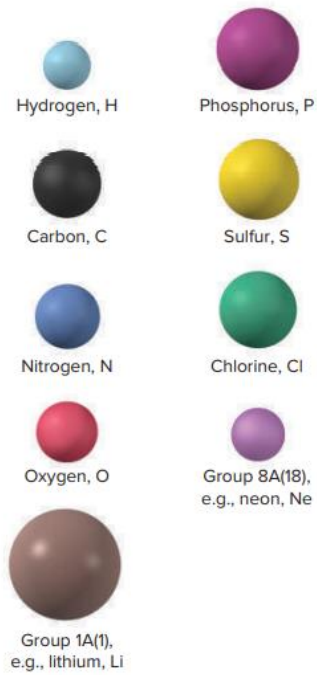
MASALAH TINDAK LANJUT

2.17A Tentukan nama, rumus, dan massa molekul (atau rumus) senyawa dalam setiap adegan di bawah ini:



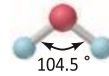
2.17B Tentukan nama, rumus, dan massa molekul (atau rumus) senyawa dalam setiap adegan di bawah ini:





Dalam model yang ditampilkan di seluruh teks ini, bola berwarna mewakili *atom*.

· Sebuah *model bola dan tongkat* menunjukkan atom sebagai bola dan ikatan sebagai tongkat, dan sudut antara ikatan akurat. Perhatikan bahwa air adalah molekul bengkok (dengan sudut ikatan $104,5^\circ$). Jenis model ini tidak menunjukkan atom berikat yang tumpang tindih (lihat Gambar 2.15) atau ukuran akuratnyaes, sehingga melebih-lebihkan jarak di antara mereka.



· *Model pengisian ruang* adalah gambar molekul yang diperskalakan secara akurat, sehingga menunjukkan ukuran relatif atom, jarak relatif antara inti (pusat bola), dan sudut antara ikatan. Namun, ikatan tidak ditampilkan, dan mungkin sulit untuk melihat setiapatom dalam molekulkompleks.

Setiap molekul adalah menit, tetapi kisaran ukuran molekul, dan dengan demikian massa molekul, sangat besar. Tabel 2.8 menunjukkan dua jenis rumus dan model untuk beberapa molekul diatomik dan poliatom kecil,

sertamodel pengisian e-spac dari sebagian dari satu molekul yang sangat besar, yang disebut *makromolekule*, asam deoksinbonukleat (DNA).

Table 2.8 Representing Molecules				
Name	Molecular Formula (Molecular Mass, in amu)	Bond-Line Formula	Ball-and-Stick Model	Space-Filling Model
Carbon monoxide	CO (28.01)	$C \equiv O$		
Nitrogen dioxide	NO ₂ (46.01)			
Aspirin (acetylsalicylic acid)	C ₉ H ₈ O ₄ (180.15)			
Deoxyribonucleic acid (DNA) (~10,000,000 amu)				

Ringkasan Bagian 2.8

- › Senyawa ionik dinamai dengan kation first dan anion second: metal name nonmetal root + *-ide*. Untuk logam yang dapat membentuk lebih dari satu ion,

muatan ditampilkan dengan angka romawi: nama logam (charge) akar etal nonm + *-ide*.

- › Oksi memiliki suffi *xes*, dan kadang-kadang awalan, melekat pada akar nama elemen untuk menunjukkan jumlah atom oksigen.
- › Nama hidrat memiliki awalan numerik yang menunjukkan jumlah molekul air terkait.
- › Nama asam didasarkan pada nama anion.
- › Untuk senyawa kopvalen biner, kata pertama dari nama adalah elemen yang lebih jauh ke kiri atau bawah dalam tabel periodik, dan awalan menunjukkan angka setiap atom.
- › Massa molekul (atau formula) senyawa adalah jumlah massa atom.
- › Formula kimia memberikan jumlah atom (molekuler) atau pengaturan atom (struktural) dari satu unit senyawa.

- › Model molekul menyampaikan informasi tentang sudut ikatan (bola-dan-tongkat) dan ukuran atom relatif dan sikap di antara atom (pengisian ruang).

2.9 CAMPURAN: KLASIFIKASI DAN PEMISAHAN

Di dunia alami, *materi biasanya terjadi sebagai campuran*. Sampel udara bersih, misalnya, terdiri dari banyak elemen dan senyawa yang dicampur secara fisik bersama-sama, termasuk O_2 , N_2 , CO_2 , gas mulia [Grup 8A(18)], dan uap air (H_2O). Lautan adalah campuran kompleks dari ion terlarut dan zat valen, termasuk Na^+ , Mg^{2+} , Cl^- , SO_4^{2-} , O_2 , CO_2 , dan H_2O . Batu dan tanah adalah campuran dari banyak senyawa, termasuk kalsiumkarbonat ($CaCO_3$), silikon dioksida (SiO_2), aluminium oksida (Al_2O_3), dan besi (III) oksida (Fe_2O_3). Dan makhluk hidup mengandung ribuan zat—

karbohidrat, lipid, protein, asam nukleat, dan banyak senyawa ionik dan valen yang lebih sederhana.

Ada dua kelas campuran yang luas:

- Campuran **heterogen memiliki satu** atau lebih batas yang terlihat di antara komponen. Dengan demikian, komposisinya *tidak* seragam, melainkan bervariasi dari satu wilayah campuran ke wilayah lain. Banyak batuan heterogen, memiliki biji-bijian individu dari mineral yang berbeda. Dalam beberapa campuran heterogen, seperti susu dan darah, batas-batas hanya dapat dilihat dengan mikroskope.
- Campuran **homogen (atau larutan)** tidak memiliki batas yang terlihat, karena komponennya adalah atom individu, ion, atau molekul. Dengan demikian, *komposisinya* seragam. Campuran gula yang dilarutkan dalam air adalah homogen, misalnya, karena gula mol cules dan molekul air secara seragam bercampur pada tingkat molekul. Kami tidak memiliki

cara untuk memberi tahu secara visual apakah sampel materi adalah zat (elemen atau senyawa) atau campuran homogen.

Meskipun kita biasanya menganggap solusi sebagai cairan, mereka exist di ketiga negara fisik. Misalnya, udara adalah larutan gas sebagian besar molekul oksigen dan nitrogen, dan lilin adalah larutan padat dari beberapa zat berlemak. Solusi dalam air, **yang disebut solusi**, sangat penting dalam kimia, sebuah nd merupakan sebagian besar lingkungan dan dari semua organisme.

Ingat bahwa campuran berbeda dari senyawa dalam tiga cara utama:

1. Proporsi komponen campuran dapat bervariasi.
2. Sifat individu komponen dalam campuran dapat diamati.
3. Komponen campuran dapat dipisahkan dengan cara fisik.

Perbedaan antara campuran dan senyawa diilustrasikan dengan baik menggunakan zat besi dan belerang sebagai komponen (Gambar 2.25). Setiap proporsi pengarsipan logam besi dan belerang bubuk membentuk campuran. Komponen dapat dipisahkan dengan magnet karena meta besi adalah magnetik. Tetapi jika kita memanaskan wadah dengan kuat, komponen akan membentuk besi majemuk(II) sulfida (FeS). Magnet kemudian tidak dapat lagi melepas besi karena ada sebagai ion Fe^{2+} yang secara kimia terikat ke ion S^{2-} .

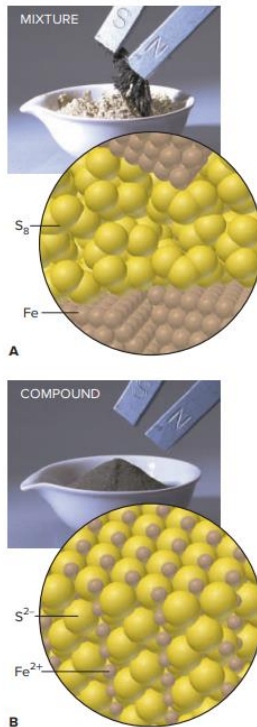


Figure 2.25 The distinction between mixtures and compounds. **A**, A mixture of iron and sulfur consists of the two elements. **B**, The compound iron(II) sulfide consists of an array of Fe^{2+} and S^{2-} ions. Source: Stephen Frisch/McGraw-Hill Education

Ahli kimia telah merancang banyak prosedur untuk memisahkan campuran ke dalam komponennya; teknik

depberakhir pada perbedaan sifat fisik zat *dalam* campuran; tidak ada perubahan kimia yang terjadi:

- **filtrasi** didasarkan pada perbedaan *ukuran partikel* dan sering digunakan untuk memisahkan padat dari cairan, yang mengalir melalui lubang kecil di kertas filter karena padat dipertahankan. Dalam penyaringan vakum, mengurangi tekanan di bawah filter mempercepat aliran cairan melaluinya.
- **Kristalisasi** didasarkan pada *perbedaan kelarutan*. *Kelarutan* suatu zat adalah jumlah yang larut dalam volume pelarut tetap pada suhu tertentu. Karena kelarutan sering meningkat dengan suhu, padat yang tidak murni dilarutkan dalam pelarut panas dan, ketika larutan mendingin, senyawa murni memantapkan (mengkristal).
- **Distilasi** memisahkan komponents melalui **perbedaan volatilitas**, kecenderungan suatu zat untuk menjadi gas. Distilasi sederhana memisahkan *komponen* dengan

perbedaan besar dalam volatilitas, seperti air dari senyawa ionik terlarut. Campuran direbus, menghasilkan uap yang lebih kaya dalam komponen yang lebih mudah menguap — dalam hal ini, air. Air mendidih dan kental dan dikumpulkan secara terpisah, meninggalkan senyawa padat di belakang. *Distilasi fraksional* (dibahas dalam Bab 13) menggunakan banyak langkah kondensasi vapisasi untuk mengudapkomponen dengan perbedaan volatilitaskecil, seperti yang ada di minyak bumi.

- **kromatografi** juga didasarkan pada *perbedaan kelarutan*. Campuran dilarutkan dalam gas atau cairan, dan komponen dipisahkan sebagai larutan ini, yang disebut *fase seluler*, mengalir melalui cairan padat (atau kental) yang disebut *fase stasioner*. Komponen dengan lokelarutan wer dalam fase stasioner bergerak melaluinya lebih cepat daripada komponen dengan kelarutan yang lebih tinggi. Dalam satu teknik, disebut *gasliquid kromatografi (GLC)*, fase seluler adalah gas inert, seperti helium, yang membawa campuran

komponen gas ke dalam tabung panjang yang dikemas dengan fase stasioner (Gambar 2.26A). Komponen muncul secara terpisah dan mencapai detektor. Kromatogram memiliki banyak puncak, masing-masing mewakili jumlah komponen tertentu (Gambar 2.26B). *Berkinerja tinggi (high-pressure) kromatografi cair (HPLC)* mirip dengan GLC, tetapi campuran tidak perlu menguap, karena fase seluler adalah cairan, sehingga komponen yang lebih sensitif terhadap panas dapat dipisahkan.

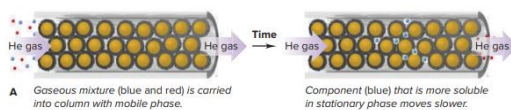


Figure 2.26 Principle of gas-liquid chromatography (GLC). The stationary phase is shown as a viscous liquid (gray circles) coating the solid beads (yellow) of an inert packing.

› Ringkasan Bagian 2.9

- › Campuran heterogen memiliki batas-batas yang terlihat di antara komponen.
- › Campuran homogen (solusi) tidak memiliki batas yang terlihat karena pencampuran terjadi pada tingkat molekul. Mereka dapat terjadi dalam keadaan fisik apa pun.
- › Komponen campuran (tidak seperti senyawa) dapat memiliki proporsi variabel, dapat dipisahkan secara fisik, dan mempertahankan sifatnya.
- › Metode pemisahan didasarkan pada erences diff dalam sifat fisik dan termasuk filtrasi (ukuran partikel), kristalisasi (kelarutan), penyulingan (volatilitas), dan kromatografi (kelarutan).

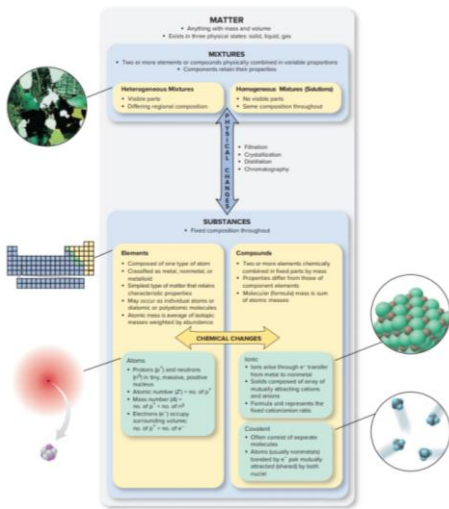


Figure 2.27 The classification of matter from a chemical point of view.

Referensi

Nechypurenko, P. P., Stoliarenko, V. G., Starova, T. V., Selivanova, T. V., Markova, O. M., Modlo, Y. O., & Shmeltser, E. O. (2020). Development and implementation of educational resources in chemistry with elements of augmented reality.

Chen, T. L., Kim, H., Pan, S. Y., Tseng, P. C., Lin, Y. P., & Chiang, P. C. (2020). Implementation of green chemistry principles in circular economy system towards sustainable development goals: Challenges and perspectives. *Science of the Total Environment*, 716, 136998.

Willighagen, E. L., Mayfield, J. W., Alvarsson, J., Berg, A., Carlsson, L., Jeliazkova, N., ... & Steinbeck, C. (2017). The Chemistry Development Kit (CDK) v2. 0: atom typing, depiction, molecular formulas, and

substructure searching. *Journal of cheminformatics*, 9(1), 1-19.

Laubach, S. E., Lander, R. H., Criscenti, L. J., Anovitz, L. M., Urai, J. L., Pollyea, R. M., ... & Pyrak-Nolte, L. (2019). The role of chemistry in fracture pattern development and opportunities to advance interpretations of geological materials. *Reviews of Geophysics*, 57(3), 1065-1111.

Ihde, A. J. (1984). *The development of modern chemistry*. Courier Corporation.

Steinbeck, C., Hoppe, C., Kuhn, S., Floris, M., Guha, R., & Willighagen, E. L. (2006). Recent developments of the chemistry development kit (CDK)-an open-source java library for chemo-and bioinformatics. *Current pharmaceutical design*, 12(17), 2111-2120.

Stephan, D. W., & Erker, G. (2015). Frustrated Lewis pair chemistry: development and perspectives. *Angewandte Chemie International Edition*, 54(22), 6400-6441.

Ugi, I. (Ed.). (2012). *Isonitrile chemistry* (Vol. 20). Elsevier.

Tentang Penulis

Fitria Hidayanti lahir di Palembang pada tanggal 04 September 1978 dan telah menyelesaikan pendidikan Sarjana Kimia dari Institut Teknologi Bandung (2002), Magister Material Science dari Universitas Indonesia (2006). Saat ini sedang menyelesaikan Studi Doktorat sejak tahun 2018 di Teknik Metalurgi dan Material, Universitas Indonesia. Sejak tahun 2009, menekuni bidang Teknik Fisika di Universitas Nasional, Jakarta.

Tentang Penulis



Dr (Can) Fitria Hidayanti lahir di Palembang pada tanggal 04 September 1978 dan telah menyelesaikan pendidikan Sarjana Kimia dari Institut Teknologi Bandung (2002), Magister Material Science dari Universitas Indonesia (2006) dan sedang menyelesaikan studi doktoral pada Teknik Metalurgi dan Material, Universitas Indonesia (2018-sekarang). Sejak tahun 2009, menekuni bidang Teknik Fisika di Universitas Nasional, Jakarta.

ISBN 978-623-7376-98-9 (PDF)

