Fisika Dasar

**UU No 28 tahun 2014 tentang Hak Cipta**

**Fungsi dan sifat hak cipta Pasal 4**

Hak Cipta sebagaimana dimaksud dalam Pasal 3 huruf a merupakan hak eksklusif yang terdiri atas hak moral dan hak ekonomi.

**Pembatasan Pelindungan Pasal 26**

Ketentuan sebagaimana dimaksud dalam Pasal 23, Pasal 24, dan Pasal 25 tidak berlaku terhadap:

* + 1. penggunaan kutipan singkat Ciptaan dan/atau produk Hak Terkait untuk pelaporan peristiwa aktual yang ditujukan hanya untuk keperluan penyediaan informasi aktual;
    2. Penggandaan Ciptaan dan/atau produk Hak Terkait hanya untuk kepentingan penelitian ilmu pengetahuan;
    3. Penggandaan Ciptaan dan/atau produk Hak Terkait hanya untuk keperluan pengajaran, kecuali pertunjukan dan Fonogram yang telah dilakukan Pengumuman sebagai bahan ajar; dan
    4. penggunaan untuk kepentingan pendidikan dan pengembangan ilmu pengetahuan yang memungkinkan suatu Ciptaan dan/atau produk Hak Terkait dapat digunakan tanpa izin Pelaku Pertunjukan, Produser Fonogram, atau Lembaga Penyiaran.

**Sanksi Pelanggaran Pasal 113**

1. Setiap Orang yang dengan tanpa hak melakukan pelanggaran hak ekonomi sebagaimana dimaksud dalam Pasal 9 ayat (1) huruf i untuk Penggunaan Secara Komersial dipidana dengan pidana penjara paling lama 1 (satu) tahun dan/atau pidana denda paling banyak Rp100.000.000 (seratus juta rupiah).
2. Setiap Orang yang dengan tanpa hak dan/atau tanpa izin Pencipta atau pemegang Hak Cipta melakukan pelanggaran hak ekonomi Pencipta sebagaimana dimaksud dalam Pasal 9 ayat (1) huruf c, huruf d, huruf f, dan/atau huruf h untuk Penggunaan Secara Komersial dipidana dengan pidana penjara paling lama 3 (tiga) tahun dan/atau pidana denda paling banyak Rp500.000.000,00 (lima ratus juta rupiah).

Fisika Dasar

Mohammad Malik Hidayatulloh



**FISIKA DASAR**

**Mohammad Malik Hidayatulloh**

Desain Cover :

**Nama**

Sumber :

Link

Tata Letak :

**Nama**

Proofreader :

**Nama**

Ukuran :

**Jml hal judul, Jml hal isi naskah, Uk: 15.5x23 cm**

ISBN :

**No ISBN**

Cetakan Pertama :

**Bulan** **2019**

Hak Cipta 2019, Pada Penulis

Isi diluar tanggung jawab percetakan

**Copyright © 2019 by Deepublish Publisher**

All Right Reserved

Hak cipta dilindungi undang-undang

Dilarang keras menerjemahkan, memfotokopi, atau

memperbanyak sebagian atau seluruh isi buku ini

tanpa izin tertulis dari Penerbit.

**PENERBIT DEEPUBLISH**

**(Grup Penerbitan CV BUDI UTAMA)**

Anggota IKAPI (076/DIY/2012)

Jl.Rajawali, G. Elang 6, No 3, Drono, Sardonoharjo, Ngaglik, Sleman

Jl.Kaliurang Km.9,3 – Yogyakarta 55581

Telp/Faks: (0274) 4533427

Website: www.deepublish.co.id

www.penerbitdeepublish.com

E-mail: cs@deepublish.co.id

* + ***Memahamkan anak tentang simbol-simbol jalur evakuasi***

**Fakultas Teknik Sipil dan Perencanaan (FTSP)**

**UNIVERSITAS ISLAM INDONESIA**

Jl. Kaliurang Km 14,5 Yogyakarta

Telf. : (0274)895042, 086440 : Fax. : (0274)895330

Email : [dekanat@ftsp.uii.ac.id](mailto:dekanat@ftsp.uii.ac.id)

Homepage : www.uii.ac.id

*Buku Siap Siaga Bencana di Lingkungan SekitarPintar*

*Buku Siap Siaga Bencana di Lingkungan SekitarPintar*

*Buku Siap Siaga Bencana di Lingkungan SekitarPintar*

*Buku Siap Siaga Bencana di Lingkungan SekitarPintar*



*Buku Siap Siaga Bencana di Lingkungan SekitarPintar*

**KATA PENGANTAR**

Puji syukur penulis panjatkan kehadirat Allah SWT, yang telah memberikan kekuatan, ketekunan dan kesabaran sehingga buku yang sudah lama dipersiapkan ini akhirnya dapat diselesaikan.

Sumber bacaan pokok dari penulisan ini adalah buku The Rorschach Technique, an Introductory Manual yang ditulis oleh Bruno Klopfer dan Helen H. Davidson tahun 1962, sebagai pelengkap juga diambil dari buku-buku antara lain Bruno Klopfer Mary D. Ainsworth, Walter G. Klopfer, & Robert R. Holtz tahun 1954 dan 1956, John E. Exner tahun 1982 dan lain-lain.

Buku ini dipersiapkan terutama untuk mahasiswa Fakultas Psikologi yang sedang mempelajari Tes Rorschach, karena sepanjang pengalaman penulis mengajar mata kuliah Tes Rorschach banyak mahasiswa yang mengeluh kurangnya bacaan dalam bahasa Indonesia.

Buku ini terdiri dari tiga bagian, bab pertama berisi pengantar mengenai tes bercak tinta, bab kedua mengenai administrasi tes Rorschach, dan bab ketiga mengenai skoring. Interpretasi tes Rorschach tidak dimuat dalam buku ini.

Penulisan buku ini diawali sejak tahun 1992 dalam bentuk diktat yang sederhana, kemudian dilakukan perbaikan maupun penyempurnaan berkali-kali sehingga terbentuklah buku ini.

Penulis mengucapkan terimakasih kepada berbagai pihak yang telah membantu sehingga dapat diterbitkannya tulisan ini. penulis juga merasa bahwa buku ini jauh dari sempurna, oleh karena itu segala masukan baik berupa saran maupun kritik yang membangun sangat diharapkan.

Akhirnya semoga tulisan ini dapat bermanfaat bagi siapa saja yang ingin belajar dan mendalami tes Rorschach. Yogyakarta, 2001. Penulis M.A Subandi Ratna Wulan

Penulis

DAFTAR ISI

KATA PENGANTAR / UCAPAN TERIMAKASIH vi

DAFTAR ISI viii

BAB I PENGUKURAN 1

BAB II 5

JUDUL BAB KEDUA 5

BAB I PENGUKURAN

* Mengetahui besaran-besaran pokok, alat ukur, serta satuannya dalam sistem SI (Satuan Internasional)
* Mengetahui besaran turunan dan cara memperoleh besaran turunan
* Mengetahui notasi ilmiah dan angka penting

# Mengukur

Pengukuran dan perbandingan merupakan sesuatu yang mendasar dalam Sains dan teknik. Sehingga perlu adanya aturan yang baku tentang bagaimana sesuatu diukur dan dibandingkan. Dalam sebuah eksperimen sains, data-data hasil pengukuran sangatlah penting karena hasil pembahasan terutama dalam penelitian kuantitatif sangat bergantung pada data pengukuran.

Baiklah, sekarang kita sudah mengetahui bahwa pengukuran amat penting dalam sains. Tapi arti dari pengukuran sendiri itu apa? Secara bahasa, pengukuran diambil dari kata dasar ukur, kegiatannya berupa mengukur (measuring), proses mengukur disebut dengan pengukuran (measurement). Mengukur merupakan membandingkan sesuatu yang diukur dengan alat ukur yang memiliki satuan tertentu. Satuan (unit) adalah nama unik yang ditetapkan untuk menyatakan ukuran besaran tertentu, misalnya, meter (m) untuk besaran panjanng. Besaran (quantity) secara fisika adalah sifat-sifat fisika dari sebuah materi/barang/benda (matter) yang dapat diukur menggunakan alat ukur.

Satuan pada dasarnya dapat ditentukan sendiri oleh pengukur, misalnya ketika mengukur tinggi badan maka boleh saja menggunakan satuan jengkal, hasta, depa, atau bahkan apapun yang ada disekitar Anda asalkan nilainya tetap maka itu boleh dijadikan satuan dalam kata lain tidak harus menggunakan satuan meter, inci, kaki, dan satuan-satuan panjang lain. Ketika menggunakan satuan berupa jengkal, hasta dan lainnya maka ukuran jengkal maupun hasta setiap orang tentu nilainya berbeda-beda, satuan ini dikenal dengan istilah satuan tak baku karena nilainya tidak tetap. Tentu satuan seperti ini tidak efektif untuk digunakan, oleh karena itu setelah sains mengalami perkembangan terus menerus maka para ilmuan berkumpul dan membuat kesepatan untuk menggunakan satuan yang nilainya tetap, masuk akal, dan praktik ketika digunakan oleh sembarang orang, satuan ini kemudian dikenal dengan satuan baku (standar unit).

Satuan terdapat pada alat ukur, alat ukur bermacam-macam jenisnya sesuai dengan kegunaannya misalnya alat ukur panjang ada mistar/penggaris, neraca untuk mengukur massa, tetapi tidak semua besaran panjang diukur menggunakan mistar karena ada benda-benda di alam ini yang ukurannya sangat kecil maupun sangat besar sementara panjang mistar terbatas. Oleh karena itu ketika mengukur maka alat ukur harus disesuaikan dengan apa yang akan diukur apakah itu jari-jari atom hidrogen, jarak sumbu roda skateboard, atau jarak kita ke bintang.

**Besaran-Besaran Pokok** (Base Quantities). Ada begitu banyak besaran dalam fisika, tetapi ada besaran yang sifatnya pokok atau menjadi dasar dari besaran-besaran yang lain, dalam kata lain besaran-besaran pokok tidak berasal (tidak diturunkan) dari besaran-besaran lain atau istilah asingnya independent. Dari besaran-besaran pokok ini dapat dibentuk berbagai besaran-besaran baru yang disebut dengan **besaran-besaran turunan**.

## Sistem Satuan Internasional (The International System of Units)

Pada tahun 1971, Konferensi Umum ke-14 tentang Berat dan Ukuran memilih tujuh besaran sebagai besaran pokok, sehingga membentuk dasar Sistem Satuan Internasional, disingkat SI dari nama Prancisnya dan secara populer dikenal sebagai sistem metrik.

|  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- |
| Besaran | Simbol Besaran | Satuan | Simbol Satuan |
| Panjang | l | Meter | m |
| Massa | m | Kilogram | Kg |
| Waktu | t | Sekon | s |

Tabel 1.1 Tiga besaran pokok dalam Sistem Satuan Internasional

Tabel 1.1 menunjukkan satuan untuk tiga besaran pokok yaitu panjang, massa, dan waktu. Satuan-satuan ini berada pada "skala manusia." Banyak satuan turunan SI didefinisikan dalam satuan dasar ini. Misalnya, satuan SI untuk gaya yang terdiri dari besaran massa, panjang, dan waktu

(1.1)

Simbol satuan di sebelah kiri dibaca Newton sementara simbol satuan di sebelah kanan dibaca kilogram-meter per sekon kuadrat.

Selain itu dalam fisika akan sering menjumpai besaran yang nilainya sangat besar maupun sangat kecil. Untuk menyatakan besaran yang sangat besar dan sangat kecil ini kita menggunakan notasi ilmiah, yang menggunakan pangkat 10. Misalnya:

(1.2)

(1.3)

Notasi ilmiah pada komputer terkadang terlihat lebih singkat, seperti dan , di mana adalah singkatan dari “eksponen sepuluh.” Kemudian ada juga beberapa kalkulator yang E nya diganti dengan ruang kosong.

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
| Kelipatan | Awalan | Simbol |
| 1024 | yotta- | Y |
| 1021 | zetta- | Z |
| 1018 | exa- | E |
| 1015 | peta- | P |
| 1012 | tera- | T |
| 109 | giga- | G |
| 106 | mega- | M |
| 103 | kilo- | K |
| 102 | hecto- | h |
| 101 | deka- | da |
| 10-1 | deci- | d |
| 10-2 | centi- | c |
| 10-3 | mili- | m |
| 10-6 | micro- | µ |
| 10-9 | nano- | n |
| 10-12 | pico- | p |
| 10-15 | femto- | f |
| 10-18 | atto- | a |
| 10-21 | zepto- | z |
| 10-24 | yocto- | y |

Tabel 1.2 Notasi ilmiah

Untuk kemudahan lebih lanjut ketika berhadapan dengan pengukuran yang sangat besar atau sangat kecil, kami menggunakan awalan yang tercantum dalam Tabel 1.2. Seperti yang Anda lihat, setiap awalan mewakili kelipatan 10 tertentu untuk digunakan sebagai faktor perkalian. Melampirkan awalan ke unit SI memiliki efek mengalikan dengan faktor terkait. Dengan demikian, kita dapat menyatakan daya listrik tertentu sebagai

(1.4)

atau untuk menyatakan interval waktu tertentu

(1.5)

beberapa awalan notasi ilmiah yang sudah kita kenal sejak sekolah dasar seperti kilo, hecto, deka, centi, mili, dan ketika di SMA sudah mengenal mikro, nano, giga, mega, tera.

## Merubah satuan

Sering kali data-data hasil pengukuran yang kita lakukan berupa satuan-satuan yang tidak memakai satuan internasional, misalnya kecepatan dalam km/jam, waktu dalam jam, massa dalam gram, panjang dalam centimeter, dan lain sebagainya. Oleh karena itu satuan-satuan ini perlu dikonversi atau dirubah ke satuan internasional. Salah satu metode untuk merubah satuan adalah metode konversi rantai-link. Dalam metode ini cara kerjanya dengan mengalikan data pengukuran asli dengan faktor konversi (perbandingan satuan yang sama dengan satu). Misalnya, karena 1 menit dan 60 s nilainya sama, maka kita dapat menulis sebagai

Persamaan diatas dapat digunakan sebagai faktor konversi. Jangan lupa bahwa angka dan satuannya harus ditulis semua. Tidak boleh hanya menulis atau saja. Karena mengalikan angka berapapun dengan satuan tidak merubah angkanyanya, kita dapat memasukkan faktor konversi di mana pun kita menganggapnya berguna. Dalam konversi rantai-link, kami menggunakan faktor untuk mengeliminasi satuan yang tidak diinginkan. Misalnya, untuk mengonversi 2 jam ke detik, kita menuliskan sebagai

(1.6)

Jika Anda memasukkan faktor konversi sedemikian rupa sehingga satuan yang tidak diinginkan tidak tereliminasi, balikkan faktornya dan coba lagi. Dalam konversi, satuan mengikuti aturan aljabar yang sama dengan variabel dan angka.

### Panjang

Diawali oleh Republik Prancis pada tahun 1792 yang baru lahir membentuk sistem baru untuk berat dan ukuran. Satuannya adalah meter, yang awalnya didefinisikan sebagai sepersepuluh juta jarak dari kutub utara ke khatulistiwa. Tetapi kemudian untuk alasan praktis, standar Bumi ini ditinggalkan dan meter kemudian didefinisikan sebagai jarak antara dua garis halus yang terukir di dekat ujung batang platinum-iridium, batang meter standar, yang disimpan di International Bureau of Weights and Measures di dekat Paris. Salinan akurat dari batang meter standar ini kemudian dikirim ke laboratorium standarisasi di seluruh dunia. Standar sekunder ini digunakan untuk menghasilkan standar lain yang lebih mudah diakses, sehingga pada akhirnya setiap alat pengukur memperoleh otoritasnya dari batang meteran standar melalui rantai perbandingan yang rumit.

Pada akhirnya, diperlukan standar yang lebih tepat daripada jarak antara dua goresan halus pada batang logam. Sehingga pada tahun 1960, ditemukan standar baru untuk meteran, berdasarkan panjang gelombang cahaya. Secara khusus, standar untuk meter didefinisikan ulang menjadi 1650763.73 panjang gelombang dari cahaya oranye-merah tertentu yang dipancarkan oleh atom kripton-86 (isotop tertentu, atau jenis kripton) dalam tabung pelepasan gas yang dapat diatur dimanapun di dunia. Jumlah panjang gelombang yang aneh ini dipilih sehingga standar baru akan mendekati batang meteran standar yang lama.

Namun, pada tahun 1983, permintaan akan presisi yang lebih tinggi telah mencapai titik yang bahkan standar kripton-86 tidak dapat memenuhinya, dan pada tahun itu ilmuan mengambil sebuah langkah yang berani. Meter didefinisikan ulang sebagai jarak yang ditempuh oleh cahaya dalam interval waktu tertentu. Dalam kata-kata Konferensi Umum ke-17 tentang Berat dan Ukuran (General Conference on Weights and Measures):

Meter adalah panjang lintasan yang ditempuh cahaya dalam ruang hampa selama selang waktu 1/299792458 sekon.

Interval waktu ini dipilih sehingga kecepatan cahaya c tepat

c = 299 792 458 m/s.

Pengukuran kecepatan cahaya telah menjadi sangat tepat, sehingga masuk akal untuk menggunakan kecepatan cahaya sebagai besaran yang tertentu dan menggunakannya untuk mendefinisikan kembali meter.

Tabel 1-3 menunjukkan rentang panjang yang luas, dari panjang alam semesta (garis atas) hingga beberapa objek yang sangat kecil.

|  |  |
| --- | --- |
| Ukuran | Panjang (m) |
| Jarak ke galaksi pertama yang terbentuk | 2 x 1026 |
| Jarak ke galaksi Andromeda | 2 x 1022 |
| Jarak ke bintang terdekat Proxima Centauri | 4 x 1016 |
| Jarak ke Pluto | 6 x 1012 |
| Jari-jari Bumi | 6 x 106 |
| Ketinggian Gunung Everest | 9 x 103 |
| Ketebalan halaman ini | 1 x 10-4 |
| Panjang virus biasa | 1 x 10-8 |
| Jari-jari atom hidrogen | 5 x 10-11 |
| Jari-jari proton | 1 x 10-15 |

Tabel 1.3 Beberapaperkiraan panjang

## Waktu

Waktu memiliki dua aspek. Untuk keperluan sipil dan beberapa tujuan ilmiah, kami ingin mengetahui waktu sehingga kami dapat mengurutkan acara secara berurutan. Dalam banyak karya ilmiah, kita ingin mengetahui berapa lama suatu peristiwa berlangsung. Dengan demikian, standar waktu pun harus mampu menjawab dua pertanyaan: “Kapan terjadinya?” dan “Berapa durasinya?” Tabel 1-4 menunjukkan beberapa interval waktu.

Setiap fenomena yang berulang adalah kemungkinan standar waktu. Rotasi bumi, yang menentukan panjang hari, telah digunakan dengan cara ini selama berabad-abad; Gambar 1-1 menunjukkan satu contoh baru jam tangan berdasarkan rotasi tersebut. Jam kuarsa, di mana cincin kuarsa dibuat untuk bergetar terus menerus, dapat dikalibrasi terhadap rotasi bumi melalui pengamatan astronomi dan digunakan untuk mengukur interval waktu di laboratorium. Namun, kalibrasi tidak dapat dilakukan dengan akurasi yang diminta oleh teknologi ilmiah dan rekayasa modern.

Untuk memenuhi kebutuhan standar waktu yang lebih baik, jam atom telah dikembangkan. Jam atom di Institut Nasional Standar dan Teknologi (NIST) di Boulder, Colorado, adalah standar untuk Waktu Universal Terkoordinasi (UTC) di Amerika Serikat. Sinyal waktunya tersedia melalui radio gelombang pendek (stasiun WWV dan WWVH) dan melalui telepon (303-499-7111). Sinyal waktu (dan informasi terkait) juga tersedia dari Observatorium Angkatan Laut Amerika Serikat di situs web http://tycho.usno.navy.mil/time.html. (Untuk menyetel jam dengan sangat akurat di lokasi tertentu, Anda harus memperhitungkan waktu tempuh yang diperlukan sinyal ini untuk mencapai Anda.) Gambar 1-2 menunjukkan variasi panjang satu hari di Bumi selama periode 4 tahun , sebagaimana ditentukan dengan perbandingan dengan jam sesium (atom). Karena variasi yang ditunjukkan oleh Gambar 1-2 bersifat musiman dan berulang, kami menduga Bumi yang berotasi ketika ada perbedaan tahun 1983 antara Bumi dan atom sebagai pencatat waktu. Variasi ini disebabkan oleh efek pasang surut yang disebabkan oleh Bulan dan angin skala besar.

Konferensi Umum ke-13 tentang Berat dan Ukuran pada tahun 1967 mengadopsi detik standar berdasarkan jam cesium: Satu detik adalah waktu yang dibutuhkan oleh 9 192 631 770 osilasi cahaya (dengan panjang gelombang tertentu) yang dipancarkan oleh atom cesium-133. Jam atom sangat konsisten sehingga, pada prinsipnya, dua jam sesium harus berjalan selama 6000 tahun sebelum pembacaannya akan berbeda lebih dari 1 detik. Bahkan akurasi seperti itu tidak ada artinya jika dibandingkan dengan jam yang saat ini sedang dikembangkan; presisinya mungkin 1 bagian dalam 1018 — yaitu, 1 detik dalam 1 1018 detik (yaitu sekitar 3 1010 tahun).

## Massa

Standar Kilogram Standar SI massa adalah silinder platinum dan iridium (Gbr. 1-3) yang disimpan di Biro Berat dan Ukuran Internasional di dekat Paris dan ditetapkan, dengan kesepakatan internasional, massa 1 kilogram. Salinan yang akurat telah dikirim ke laboratorium standarisasi di negara lain, dan massa benda lain dapat ditentukan dengan menyeimbangkannya dengan salinan. Tabel 1-5 menunjukkan beberapa massa yang dinyatakan dalam kilogram, berkisar sekitar 83 kali lipat. Salinan kilogram standar AS disimpan di brankas di NIST. Itu dihapus, tidak lebih dari setahun sekali, untuk tujuan memeriksa salinan duplikat yang digunakan di tempat lain. Sejak 1889, telah dibawa ke Prancis dua kali untuk perbandingan ulang dengan standar primer.

## Standar Massa Kedua

Massa atom dapat dibandingkan satu sama lain lebih tepat daripada yang dapat dibandingkan dengan kilogram standar. Untuk alasan ini, kami memiliki standar massa kedua. Ini adalah atom karbon-12, yang, berdasarkan kesepakatan internasional, memiliki massa 12 satuan massa atom (u). Hubungan antara kedua satuan tersebut adalah

1 u 1.660 538 86 1027 kg,

(1-7)

dengan ketidakpastian 10 di dua tempat desimal terakhir. Para ilmuwan dapat, dengan presisi yang masuk akal, secara eksperimental menentukan massa atom lain relatif terhadap massa karbon-12. Apa yang kita kekurangan saat ini adalah sarana yang dapat diandalkan untuk memperluas ketepatan itu ke satuan massa yang lebih umum, seperti kilogram. Tabel 1-5 Beberapa PerkiraanObjek Alam semesta yang diketahui Galaksi kita Matahari Bulan Asteroid Eros Gunung kecil Kapal laut Gajah Anggur Setitik debu Molekul penisilin Atom uranium Proton Massa Elektron Massa dalam Kilogram

## Kepadatan

Seperti yang akan kita bahas lebih lanjut dalam Bab 14, kerapatan r (huruf kecil Yunani rho) adalah massa per satuan volume:

Massa jenis biasanya dinyatakan dalam kilogram per meter kubik atau gram per sentimeter kubik. Massa jenis air (1,00 gram per sentimeter kubik) sering digunakan sebagai pembanding. Salju segar memiliki sekitar 10% dari kepadatan itu; platinum memiliki kerapatan sekitar 21 kali lipat dari air.

## Angka Penting dan Tempat Desimal

Misalkan Anda mengerjakan masalah di mana setiap nilai terdiri dari dua digit. Angka-angka tersebut disebut angka penting dan angka tersebut menentukan jumlah angka yang dapat Anda gunakan untuk melaporkan jawaban akhir Anda. Dengan data yang diberikan dalam dua angka penting, jawaban akhir Anda seharusnya hanya memiliki dua angka penting. Namun, tergantung pada pengaturan mode kalkulator Anda, lebih banyak digit mungkin ditampilkan. Angka ekstra itu tidak ada artinya.

Dalam buku ini, hasil akhir perhitungan sering dibulatkan agar sesuai dengan jumlah angka penting paling sedikit dalam data yang diberikan. (Namun, terkadang angka ekstra penting disimpan.) Jika angka paling kiri yang akan dibuang adalah 5 atau lebih, angka terakhir yang tersisa dibulatkan ke atas; jika tidak, itu dipertahankan apa adanya. Misalnya, 11,3516 dibulatkan menjadi tiga angka penting menjadi 11,4 dan 11,3279 dibulatkan menjadi tiga angka penting menjadi 11,3. (Jawaban untuk contoh masalah dalam buku ini biasanya disajikan dengan simbol, bukan bahkan jika pembulatan terlibat.)

Ketika angka seperti 3,15 atau 3,15 103 diberikan dalam soal, jumlah angka penting terlihat, tetapi bagaimana dengan angka 3000? Apakah hanya diketahui satu angka penting (3 103)? Atau diketahui sebanyak empat angka penting (3.000 103)? Dalam buku ini, kami berasumsi bahwa semua angka nol dalam angka tertentu seperti 3000 adalah signifikan, tetapi Anda sebaiknya tidak membuat asumsi itu di tempat lain. Jangan bingung antara angka penting dengan tempat desimal. Perhatikan panjang 35,6 mm, 3,56 m, dan 0,00356 m. Semuanya memiliki tiga angka penting tetapi masing-masing memiliki satu, dua, dan lima tempat desimal.

# Contoh Soal dan Pembahasan

1. Earth is approximately a sphere of radius 6.37 106 m. What are (a) its circumference in kilometers, (b) its surface area in square kilometers, and (c) its volume in cubic kilometers?
2. A gry is an old English measure for length, defined as 1/10 of a line, where line is another old English measure for length, defined as 1/12 inch. A common measure for length in the publishing business is a point, defined as 1/72 inch. What is an area of 0.50 gry2 in points squared (points2)?
3. •3 The micrometer (1 mm) is often called the micron. (a) How many microns make up 1.0 km? (b) What fraction of a centimeter equals 1.0 mm? (c) How many microns are in 1.0 yd?
4. •4 Spacing in this book was generally done in units of points and picas: 12 points 1 pica, and 6 picas 1 inch. If a figure was mis placed in the page proofs by 0.80 cm, what was the misplacement in (a) picas and (b) points?
5. •5 SSM WWW Horses are to race over a certain English meadow for a distance of 4.0 furlongs. What is the race distance in (a) rods and (b) chains? (1 furlong 201.168 m, 1 rod 5.0292 m, and 1 chain 20.117 m.)
6. ••6 You can easily convert common units and measures electronically, but you still should be able to use a conversion table, such as those in Appendix D. Table 1-6 is part of a conversion table for a system of volume measures once common in Spain; a volume of 1 fanega is equivalent to 55.501 dm3 (cubic decimeters). To complete the table, what numbers (to three significant figures) should be entered in (a) the cahiz column, (b) the fanega column, (c) the cuartilla column, and (d) the almude column, starting with the top blank? Express 7.00 almudes in (e) medios, (f) cahizes, and (g) cubic centimeters (cm3). Table 1-6 Problem 6
7. ••7 ILW Hydraulic engineers in the United States often use, as a unit of volume of water, the acre-foot, defined as the volume of water that will cover 1 acre of land to a depth of 1 ft. A severe thunderstorm dumped 2.0 in. of rain in 30 min on a town of area 26 km2. What volume of water, in acre-feet, fell on the town?
8. ••8 Harvard Bridge, which connects MIT with its fraternities across the Charles River, has a length of 364.4 Smoots plus one ear. The unit of one Smoot is based on the length of Oliver Reed Smoot, Jr., class of 1962, who was carried or dragged length by length across the bridge so that other pledge members of the Lambda Chi Alpha fraternity could mark off (with paint) 1-Smoot lengths along the bridge. The marks have been repainted biannually by fraternity pledges since the initial measurement, usually during times of traffic congestion so that the police cannot easily interfere. (Presumably, the police were originally upset because the Smoot is not an SI base unit, but these days they seem to have accepted the unit.) Figure 1-4 shows three parallel paths, measured in Smoots (S), Willies (W), and Zeldas (Z). What is the length of 50.0 Smoots in (a) Willies and (b) Zeldas? Figure 1-4 Problem 8.
9. ••9 Antarctica is roughly semicircular, with a radius of 2000 km (Fig. 1-5). The average thickness of its ice cover is 3000 m. How many cubic centimeters of ice does Antarctica contain? (Ignore the curvature of Earth.)
10. •10 Until 1883, every city and town in the United States kept its own local time. Today, travelers reset their watches only when the time change equals 1.0 h. How far, on the average, must you travel in degrees of longitude between the time-zone boundaries at which your watch must be reset by 1.0 h? (Hint: Earth rotates 360° in about 24 h.)
11. •11 For about 10 years after the French Revolution, the French government attempted to base measures of time on multiples often: One week consisted of 10 days, one day consisted of 10 hours, one hour consisted of 100 minutes, and one minute consisted of 100 seconds. What are the ratios of (a) the French decimal week to the standard week and (b) the French decimal second to the standard second?
12. •12 The fastest growing plant on record is a Hesperoyucca whipplei that grew 3.7 m in 14 days. What was its growth rate in micrometers per second?
13. •13 Three digital clocks A, B, and C run at different rates and do not have simultaneous readings of zero. Figure 1-6 shows simultaneous readings on pairs of the clocks for four occasions. (At the earliest occasion, for example, B reads 25.0 s and C reads 92.0 s.) If two events are 600 s apart on clock A, how far apart are they on (a) clock B and (b) clock C? (c) When clock A reads 400 s, what does clock B read? (d) When clock C reads 15.0 s, what does clock B read? (Assume negative readings for prezero times.) Figure 1-6 Problem 13.
14. •14 A lecture period (50 min) is close to 1 microcentury. (a) How long is a microcentury in minutes? (b) Using percentage difference actual actual approximation 100, find the percentage difference from the approximation.
15. •15 A fortnight is a charming English measure of time equal to 2.0 weeks (the word is a contraction of “fourteen nights”). That is a nice amount of time in pleasant company but perhaps a painful string of microseconds in unpleasant company. How many microseconds are in a fortnight?
16. •16 Time standards are now based on atomic clocks. A promising second standard is based on pulsars, which are rotating neutron stars (highly compact stars consisting only of neutrons). Some rotate at a rate that is highly stable, sending out a radio beacon that sweeps briefly across Earth once with each rotation, like a lighthouse beacon. Pulsar PSR 1937 21 is an example; it rotates once every 1.557 806 448 872 75 3 ms, where the trailing 3 indicates the uncertainty in the last decimal place (it does not mean 3 ms). (a) How many rotations does PSR 1937 21 make in 7.00 days? (b) How much time does the pulsar take to rotate exactly one million times and (c) what is the associated uncertainty?
17. •17 SSM Five clocks are being tested in a laboratory. Exactly at noon, as determined by the WWV time signal, on successive days of a week the clocks read as in the following table. Rank the five clocks according to their relative value as good timekeepers, best to worst. Justify your choice.
18. ••18 Because Earth’s rotation is gradually slowing, the length of each day increases: The day at the end of 1.0 century is 1.0 ms longer than the day at the start of the century. In 20 centuries, what is the total of the daily increases in time?
19. •••19 Suppose that, while lying on a beach near the equator watching the Sun set over a calm ocean, you start a stopwatch just as the top of the Sun disappears. You then stand, elevating your eyes by a height H 1.70 m, and stop the watch when the top of the Sun again disappears. If the elapsed time is t 11.1 s, what is the radius r of Earth?

Module 1-3 Mass

1. •20 The record for the largest glass bottle was set in 1992 by a team in Millville, New Jersey — they blew a bottle with a volume of 193 U.S. fluid gallons. (a) How much short of 1.0 million cubic centimeters is that? (b) If the bottle were filled with water at the leisurely rate of 1.8 g/min, how long would the filling take? Water has a density of 1000 kg/m 3.
2. •21 Earth has a mass of 5.98 1024 kg.The average mass of the atoms that make up Earth is 40 u. How many atoms are there in Earth?
3. •22 Gold, which has a density of 19.32 g/cm3, is the most ductile metal and can be pressed into a thin leaf or drawn out into a long fiber. (a) If a sample of gold, with a mass of 27.63 g, is pressed into a leaf of 1.000 mm thickness, what is the area of the leaf? (b) If, instead, the gold is drawn out into a cylindrical fiber of radius 2.500 mm, what is the length of the fiber?
4. •23 SSM (a) Assuming that water has a density of exactly 1 g/cm3, find the mass of one cubic meter of water in kilograms. (b) Suppose that it takes 10.0 h to drain a container of 5700 m3 of water. What is the “mass flow rate,” in kilograms per second, of water from the container?
5. ••24 Grains of fine California beach sand are approximately spheres with an average radius of 50 m and are made of silicon dioxide, which has a density of 2600 kg/m3. What mass of sand grains would have a total surface area (the total area of all the individual spheres) equal to the surface area of a cube 1.00 m on an edge?
6. ••25 During heavy rain, a section of a mountainside measuring 2.5 km horizontally, 0.80 km up along the slope, and 2.0 m deep slips into a valley in a mud slide. Assume that the mud ends up uniformly distributed over a surface area of the valley measuring 0.40 km 0.40 km and that mud has a density of 1900 kg/m 3 . What is the mass of the mud sitting above a 4.0 m2 area of the valley floor?
7. ••26 One cubic centimeter of a typical cumulus cloud contains 50 to 500 water drops, which have a typical radius of 10 mm. For that range, give the lower value and the higher value, respectively, for the following. (a) How many cubic meters of water are in a cylindrical cumulus cloud of height 3.0 km and radius 1.0 km? (b) How many 1-liter pop bottles would that water fill? (c) Water has a density of 1000 kg/m3. How much mass does the water in the cloud have?
8. ••27 Iron has a density of 7.87 g/cm3, and the mass of an iron atom is 9.27 1026 kg. If the atoms are spherical and tightly packed, (a) what is the volume of an iron atom and (b) what is the distance between the centers of adjacent atoms?
9. ••28 A mole of atoms is 6.02 1023 atoms. To the nearest order of magnitude, how many moles of atoms are in a large domestic cat? The masses of a hydrogen atom, an oxygen atom, and a carbon atom are 1.0 u, 16 u, and 12 u, respectively. (Hint: Cats are sometimes known to kill a mole.)
10. ••29 On a spending spree in Malaysia, you buy an ox with a weight of 28.9 piculs in the local unit of weights: 1 picul 100 gins, 1 gin 16 tahils, 1 tahil 10 chees, and 1 chee 10 hoons. The weight of 1 hoon corresponds to a mass of 0.3779 g. When you arrange to ship the ox home to your astonished family, how much mass in kilograms must you declare on the shipping manifest? (Hint: Set up multiple chain-link conversions.)
11. ••30 Water is poured into a container that has a small leak. The mass m of the water is given as a function of time t by m 5.00t0.8 3.00t 20.00, with t 0, m in grams, and t in seconds. (a) At what time is the water mass greatest, and (b) what is that greatest mass? In kilograms per minute, what is the rate of mass change at (c) t 2.00 s and (d) t 5.00 s?
12. •••31 A vertical container with base area measuring 14.0 cm by 17.0 cm is being filled with identical pieces of candy, each with a volume of 50.0 mm3 and a mass of 0.0200 g.Assume that the volume of the empty spaces between the candies is negligible. If the height of the candies in the container increases at the rate of 0.250 cm/s, at what rate (kilograms per minute) does the mass of the candies in the container increase?

Additional Problems

1. 32 In the United States, a doll house has the scale of 112 of a real house (that is, each length of the doll house is 12 1 that of the real house) and a miniature house (a doll house to fit within a doll house) has the scale of 1144 of a real house. Suppose a real house (Fig. 1-7) has a front length of 20 m, a depth of 12 m, a height of 6.0 m, and a standard sloped roof (vertical triangular faces on the ends) of height 3.0 m. In cubic meters, what are the volumes of the corresponding (a) doll house and (b) miniature house?
2. 33 A ton is a measure of volume frequently used in shipping, but that use requires some care because there are at least three types of tons: A displacement ton is equal to 7 barrels bulk, a freight ton is equal to 8 barrels bulk, and a register ton is equal to 20 barrels bulk. A barrel bulk is another measure of voume: 1 barrel bulk 0.1415 m3. Suppose you spot a shipping order for “73 tons” of M&M candies, and you are certain that the client who sent the order intended “ton” to refer to volume (instead of weight or mass, as discussed in Chapter 5). If the client actually meant displacement tons, how many extra U.S. bushels of the candies will you erroneously ship if you interpret the order as (a) 73 freight tons and (b) 73 register tons? (1 m3 28.378 U.S. bushels.)
3. 34 Two types of barrel units were in use in the 1920s in the United States. The apple barrel had a legally set volume of 7056 cubic inches; the cranberry barrel, 5826 cubic inches. If a merchant sells 20 cranberry barrels of goods to a customer who thinks he is receiving apple barrels, what is the discrepancy in the shipment volume in liters?
4. 35 An old English children’s rhyme states, “Little Miss Muffet sat on a tuffet, eating her curds and whey, when along came a spider who sat down beside her. . . .” The spider sat down not because of the curds and whey but because Miss Muffet had a stash of 11 tuffets of dried flies. The volume measure of a tuffet is given by 1 tuffet 2 pecks 0.50 Imperial bushel, where 1 Imperial bushel 36.3687 liters (L). What was Miss Muffet’s stash in (a) pecks, (b) Imperial bushels, and (c) liters?
5. 36 Table 1-7 shows some old measures of liquid volume. To complete the table, what numbers (to three significant figures) should be entered in (a) the wey column, (b) the chaldron column, (c) the bag column, (d) the pottle column, and (e) the gill column, starting from the top down? (f) The volume of 1 bag is equal to 0.1091 m3. If an old story has a witch cooking up some vile liquid in a cauldron of volume 1.5 chaldrons, what is the volume in cubic meters? Table 1-7 Problem 36
6. 37 A typical sugar cube has an edge length of 1 cm. If you had a cubical box that contained a mole of sugar cubes, what would its edge length be? (One mole 6.02 1023 units.)
7. 38 An old manuscript reveals that a landowner in the time of King Arthur held 3.00 acres of plowed land plus a livestock area of 25.0 perches by 4.00 perches. What was the total area in (a) the old unit of roods and (b) the more modern unit of square meters? Here, 1 acre is an area of 40 perches by 4 perches, 1 rood is an area of 40 perches by 1 perch, and 1 perch is the length 16.5 ft.
8. 39 SSM A tourist purchases a car in England and ships it home to the United States. The car sticker advertised that the car’s fuel consumption was at the rate of 40 miles per gallon on the open road. The tourist does not realize that the U.K. gallon differs from the U.S. gallon: 1 U.K. gallon 4.546 090 0 liters 1 U.S. gallon 3.785 411 8 liters. For a trip of 750 miles (in the United States), how many gallons of fuel does (a) the mistaken tourist believe she needs and (b) the car actually require?
9. 40 Using conversions and data in the chapter, determine the number of hydrogen atoms required to obtain 1.0 kg of hydrogen. A hydrogen atom has a mass of 1.0 u.
10. 41 SSM A cord is a volume of cut wood equal to a stack 8 ft long, 4 ft wide, and 4 ft high. How many cords are in 1.0 m3?
11. 42 One molecule of water (H2O) contains two atoms of hydrogen and one atom of oxygen.A hydrogen atom has a mass of 1.0 u and an atom of oxygen has a mass of 16 u, approximately. (a) What is the mass in kilograms of one molecule of water? (b) How many molecules of water are in the world’s oceans, which have an estimated total mass of 1.4 1021 kg?
12. 43 A person on a diet might lose 2.3 kg per week. Express the mass loss rate in milligrams per second, as if the dieter could sense the second-by-second loss.
13. 44 What mass of water fell on the town in Problem 7? Water has a density of 1.0 103 kg/m3.
14. 45 (a) A unit of time sometimes used in microscopic physics is the shake. One shake equals 108 s. Are there more shakes in a second than there are seconds in a year? (b) Humans have existed for about 106 years, whereas the universe is about 1010 years old. If the age of the universe is defined as 1 “universe day,” where a universe day consists of “universe seconds” as a normal day consists of normal seconds, how many universe seconds have humans existed?
15. 46 A unit of area often used in measuring land areas is the hectare, defined as 104 m2. An open-pit coal mine consumes 75 hectares of land, down to a depth of 26 m, each year. What volume of earth, in cubic kilometers, is removed in this time?
16. 47 SSM An astronomical unit (AU) is the average distance between Earth and the Sun, approximately 1.50 108 km. The speed of light is about 3.0 108 m/s. Express the speed of light in astronomical units per minute.
17. 48 The common Eastern mole, a mammal, typically has a mass of 75 g, which corresponds to about 7.5 moles of atoms. (A mole of atoms is 6.02 1023 atoms.) In atomic mass units (u), what is the average mass of the atoms in the common Eastern mole?
18. 49 A traditional unit of length in Japan is the ken (1 ken 1.97 m). What are the ratios of (a) square kens to square meters and (b) cubic kens to cubic meters? What is the volume of a cylindrical water tank of height 5.50 kens and radius 3.00 kens in (c) cubic kens and (d) cubic meters?
19. 50 You receive orders to sail due east for 24.5 mi to put your salvage ship directly over a sunken pirate ship. However, when your divers probe the ocean floor at that location and find no evidence of a ship, you radio back to your source of information, only to discover that the sailing distance was supposed to be 24.5 nautical miles, not regular miles. Use the Length table in Appendix D to calculate how far horizontally you are from the pirate ship in kilometers.
20. 51 The cubit is an ancient unit of length based on the distance between the elbow and the tip of the middle finger of the measurer. Assume that the distance ranged from 43 to 53 cm, and suppose that ancient drawings indicate that a cylindrical pillar was to have a length of 9 cubits and a diameter of 2 cubits. For the stated range, what are the lower value and the upper value, respectively, for (a) the cylinder’s length in meters, (b) the cylinder’s length in millimeters, and (c) the cylinder’s volume in cubic meters?
21. 52 As a contrast between the old and the modern and between the large and the small, consider the following: In old rural England 1 hide (between 100 and 120 acres) was the area of land needed to sustain one family with a single plough for one year. (An area of 1 acre is equal to 4047 m2.) Also, 1 wapentake was the area of land needed by 100 such families. In quantum physics, the cross-sectional area of a nucleus (defined in terms of the chance of a particle hitting and being absorbed by it) is measured in units of barns, where 1 barn is 1 1028 m2. (In nuclear physics jargon, if a nucleus is “large,” then shooting a particle at it is like shooting a bullet at a barn door, which can hardly be missed.) What is the ratio of 25 wapentakes to 11 barns?
22. 53 SSM An astronomical unit (AU) is equal to the average distance from Earth to the Sun, about 92.9 106 mi. A parsec (pc) is the distance at which a length of 1 AU would subtend an angle of exactly 1 second of arc (Fig. 1-8). A light-year (ly) An angle of is the distance that light, travexactly 1 second eling through a vacuum with a 1 pc speed of 186 000 mi/s, would 1 AU cover in 1.0 year. Express the 1 pc Earth – Sun distance in (a) Figure 1-8 Problem 53. parsecs and (b) light-years.
23. 54 The description for a certain brand of house paint claims a coverage of 460 ft2/gal. (a) Express this quantity in square meters per liter. (b) Express this quantity in an SI unit (see Appendices A and D). (c) What is the inverse of the original quantity, and (d) what is its physical significance?
24. 55 Strangely, the wine for a large wedding reception is to be served in a stunning cut-glass receptacle with the interior dimensions of 40 cm 40 cm 30 cm (height). The receptacle is to be initially filled to the top. The wine can be purchased in bottles of the sizes given in the following table. Purchasing a larger bottle instead of multiple smaller bottles decreases the overall cost of the wine. To minimize the cost, (a) which bottle sizes should be purchased and how many of each should be purchased and, once the receptacle is filled, how much wine is left over in terms of (b) standard bottles and (c) liters? 1 standard bottle 1 magnum 2 standard bottles 1 jeroboam 4 standard bottles 1 rehoboam 6 standard bottles 1 methuselah 8 standard bottles 1 salmanazar 12 standard bottles 1 balthazar 16 standard bottles 11.356 L 1 nebuchadnezzar 20 standard bottles
25. 56 The corn–hog ratio is a financial term used in the pig market and presumably is related to the cost of feeding a pig until it is large enough for market. It is defined as the ratio of the market price of a pig with a mass of 3.108 slugs to the market price of a U.S. bushel of corn. (The word “slug” is derived from an old German word that means “to hit”; we have the same meaning for “slug” as a verb in modern English.) A U.S. bushel is equal to 35.238 L. If the corn–hog ratio is listed as 5.7 on the market exchange, what is it in the metric units of price of 1 kilogram of pig ? price of 1 liter of corn (Hint: See the Mass table in Appendix D.)
26. 57 You are to fix dinners for 400 people at a convention of Mexican food fans. Your recipe calls for 2 jalapeño peppers per serving (one serving per person). However, you have only habanero peppers on hand. The spiciness of peppers is measured in terms of the scoville heat unit (SHU). On average, one jalapeño pepper has a spiciness of 4000 SHU and one habanero pepper has a spiciness of 300 000 SHU. To get the desired spiciness, how many habanero peppers should you substitute for the jalapeño peppers in the recipe for the 400 dinners?
27. 58 A standard interior staircase has steps each with a rise (height) of 19 cm and a run (horizontal depth) of 23 cm. Research suggests that the stairs would be safer for descent if the run were, instead, 28 cm. For a particular staircase of total height 4.57 m, how much farther into the room would the staircase extend if this change in run were made?
28. 59 In purchasing food for a political rally, you erroneously order shucked medium-size Pacific oysters (which come 8 to 12 per U.S. pint) instead of shucked medium-size Atlantic oysters (which come 26 to 38 per U.S. pint). The filled oyster container shipped to you has the interior measure of 1.0 m 12 cm 20 cm, and a U.S. pint is equivalent to 0.4732 liter. By how many oysters is the order short of your anticipated count?
29. 60 An old English cookbook carries this recipe for cream of nettle soup: “Boil stock of the following amount: 1 breakfastcup plus 1 teacup plus 6 tablespoons plus 1 dessertspoon. Using gloves, separate nettle tops until you have 0.5 quart; add the tops to the boiling stock. Add 1 tablespoon of cooked rice and 1 saltspoon of salt. Simmer for 15 min.” The following table gives some of the conversions among old (premetric) British measures and among common (still premetric) U.S. measures. (These measures just scream for metrication.) For liquid measures, 1 British teaspoon 1 U.S. teaspoon. For dry measures, 1 British teaspoon 2 U.S. teaspoons and 1 British quart 1 U.S. quart. In U.S. measures, how much (a) stock, (b) nettle tops, (c) rice, and (d) salt are required in the recipe?