

DEFINISI METER DAN MILIMETER

Tanya: Pak Yo, saya selaku guru mesti jujur bila saya tidak mampu menjawab pertanyaan siswa. Mohon maaf bila pertanyaan saya ini tidak ada kadar fenomenanya. Begini, saya guru yang mengajar IPA di SMP dan berlatar belakang biologi, bukan fisika. Jadi, bila ada pertanyaan yang menyangkut fisika, saya tak dapat langsung menjawabnya karena takut tidak benar dan akan menyesatkan siswa. Nah, melalui Rubrik "Fenomena" ini saya ingin meneruskan pertanyaan siswa yang sedang duduk di kelas III SMP. Begini pertanyaannya. Bila 1 m (meter standar) adalah panjang yang sama dengan 1.650.763,73 panjang gelombang cahaya atom Krypton-86 dalam ruang hampa udara, bagaimana cara menetapkan milimeter? Karena 1 mm = 0,001 m, berdasarkan perhitungan seperti apa maka harus 0,001 m? (Rely Rizaldy, S.Pd., di Kalimantan Selatan)

Jawab: Untuk mendefinisikan milimeter kita harus mendefinisikan meter dulu. Dari definisi meter kita tetapkan 1 mm = 0,001 m. Jadi, kita tidak perlu mendefinisikan lagi 1 mm itu. Definisi meter yang dipakai sekarang tidak lagi menggunakan panjang gelombang radiasi Krypton-86, tetapi menggunakan kecepatan cahaya yang nilainya dianggap sangat akurat, yaitu 299.792.458 m·s⁻¹. Jadi, meter didefinisikan sebagai panjang lintasan cahaya dalam ruang hampa selama waktu 1/299.792.458 (seper dua juta sekian-sekian) detik.

BAYANGAN CERMIN

Tanya: Saya senang sekali dengan adanya rubrik "Fenomena" ini. Melalui rubrik ini saya ingin bertanya soal cermin. Kalau kita bercermin, maka yang terbalik hanya sesuatu yang berarah horisontal, misalnya kata CERMINE akan terbalik secara horisontal. Tetapi tidak terbalik secara vertikal (atas menjadi bawah dan bawah menjadi atas). Mengapa hal itu bisa terjadi? (Irena Cisy Rosinta, di Yogyakarta)

Jawab: Cermin tidak membalik sesuatu berarah horizontal atau vertikal. Coba tempatkan di depan cermin sebatang anak panah pada posisi horizontal dari arah kiri ke kanan. Bayangan anak panah itu tetap mempunyai arah dari kiri ke kanan, tidak terbalik dari kanan ke kiri. Demikian juga jika anak panah itu diletakkan vertikal ke atas. Arah yang ditunjukkan bayangan anak panah tetap vertikal ke atas, tidak terbalik.

Cermin sebenarnya membalik masuk/keluar. Artinya, jika anak panah diarahkan ke dalam cermin maka bayangannya akan mengarah ke luar cermin, dan sebaliknya. Ini berdasarkan sifat cermin yang memantulkan cahaya yang datang.

Miskonsepsi kiri-kanan terjadi karena kita terbiasa bicara dengan lawan bicara kita secara berhadapan. Ketika kita berhadapan, bagian kiri kita sejajar dengan bagian kanan lawan bicara kita dan sebaliknya. Jadi, ketika bercermin, seolah-olah kita berhadapan dengan "lawan bicara", sehingga timbullah persepsi bahwa telah terjadi pembalikan kiri-kanan

JALAN MENURUN TAPI MUNDUR

Tanya: Salam Pak Yohanes, Teman saya pernah bercerita, saat pergi ke Saudi Arabia ia mengendarai mobil menuruni sebuah bukit (saya lupa nama bukitnya). Kalau secara logika, yang namanya mobil menuruni bukit tentu semakin lama jalannya akan semakin cepat meskipun kita tidak menginjak pedal gas. Tapi, menurut teman saya, mobil yang dikendarainya berjalan lambat sekali, bahkan sewaktu digas. Ketika dia mematikan mesinnya, ternyata mobilnya malah berjalan mundur. Aneh, bukankah kalau mobil bergerak mundur, berarti jalan itu menanjak? Dia menduga, ada semacam medan magnet pada bukit yang jauh di belakangnya.

Bagaimana Bapak bisa menjelaskan hal ini? (Ira K.S., di Jakarta)

Jawab: Alasan menggunakan medan magnet sebagai penyebab keanehan itu tidak masuk akal. Coba telaah, pada jarak yang jauh medan magnet tidak mungkin menarik mobil sekuat itu. Walaupun ada medan magnet yang sangat kuat di bukit yang ada di belakangnya (sehingga mampu "menyedot" mobil yang tentunya berbobot ratusan kilogram), tentu seluruh benda di sekitar yang terbuat dari besi dan nikel akan tertarik oleh bukit itu. Bukit itu tentu akan penuh dengan nikel dan besi. Alasan kedua, sulit untuk menjelaskan secara fisika bagaimana magnet terbentuk di satu bukit tetapi di bukit tetangganya (tempat mobil tadi berada) sama sekali tidak ada magnet.

Kemungkinan terbesar adalah jalan yang dilewati itu sebenarnya menanjak walaupun kelihatan menurun. Ini disebabkan organ keseimbangan memberikan informasi yang salah pada otak kita akibat keterbatasan kemampuan alat indera kita. Ketika menuruni suatu bukit untuk waktu yang cukup lama, kita akan merasa sedang menanjak jika kemiringan bukit tiba-tiba berkurang.

TELUR BERDIRI SENDIRI

Tanya: Prof Yo. saya punya pertanyaan nih! Waktu saya melihat siaran salah satu stasiun teve di Indonesia pada Juni 2004, ada tayangan yang menarik bagi saya. Yakni telur dapat berdiri tegak di atas cangkir yang dibalikkan. Penjelassannya sih waktu itu adalah Hari Pehcun. Tepat pada tanggal itu pukul 12.00 telur bisa berdiri sendiri. Setelah lewat waktunya telur akan rebah. Fenomena ini terjadi pula di Taiwan dan Cina pada hari yang sama waktu setempat. Apa penyebab fenomena tadi? (Budi Giyanto, Jakarta)

Jawab: Saya akan mencoba menjelaskannya, namun jangan kecewa kalau tidak menjawab pertanyaan Budi. Begini, fisikawan Prof. David Allan pernah melakukan percobaan mendirikan telur. Hasilnya, ia mendapati bahwa telur dapat diberdirikan kapan saja ia mau. Namun, memang lebih mudah mendirikan telur ketika Bumi berada pada posisi *equinox* (ketika sumbu rotasi Bumi dan garis Bumi ke Matahari tegak lurus). Posisi ini biasa terjadi sekitar tanggal 21 atau 22 Maret (terutama saat bulan purnama). Pada posisi *equinox*, jarak Matahari ke Kutub Utara dan Kutub Selatan sama panjangnya. Akibatnya, lama waktu antara siang dan malam sama. Prof. Allan kemudian mencoba menjelaskan peristiwa ini melalui teori barunya soal

gravitasi. Dalam teorinya, Prof. Allan berpendapat bahwa di antara Matahari dan Bumi terdapat garis-garis medan gravitasi yang dapat mempengaruhi elektron-elektron dalam telur. Gerakan elektron-elektron inilah yang menyebabkan terjadinya kestabilan pada telur sehingga telur dapat berdiri.

Namun, teori ini masih diragukan. Suatu saat siapa tahu Anda dapat menemukan teori baru untuk menjelaskan gejala ini.

Maju Tapi Kok Mundur?

Tanya: *Maaf Prof. kalau pertanyaan saya simpel saja. Begini, saya sebenarnya tidak menyukai balap mobil Formula 1 atau MotoGP. Hanya saja, ketika tanpa sengaja saya menontonnya, ada sesuatu yang membuat mata saya selalu melotot ke layar teve. Yakni ketika kendaraan atau motor itu mengurangi kecepatan, misalnya sewaktu menikung, mengapa putaran roda dapat terlihat "seolah-olah" berbalik arah? Apakah karena kecepatan yang tinggi kemudian berkurang secara drastis?*

Terima kasih atas jawaban Anda. (Ian Samudra, di Papua)

Jawab: Fenomena seolah-olah berbalik arah itu dikarenakan keterbatasan mata kita. Mata kita mempunyai kemampuan melihat 12 - 14 *frame* per detik. Kalau pernah melihat orang membuat film kartun, sebanyak 12 - 14 lembar gambar yang ditayangkan di teve berurutan dalam jangka waktu sedetik itulah gerakan yang masih bisa ditangkap mata kita dengan benar.

Ketika serangkaian gambar diputar lebih cepat dari 14 *frame* per detik, mata kita kewalahan. Serangkaian gambar itu akan dilihat sebagai sesuatu yang kontinyu. Nah, biasanya sebuah film diputar dengan kecepatan 32 *frame* per detik. Jika dalam film ada roda berputar dengan kecepatan 32 putaran per detik kita akan melihat roda itu diam. Jika rodanya berputar lebih cepat, roda kelihatan maju, tetapi ketika lebih lambat, roda kelihatan mundur.

Jadi, ketika roda mula-mula berputar dengan kecepatan 40 putaran per detik lalu diperlambat menjadi 20 putaran per detik, arah putaran roda dapat terlihat berbalik arah.

Semoga menjawab pertanyaan Anda

Dari Mana Datangnya Hidrogen?

Tanya: *Saat ini banyak ditawarkan mobil yang menggunakan bahan bakar hidrogen sebagai sumber energi pengganti bahan bakar fosil. Dengan bahan bakar ini mobil akan lebih ramah lingkungan dibandingkan dengan menggunakan bahan bakar fosil yang dituding merusak kualitas udara.*

Hanya saja, saya masih bingung dari manakah sumber bahan bakar hidrogen itu berasal? Jika hidrogen berasal dari elektrolisis air ($2\text{H}_2\text{O} \rightarrow \text{H}_2 + 2\text{O}_2$), akankah energi yang diperlukan untuk mengurai air tadi akan sama dengan energi yang didapat dari pembakaran hidrogen di mesin bakar ($2\text{H}_2 + \text{O}_2 \rightarrow 2\text{H}_2\text{O}$)?

Dengan kata lain, jika hukum kekekalan energi itu berlaku, maka energi untuk mendapatkan hidrogen akan sama dengan energi hasil pembakaran hidrogen. Bagaimana cara mendapatkan hidrogen secara murah tanpa tergantung bahan bakar fosil? Salam. (Agung Prastowo, di Bogor)

Jawab: Hidrogen dapat diperoleh dengan berbagai cara antara lain dengan memanaskan senyawa hidrokarbon (gas alam, batubara, metanol, dan propana). Bisa juga dengan menggunakan tenaga Matahari, biomassa, tenaga air, panas Bumi, ataupun tenaga angin. Beberapa alga dan bakteri dengan bantuan sinar Matahari dapat membebaskan hidrogen pada kondisi tertentu.

Energi efektif yang dibutuhkan untuk mengelektrolisis air tidak sama dengan energi yang dihasilkan dari penggabungan hidrogen dan oksigen. Hal ini disebabkan pada kedua proses ini ada sebagian energi yang hilang sebagai panas.

Cara mendapatkan hidrogen dengan murah adalah dengan menggunakan senyawa hidrokarbon alam (yang sekarang paling banyak digunakan) atau dengan memanfaatkan energi alam (Matahari, angin, air, ataupun panas Bumi) untuk mengelektrolisis air. Penggunaan bakteri dan alga untuk mengelektrolisis air juga sedang diteliti.

DI MOBIL, BENDA JATUH TEGAK LURUS

Tanya: *Saya memperhatikan, mencoba, dan bertanya ke sana kemari, belum mendapat jawaban yang memuaskan. Setiap kali kita menjatuhkan atau melemparkan benda tegak lurus di dalam kendaraan yang berjalan dan tertutup (jenis apa saja: kereta, mobil, dll.) mengapa benda itu selalu jatuh di tempat awal benda dilemparkan atau jatuh di tempat (misalnya tangan) dalam kondisi tegak lurus?*

Logikanya, benda yang dilemparkan atau dijatuhkan akan berpindah tempat atau bergeser dari titik awal benda itu dilemparkan atau dijatuhkan, yang jauhnya tergantung pada tinggi atau rendahnya lemparan atau dijatuhkannya benda tersebut dan kecepatan kendaraan itu sendiri. Mohon penjelasan. (Kasmono, di Ambarawa).

Jawab: Pada waktu kita berdiri dalam kendaraan yang berjalan dengan kecepatan konstan, posisi kita adalah diam relatif terhadap kendaraan. Semua benda yang berada di dalam kendaraan itu diam relatif terhadap kendaraan itu. Akibatnya, ketika kita menjatuhkan benda, benda akan jatuh tegak lurus. Namun, tidak demikian dengan orang yang mengamati dari luar. Orang di luar melihat kereta dan semua benda di

dalamnya bergerak dengan kecepatan yang sama. Jika kendaraan itu transparan (dapat dilihat dari luar), maka orang di luar akan melihat gerakan benda jatuh itu melengkung seperti parabola. Gerakannya mirip dengan gerakan parabola benda yang dilempar mendatar.

Oleh Einstein gejala ini telah diamati dan dimasukkan dalam postulat pertama hukum relativitas. Dikatakan oleh Einstein bahwa semua hukum fisika berlaku sama di dalam tempat yang bergerak dengan kecepatan konstan atau tempat yang diam.

GAYA TOLAK DI RUANG HAMPA

Tanya: Salam kenal untuk Prof. Yo. Menurut teori dari buku-buku IPA di sekolah, katanya keadaan di luar angkasa hampa udara alias tidak ada udara sama sekali, apapun jenisnya. Kalau memang benar demikian, lalu bagaimana sebuah pesawat ulang-alik bisa "berbelok" arah kembali ke Bumi? Maksud saya, apakah yang "dihantam" oleh pancaran gas roket pesawat itu sehingga mampu membelokkan arah pesawatnya?

Dasar pertanyaan saya tersebut adalah teori yang menyatakan bahwa roket bisa bergerak karena pancaran gas yang dikeluarkannya menghantam sesuatu, antara lain udara.

Demikian pertanyaan saya. Terima kasih atas jawabannya. (Heni Yuliati di Jember)

Jawab: Pada waktu kita menembakkan peluru dari senapan kita, kita akan merasakan tolakan ke belakang. Ini terjadi di mana pun, baik di Bumi maupun di ruang angkasa yang hampa udara. Konsep ini dipakai oleh pesawat ruang angkasa untuk mengurangi kecepatan pesawat dan membuat pesawat membelok menuju Bumi. Untuk lebih jelasnya anggap suatu pesawat sedang mengorbit Bumi pada suatu ketinggian. Pesawat akan merasakan dua gaya. Pertama gaya sentrifugal yang arahnya menjauhi Bumi dan besarnya tergantung pada kecepatan pesawat. Gaya kedua adalah gaya gravitasi Bumi yang arahnya menuju Bumi. Pada orbit ini kedua gaya ini seimbang (astronot dapat melayang-layang di dalam pesawat).

Ketika pesawat menyemburkan gas berlawanan arah dengan arah kecepatan, tolakan akibat semburan ini akan mengurangi kecepatan pesawat. Makin kecil kecepatan pesawat makin kecil pula gaya sentrifugalnya. Sekarang gaya gravitasi Bumi lebih dominan, akibatnya pesawat akan ditarik mendekati Bumi dalam bentuk spiral.

DIAM JATUH, JALAN SEIMBANG

Tanya: Terima kasih sebelumnya karena e-mail ini dimuat. Kejadian berikut ini selalu dirasakan orang di mana pun berada. Saat kita berada di atas sepeda atau sepeda motor dalam keadaan

diam, kita sulit menjaga keseimbangan. Akan tetapi, ketika sepeda atau sepeda motor itu mulai berjalan, keseimbangan sangat mudah terjadi. Bahkan, sepertinya kita tidak menghiraukan hal itu.

Apakah kejadian ini dapat dijelaskan secara ilmiah Prof.? Terima kasih atas jawabannya. (Efa Maydhona Saputra di Magelang)

Jawab: Persoalan ini melibatkan gaya sentrifugal dan gravitasi. Ketika sepeda (motor) diam, maka tidak ada gaya sentrifugal yang bekerja padanya karena kecepatannya nol. Nah, saat diam inilah gaya gravitasi membuatnya jatuh.

Berbeda waktu sepeda (motor) sedang berjalan. Gaya sentrifugal ini mampu mengimbangi berat badan kita sehingga kita tidak jatuh (seimbang). Gaya sentrifugal sangat terasa ketika kita membelok. Saat membelok ke kiri, kita akan merasakan gaya sentrifugal ke kanan (tubuh kita terasa terlempar ke kanan). Demikian juga ketika sepeda (motor) membelok ke kanan, kita akan terlempar ke kiri. Besarnya gaya sentrifugal ini tergantung pada kecepatan. Semakin cepat sepeda (motor) bergerak, semakin besar gaya sentrifugal yang kita rasakan.

Ketika sepeda motor bergerak lambat, gaya sentrifugal kecil. Gaya ini tidak mampu mengatasi gaya berat kita, akibatnya kita mudah jatuh.

DI BALIK KONSTRUKSI HEKSAGONAL

Tanya: *Pertanyaan saya singkat saja: sebenarnya saya bingung melihat sarang lebah. Mengapa bentuknya heksagonal?*

Terima kasih. (Mochammad Faisal Anwar, via e-mail)

Jawab: Perbandingan luas segitiga, segiempat, dan segienam (heksagonal) yang kelilingnya sama panjang adalah 1 : 1,3 : 1,5. Ini artinya, untuk keliling yang sama, heksagonal memberikan luas yang paling besar.

Bagi lebah ini sangat penting karena dengan bahan yang lebih sedikit, lebah bisa memperoleh tempat yang lebih luas untuk sarangnya. Para ahli teknik bangunan juga menyatakan bahwa struktur heksagonal merupakan struktur yang sangat kuat.

BAN SEPEDA CEPAT KEMPIS

Tanya: *Prof. Yohanes Yth., saya punya pertanyaan yang sampai sekarang belum saya temukan jawabannya. Dengan menyampaikan pertanyaan saya lewat rubrik ini saya berharap Prof. Yo bisa memberi jawaban. Begini Prof., kalau tidak salah, sebagian orang berpendapat bahwa kalau kita punya kendaraan beroda (sepeda, motor, mobil) atau bola dan selalu menggunakannya, ban kendaraan atau bola itu akan lama kempisnya. Sebaliknya, bila sepeda,*

motor, mobil atau bola tidak digunakan, ban atau bola itu malah cepat kempis. Benarkah demikian dan bagaimana penjelasannya? (Tjatur Sriwibowo, di Tangerang)

Jawab: Sdr. Tjatur, saya coba jawab pertanyaan Anda dan mudah-mudahan memuaskan. Seperti kita ketahui, ban kendaraan dan bola bisa digunakan bila ke dalamnya diisi udara. Udara punya sifat bisa menyusut dan memuai. Ketika bola tidak digunakan, udara di dalam bola itu mendingin. Pendinginan ini menyebabkan volume udara berkurang sehingga ban atau bola itu akan kempis. Ketika ban atau bola aktif digunakan, molekul-molekul udara di dalam bola aktif bergerak, membuat bola tetap hangat dan tekanan udara di dalamnya tidak banyak berubah. Ini akan membuat volume bola tidak banyak berubah sehingga bola menjadi lama kempisnya. Untuk membuktikannya lebih lanjut, coba masukkan balon dalam kulkas, dan lihat apakah balon akan kempis. Jadi, apa yang Anda dengar itu benar adanya.

GELAS GELAS BASAH

Tanya: *Prof. Yo yth., saya memiliki pertanyaan sederhana yang ingin saya dapatkan jawabannya dari Anda. Mungkin di sekolah dulu saya sudah mendapatkan penjelasan soal ini tapi karena kurang perhatian, penasarannya baru terasa sekarang. Saya pun sudah bertanya pada banyak orang, tapi jawabannya kurang memuaskan.*

Begini Prof. Pada saat mengisi gelas dengan air es, kenapa permukaan luar gelas jadi ikut basah juga (terdapat embun-embun air)? Kalau itu merupakan es yang mengembun, kenapa pada gelas yang diisi air panas tidak basah juga? Sementara, kalau permukaan luar gelas yang basah tadi adalah rembesan air melalui pori-pori gelas, apa itu mungkin? Bagaimana hal itu bisa terjadi?

Terima kasih atas jawabannya. (Rahani Itsia, di Surabaya)

Jawab: Udara yang ada di sekeliling gelas mengandung uap air. Ketika gelas diisi es, gelas menjadi dingin. Udara yang bersentuhan dengan gelas dingin ini akan turun suhunya. Uap air yang ada di udara pun ikut mendingin. Jika suhunya sudah cukup dingin, uap air ini akan mengembun membentuk tetes-tetes air di bagian luar gelas. Bagaimana? Anda puas atas jawaban saya?

LILIN DI LUAR ANGKASA

Tanya: *Prof. Yohanes yth., sampai saat ini saya belum mengerti kenapa nyala api, misalnya pada lilin, selalu mengarah ke atas? Seandainya lilin dibawa ke luar angkasa, lalu dinyalakan dan katakanlah berhasil menyala, apakah arah apinya juga ke atas?*

Terima kasih Prof. atas jawaban Anda. (Agus Subali, di Bogor)

Jawab: Sdr. Subali, mari kita lihat dulu bagaimana cara kerja api lilin. Ketika sumbunya dibakar, lilin yang menempel pada sumbunya akan menguap. Uap lilin dan oksigen bercampur dan terbakar memancarkan panas dan cahaya. Proses berikutnya, panas api lilin melelehkan permukaan atas lilin. Melalui proses kapiler, lelehan ini naik lewat sumbunya. Ketika mencapai nyala api, lelehan ini menguap. Uapnya akan terbakar dengan oksigen. Demikian seterusnya. Gas yang dihasilkan dari pembakaran lilin lebih ringan dari udara. Akibatnya, gas akan naik. Aliran gas ke atas itu membuat nyala api berbentuk seperti tetes air. Di luar angkasa, tidak ada udara sehingga lilin tidak mungkin menyala. Seandainya kita bisa menyalakan lilin (katakan dalam tabung berisi gas oksigen), maka nyala lilin akan berlawanan dengan arah "bobot" gas.

DASAR PENGHITUNGAN WAKTU

Tanya: Terima kasih sebelumnya atas dimuatnya e-mail saya. Prof., saya masih bingung dengan waktu. Tanpa mengenal posisi, semua tempat yang ada di dunia ini memiliki hitungan waktu yang sama. Kalau satu menit itu sama dengan 60 detik. Satu detik di mana-mana sama dengan sekian ehm (entah apa nama satuannya). Pada arloji saya, jam dinding yang ada di rumah Profesor, Jam Gadang di Bukittinggi, atau jam tangan yang dipakai George W. Bush, pastilah satu detik itu sama dengan sekian ehm.

Yang jadi pertanyaan, dari mana sumber acuan waktu itu sehingga semua tempat sama hitungannya? Apa dari rotasi Bumi? Seandainya dihitung dari peredaran Bumi mengelilingi Matahari selama 365 hari, lalu dari mana bisa menghitung harinya, jamnya, menitnya, detiknya. Ah, pokoknya, sumber acuan waktu itu dari mana gitu loh!
(Raden Soepriadi, xxxnuns@yahoo.com)

Jawab: Sdr. Soepriadi, waktu standar di Bumi memang sudah dipikirkan orang sejak zaman dulu. Awalnya, mereka menggunakan gerakan Matahari sebagai acuan. Kemudian mereka membuat jam pasir, yaitu dengan menggunakan dua tabung di mana pasir mengalir jatuh dari satu tabung ke tabung lain. Ada juga yang menggunakan jam air; seperti jam pasir tapi menggunakan air. Namun, cara-cara itu tidak akurat. Akhirnya, orang menetapkan waktu standar yaitu satu detik sama dengan waktu yang dibutuhkan oleh atom Cesium bergetar sebanyak 9.192.631.770 kali. Atom yang masuk klasifikasi logam ini pertama kali ditemukan oleh ahli kimia Jerman, Robert Wilhelm Bunsen dan Gustav Robert Kirchhoff, pada tahun 1860. Cesium ditemukan melalui analisis spektroskopik terhadap air mineral Durkheim. Saat ini, Cesium terutama ditemukan dari mineral *pollucite* ($\text{CsAlSi}_2\text{O}_6$). Sekarang Anda tidak bingung lagi 'kan?

MENIMBANG MASSA ATOM "H"

Tanya: Prof. Yohanes, saya lagi bingung nih. Saya baca di buku kimia bahwa massa 1 atom H adalah $1,66 \times 10^{-24}$ g. Ini bilangan yang sangat kecil 'kan? Bagaimana para ahli mengukur massa atom H itu. Hal lain, di buku juga tertulis bahwa setetes air hujan mengandung 1×10^{18} partikel. Bagaimana cara menghitungnya ya Prof.? Semoga Prof. bisa membantu memecahkan kebingungan saya. Terima kasih atas jawabannya. **(Etty, di Bogor)**

Jawab: Sdr. Etty yang teliti, untuk mengukur massa atom H orang bisa memanfaatkan banyak cara. Atom hidrogen terdiri atas satu proton dan satu elektron. Massa elektron bisa ditentukan lewat percobaan Thomson, yaitu dengan melewatkan elektron pada medan listrik dan medan magnet. Massa proton dihitung dengan spektrometer massa, suatu alat yang bekerja dengan melihat efek medan magnet pada proton yang bergerak dengan kecepatan tertentu.

Untuk menghitung jumlah partikel dalam tetes air hujan, pertama kita ukur massa tetes tersebut. Kita tahu, air hujan terdiri atas molekul-molekul air. Molekul air terdiri atas dua atom hidrogen dan satu atom oksigen. Dengan mengetahui massa satu molekul air, jumlah molekul air dalam tetes itu dapat dihitung dengan membagi massa tetes air dengan massa satu molekul air.

Dengan jawaban ini mudah-mudahan Anda tidak bingung lagi.

BERGERAK MAJU PADAHAL MENANJAK

Tanya: Salam kenal, Pak Yohanes Surya. Saya ingin menanyakan sesuatu. Di Korea, tepatnya di Je-ju Island, ada jalan yang dinamakan "Mysterious Road". Ada yang aneh di sana sebab setiap benda yang diletakkan di atas jalan itu bisa bergerak maju, padahal jalan itu menanjak. Mulai dari botol minuman kosong sampai bus pariwisata yang sarat penumpang, semuanya bisa menanjak meski mesinnya tidak dinyalakan. Saya bingung.

Logikanya, tiap barang yang di letakkan di permukaan jalan yang menanjak akan meluncur turun, bukannya menanjak seperti di jalan itu, apalagi kalau benda itu berat bobotnya seperti bus. Bagaimana fenomena itu bisa dijelaskan, Prof.? Terima Kasih. **(Ratna Juanita Setiawati, **** juanita@yahoo.co.id)**

Jawab: Ibu Ratna, saya berharap jawaban saya setidaknya bisa mengurangi kebingungan Anda. Jalan seperti yang Anda ceritakan itu juga ada di daerah Arab. Itu ilusi mata saja. Jalan itu sebenarnya miring, tapi kemiringannya kecil sekali (sekitar $1^\circ - 5^\circ$), sehingga tidak terlihat. Bila kita berdiri di suatu jalan yang kemiringannya lebih besar, baru jalan itu akan kelihatan naik atau menanjak.

Pada jalan yang cukup licin dengan kemiringan 5° mobil bisa dipercepat dengan $0,8$ m/detik². Artinya, tiap detik kecepatannya bertambah $2,9$ km/jam. Ini cukup besar. Bayangkan, dalam 10 detik kecepatannya bisa mencapai 29 km/jam. Jadi, tidak heran kalau botol minuman dan bus pariwisata akan meluncur di "jalan misterius" itu, walaupun mesin tidak dinyalakan. Sudah tidak bingung lagi 'kan, Bu Ratna?

RODA SEOLAH BERPUTAR TERBALIK

Tanya: *Yth. Bapak Yohanes Surya, Mohon penjelasan Bapak soal fenomena roda mobil balap F1 ataupun mobil rally. Bila kita menonton tayangan lomba balap mobil F1 atau rally di televisi, akan terlihat seolah-olah roda mobil berputar terbalik ketika mobil ditambah kecepatannya setelah menikung. Ini terlihat lebih jelas pada ban yang ada tulisannya.*

Mohon penjelasan ilmiahnya atas fenomena ini ya Prof. Terima kasih. (Widjaja Tedjo, di Malang)

Jawab: Saudara Widjaja Tedjo, apa yang Anda lihat sebenarnya suatu ilusi optik. Film di televisi atau bioskop terdiri atas serangkaian gambar yang muncul secara berurutan dengan kecepatan 24 gambar setiap detiknya. Kecepatan ini cukup tinggi bagi otak kita untuk melihat gambar-gambar itu sebagai suatu kejadian yang kontinyu.

Jika kecepatan putar roda itu $1/24$ putaran tiap detik, maka kita akan melihat roda diam. Jika kecepatan putaran roda lebih cepat dari $1/24$ putaran per detik, roda akan terlihat berputar tetapi lebih lambat dari keadaan sebenarnya. Namun, jika kecepatan putaran roda ini lebih lambat dari $1/24$ putaran per detik, maka roda akan terlihat berbalik arah.

KACA MOBIL BEREMBUN

Tanya: *Dear Prof. Yo, Mohon penjelasan mengapa kaca mobil yang berembun karena hujan lebat di luar (dan AC mobil tidak dinyalakan) ketika dilap dengan lap basah dengan sedikit shampoo, kaca menjadi bersih dan tidak berembun lagi? Berbeda jika kaca mobil hanya dilap tanpa shampoo (yang segera akan berembun lagi). Mengapa bisa begitu ya Prof.? Terima kasih atas perhatian dan penjelasannya. (Emma, di Yogyakarta)*

Jawab: Sdri. Emma, di dalam mobil terdapat uap air. Ketika suhu di luar mobil turun, kaca menjadi dingin. Uap air (berasal dari napas kita atau yang berasal dari penguapan cairan di dalam mobil) yang dekat dengan kaca akan mengembun, sehingga kaca menjadi basah (berembun). Jika kita membersihkan dengan lap, uap air yang lain akan mengembun, membuat kaca menjadi basah kembali. Ketika kita menggunakan shampoo, shampoo ini mengurangi tegangan permukaan air (gaya tarik antara molekul air), sehingga air tidak mudah untuk mengumpul membentuk tetes-tetes air. Itu sebabnya tidak terlihat embun lagi pada kaca.

MOBIL DISAMBAR PETIR

Tanya: *Hallo, Prof. Johanes. Ketika kecil, saya naik mobil bersama anggota keluarga lain. Waktu itu, hujan rintik-rintik. Tiba-tiba sinar yang sangat terang menyelimuti sekitar mobil yang kami*

tumpang. Kami tahu itu petir. Sesampai di tujuan, barulah kami tahu bahwa mobil kami benar-benar disambar petir. Ini terbukti dari gosongnya tangkai kipas kaca depan. Seketika kami mengucapkan puji syukur kepada Tuhan YME yang masih memberikan keselamatan pada kami. Pertanyaan saya, mengapa kami masih bisa selamat dari sambaran petir itu? Terima kasih atas jawaban Prof. Johannes. (Iman Sudibyo, di Cirebon)

Jawab: Sdr. Iman, logam mempunyai sifat yang unik. Ketika pada logam tersebut diberi muatan listrik, maka muatan listrik akan segera tersebar di permukaannya. Mobil terbungkus oleh bahan logam (campuran alumunium). Ketika mobil tersambar petir, muatan listrik dari petir akan diterima oleh bahan logam ini lalu disebarkan ke seluruh permukaannya. Jika ada jalan ke bumi, muatan ini akan mengalir ke bumi. Orang yang berada di dalam mobil aman-aman saja. Ia terlindungi dengan baik karena tidak ada muatan listrik yang masuk mobil. Itu sebabnya kalau ada petir dan badai, sebaiknya tetap berada di dalam mobil. Jangan keluar, apalagi berlindung di bawah pohon atau di lapangan terbuka.

GAYA SENTRIFUGAL

Tanya: Pak Yo, saya mau tanya, kenapa kalau kita sedang mengendarai mobil, pas tikungan/belokan, tubuh kita cenderung berlawanan arah dengan arah belokan. Misalnya pas tikungan ke kiri, tubuh kita tidak ikut jatuh ke kiri, melainkan ke arah kanan. Tolong dijelaskan ya Pak. (Lisa Ayu, di Aceh)

Jawab: Ibu Lisa, dalam fisika kita mengenal apa yang dinamakan gaya sentrifugal. Gaya ini bekerja ketika seorang bergerak melingkar. Arah gaya ini keluar dari pusat lingkaran. Jadi kalau seorang berada di dalam kendaraan yang bergerak melingkar, maka sepanjang gerakan ia akan mengalami gaya sentrifugal ini. Gaya ini akan melempar dia keluar dari lingkaran kalau ia tidak berpegangan atau kalau tidak ada gaya gesekan yang menahannya.

ASAL USUL WARNA

Tanya: Yth. Prof. Yohannes Surya, mohon maaf bila pertanyaan ini pernah diajukan sebelumnya. Saya ingin tahu darimana datangnya warna-warna yang selalu kita lihat. Saya pernah mendapat info, sebenarnya semua benda itu tidak mempunyai warna, warna timbul akibat adanya cahaya, dan lain-lain yang saya kurang mengerti teori dan teknisnya. Apakah benar demikian? Mohon pencerahannya, Prof! Terima kasih sebelumnya. (K. Amadhea Irdam, di Jakarta)

Jawab: Cahaya Matahari terdiri atas berbagai gelombang. Ketika cahaya Matahari mengenai suatu benda, benda itu akan memantulkan sebagian atau seluruh gelombang cahaya tersebut. Ketika suatu benda hanya memantulkan gelombang dengan panjang

gelombang sekitar 400 nanometer (1 nanometer = sepersemilyar meter), maka gelombang ini akan mengenai mata kita. Oleh otak kita, gelombang ini diinterpretasikan sebagai warna biru. Sehingga kita akan melihat benda itu berwarna biru. Kalau panjang gelombang yang dipantulkan sekitar 700 nanometer, benda akan terlihat berwarna merah. Benda akan terlihat warna putih jika memantulkan semua gelombang dan akan berwarna hitam jika menyerap semua gelombang.

MAGNET PENYEBAB KECELAKAAN

Tanya: Prof. Yohanes yang saya hormati, mengapa roda mobil yang melewati (menyeberang) rel kereta api tiba-tiba jadi nempel ke rel itu saat ada kereta api yang mau lewat? Mengapa tiba-tiba antara rel dan roda mobil terjadi tarik menarik seperti magnet? Dua orang teman saya nyaris mengalami kecelakaan gara-gara itu, jadi mohon penjelasannya. Hal kedua, kata orang, ketika seseorang meninggal dunia maka tubuhnya akan bertambah berat. Apa benar Prof.? Jika pendapat itu benar, dari manakah tambahan massa tubuhnya itu? Benarkah benda diam itu massanya lebih berat daripada benda bergerak? Mengapa? Atas jawaban Prof., saya ucapkan terima kasih. **(Diena Ulfaty, di Cirebon)**

Jawab: Sdr. Diena, ketika kereta api lewat, udara di dekat kereta bergerak cepat sekali. Udara cepat ini menyebabkan tekanan udara dekat kereta berkurang. Akibatnya, ada perbedaan tekanan udara antara daerah yang dekat kereta dengan daerah yang agak jauh dari kereta. Perbedaan tekanan ini akan mendorong benda-benda mendekati kereta. Itu sebabnya mobil yang terlalu dekat dengan kereta akan merasakan dorongan untuk lebih dekat lagi ke kereta. Jawaban untuk pertanyaan kedua adalah ketika orang meninggal dunia, paru-parunya akan terisi air, sehingga tubuhnya akan bertambah berat. Benda diam massanya dianggap sama dengan massa benda yang bergerak, kecuali benda tersebut bergerak dengan kecepatan sangat tinggi (hampir mendekati kecepatan cahaya). Kalau benda tersebut bergerak dengan kecepatan 0,5 kali kecepatan cahaya, massa benda tersebut bertambah sekitar 15 % (oleh Einstein ini disebabkan karena efek relativistik).

SEMUT TERJUN DARI LANTAI 20

Tanya: Prof. Yohanes yang saya kagumi, saya ingin menyampaikan satu pertanyaan sepele tapi pasti menjadi pertanyaan orang lain yang punya perhatian terhadap kehidupan makhluk hidup di Bumi ini. Pertanyaannya, apa yang akan terjadi bila seekor semut jatuh dari gedung lantai 20. Sekadar gambaran, orang yang terjatuh dari lantai 4 sebuah gedung saja bisa mati. Terima kasih atas jawabannya. **(Ryang Adisty Farahsita, di Klaten)**

Jawab: Ada dua hal yang kita perlu perhatikan untuk menganalisis fenomena ini, yaitu saat semut jatuh dan saat semut mendarat. Ketika jatuh, semut mengalami dua gaya yaitu gaya gravitasi yang mempercepat jatuhnya semut dan gaya hambat udara yang menghambat gerakan semut. Gaya hambat udara sangat tergantung pada luas permukaan benda yang jatuh. Misalnya, sehelai kertas yang dijatuhkan pada posisi mendatar mendapat gaya ke atas lebih besar dari kertas yang digumpalkan. Untuk melihat apakah gaya ke atas yang dialami semut itu lebih besar atau lebih kecil dari gaya gravitasi, kita perhatikan gerakan semut saat jatuh. Kalau semut terlihat bergerak dipercepat ke bawah, artinya gaya gravitasi lebih besar. Di sini kemungkinan semut mati lebih besar. Tetapi kalau semut terlihat turun lambat sekali, artinya gaya hambat udara hampir sama dengan gaya gravitasi, sehingga kemungkinan semut bertahan hidup lebih besar.

Hal kedua yang dapat mempengaruhi apakah semut akan mati atau tidak adalah ketika semut mendarat. Kaki semut dapat ditekuk seperti pegas. Ketika mendarat, semut akan memanfaatkan kakinya untuk meredam kecepatannya, sehingga semut dapat mendarat dengan mulus. Berat semut yang tidak terlalu besar dapat ditahan oleh kakinya. Hal ini memberi peluang hidup semut lebih besar.