

SERI PELAJARAN DASAR SAINS

Bunyi

*Oleh* BERTHA MORRIS PAKER

PERGURUAN LABORATORIUM — UNIVERSITY CHICAGO

Di-semak kebenaran ilmiah-nya oleh

CLIFFORD HOLLEY

*Assistant Professor of Natural Sciences, University of Chicago**Di-terjemahkan oleh*

FARID A. HAMID

Ini ada-lah terjemahan sah dari buku SOUND oleh Bertha Morris Parker. Hakcipta, 1957, 1952, 1944 di-pegang oleh Row, Peterson and Company. Edisi Bahasa Melayu ini telah di-izinkan untuk di-terbitkan oleh Western Printing and Lithographing Company, Racine, Wisconsin, U.S.A.

This is an authorized translation of SOUND by Bertha Morris Parker. Copyright 1957, 1952, 1944 Row, Peterson and Company. This Malay language edition is authorized for publication by Western Printing and Lithographing Company, Racine, Wisconsin, U.S.A.

Di-terbitkan oleh

PUSTAKA ANTARA — KUALA LUMPUR 1963

dengan kerjasama

PENERBITAN FRANKLIN

Kuala Lumpur — New York

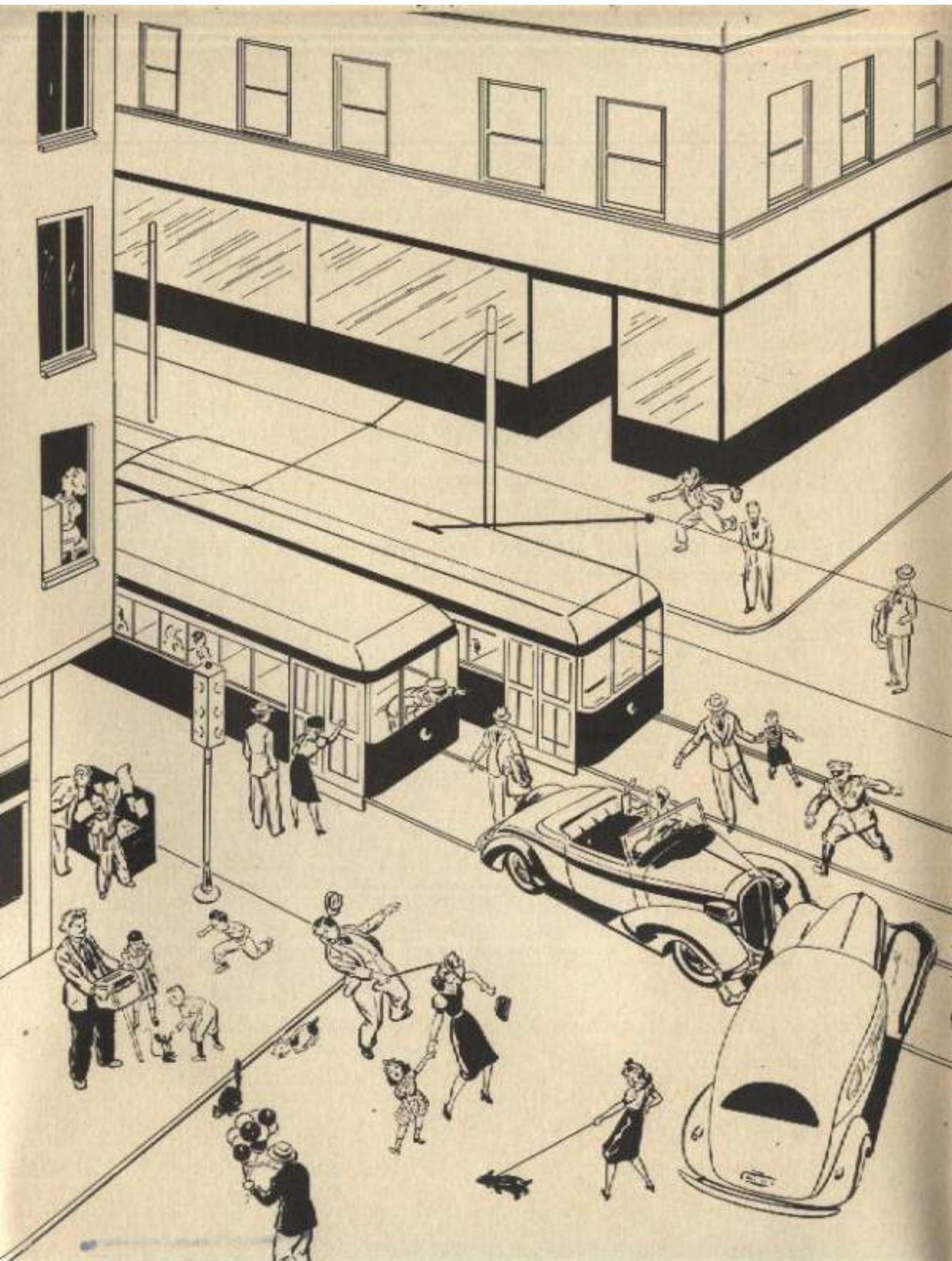
楊貴池珍藏

Koleksi Yang Quee Yee

PERCHETAKAN ABADI — KUALA LUMPUR.

YANG QUEE YEE

~~SINGAPORE~~
~~SINGAPORE~~



BUNYI

TRAK dan bas berjalan dengan suara menderu. Orang-orang bergegas berjalan sambil berchakap-chakap. Sa-orang orang asing menanyakan jalan. Sa-orang kanak-kanak, penjual surat khabar, meneriakkan berita hangat terakhir dari surat khabar yang di-jual-nya. Brek dari sa-buah motokar melengking pada waktu motokar itu berhenti di-depan lampu merah. Jentera pengorek lapisan batu di-jalan, yang di-gunakan oleh pekerja membaiki jalan, berbunyi tret-tet-tet. Polis lalu lintas meniup wisel-nya. Betapa banyak jenis bunyi yang dapat di-dengar di-penjuru jalan yang sebok!

Sa-bahagian daripada bunyi-bunyi ini nyaring. Sa-bahagian lagi lunak. Sa-bahagian-nya tinggi dan sa-bahagian lagi rendah. Sa-bahagian sedap di-dengar dan sa-bahagian lagi kurang sedap di-dengar. Tetapi semua-nya di-hasilkan oleh chara yang sama. Bunyi ada-lah hasil pergerakan sa-suatu. Semua bunyi ada-lah hasil dari sa-suatu gerakan. Sa-kira-nya tak ada yang bergerak di-bumi ini, maka tidak-lah ada sa-barang bunyi pun di-dunia ini.

Sa-utas tali getah yang terletak di-dalam sa-buah kotak tidak-lah berbunyi. Sa-utas tali getah yang di-rentangkan di-atas sa-buah kotak yang terbuka pun tidak berbunyi. Tetapi apabila kamu mengusek sa-utas tali getah, yang terentang, dengan jari-mu, ia akan berbunyi. Ia berbunyi ia-lah kerana kamu telah mem-buat-nya bergerak ka-sana ka-mari.

Apabila sa-suatu bergerak, kita mengatakan bahawa barang itu *bergetar*. Kamu dapat melihat tali getah itu bergetar sa-telah kamu usek.

Telah di-terangkan kepada kamu bahawa semua bunyi di-sebabkan oleh gerakan. Sekarang kita dapat mengatakan-nya pula dengan lebeh tepat. Semua bunyi ada-lah di-sebabkan oleh *getaran*.



Sa-orang gadis dalam gambar ini sedang memegang sa-buah garpu suara atau *penala* yang di-dekatkan-nya ka-telinga-nya. Sa-buah penala akan mengeluarkan bunyi berdengong dengan lunak apabila kamu pukul chabang-chabang-nya. Ia mendengong oleh kerana kamu telah membuat chabang-chabang-nya bergetar.

Chabang-chabang penala itu hanya bergerak sadikit, dan gerakan itu terlalu chepat. Sukar untok melihat bahawa chabang-chabang penala itu bergetar. Anak gadis yang sa-orang lagi dalam gambar memperlihatkan chara yang baik untok memereksa bahawa chabang-chabang penala itu sedang bergerak. Perhatikanlah titek-titek ayer yang di-perchekkan oleh penala itu, sa-waktu ia bergerak ka-sana ka-mari. Apabila kamu melakukan perchubaaan itu, berhati-hati-lah untok memegang penala itu, supaya hanya hujung-nya sahaja yang terchebor di-dalam ayer.

Gambar di-muka 6 ada-lah gambar yang telah di-besarkan dari sa-buah garis berombak yang telah di-buat oleh sa-buah penala yang sedang mendengong. Sa-helai rambut kamu yang di-ikatkan pada sa-buah chabang penala itu menghasilkan gambar tersebut. Penala itu di-pukul. Di-pegang, sa-demikian rupa, sa-hingga hanya hujung rambut itu sahaja yang mengenai muka sa-helai kertas yang penoh dengan arang para. Kemudian kertas itu di-tarek keluar.

Perchubaaan ini akan membantu kamu untok meneliti bagai-mana chara-nya garis itu di-lukis. Taroh-lah hujung pensil kamu di-atas sa-helai kertas. Gerakkan-lah sadikit hujung pensil itu ka-kiri dan ka-kanan. Kemudian suroh-lah sa-orang lain menarek



kertas itu dari bawah-nya dengan perlahan-lahan. Pensil itu akan melukis sa-buah garis yang berombak.

Apabila locheng pintu rumah kamu berbunyi, maka sa-buah pemukul mengenai gong locheng itu dan membuat-nya bergetar. Dalam jam locheng yang membangunkan kamu di-waktu pagi terdapat sa-buah gong yang bergetar sa-chara demikian juga.

Apabila daun dari sa-batang pohon sedang berdesir, maka angin-lah yang membuat-nya bergetar. Apabila sa-buah pintu di-hempaskan untok menutup-nya, maka kayu pintu itu akan bergetar.

Titek-titek hujan yang mengenai sa-buah kaca jendela membuat kaca itu bergetar. Satu pancharan kilat membuatkan udara yang di-lalui-nya bergetar, dan menimbulkan suara gemuruh.

Pernah-kah kamu menaruh sa-buah siput lilit yang besar dekat telinga kamu? Sa-kira-nya pernah, tentu kamu mendengar bunyi saperti deru ayer laut. Siput lilit ada-lah sa-jenis siput yang besar di-laut. Banyak orang menyangka bahawa deru yang mereka dengar dalam sa-buah kulit siput lilit itu, bunyi deru ayer laut yang sa-benar-nya. Itu tak mungkin sama sa-kali. Bunyi itu ia-lah di-sebabkan oleh getaran udara di-dalam kulit siput itu.

Bermacham-macham bunyi yang sering kamu dengar, hingga membolehkan kamu dapat mengenal-nya dengan mudah. Tetapi dapat di-pastikan bahawa hampir sa-tiap hari kamu ada mendengar bunyi-bunyi yang tidak kamu kenal. Sa-kira-nya kamu bermain-main menjadi sa-orang mata-mata gelap dan menyiasat beberapa di-antara bunyi-bunyi itu, akhir-nya tentu kamu akan menemui sa-suatu benda yang bergetar.

Bagaimana bunyi mengembara

Ali dan Jalil sedang berkhemah di-dalam sa-buah hutan di-waktu malam. Mereka baharu sahaja pergi ka-tempat tidor di-dalam khemah, apabila sa-ekor burung hantu mulai berbunyi. Kemudian dari sa-buah danau yang dekat di-situ terdengar pula bunyi burung loon. Sa-jurus kemudian sa-batang dahan kayu jatuh dari sa-batang pohon. Dan beberapa binatang mulai membuat daun-daun, yang tidak jauh dari khemah mereka, berdesir. Kedua anak lelaki itu tak dapat tidor.

“Saya harap kita berada di-bulan,” kata Ali.

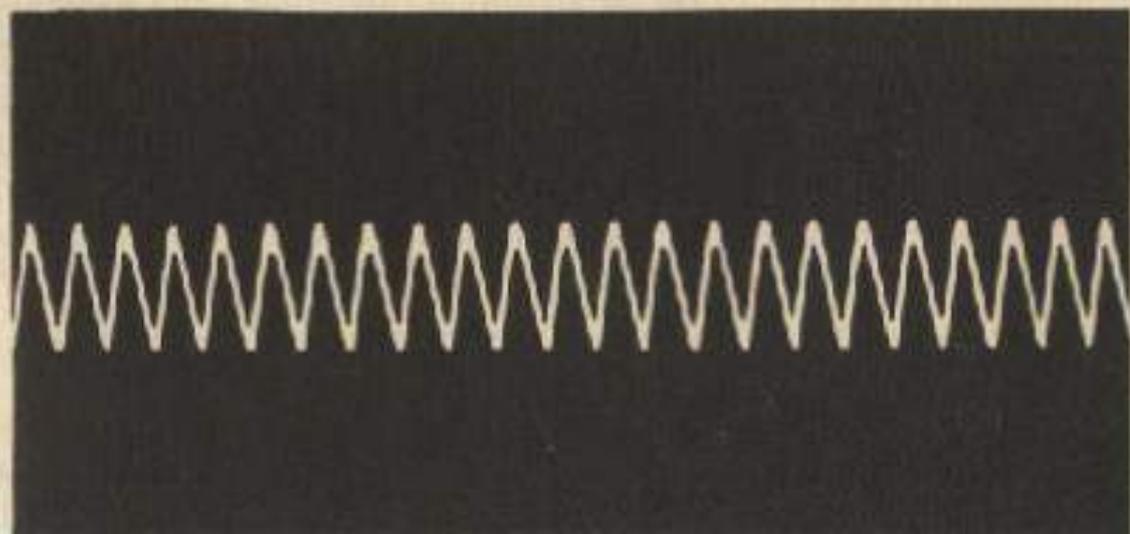
“Mengapa?” tanya Jalil.

“Sa-kira-nya demikian,” jawab Ali, “tak kan ada suara bising dan tentu kita dapat tidor. Di-sana tidak ada suara bising yang akan mengganggu tidor kita, kerana bulan tidak mempunyai udara saperti bumi.”

Perkataan Ali itu ada-lah benar. Bulan ada-lah suatu tempat yang sunyi sekali, oleh kerana ia tidak mempunyai udara, kalau ada pun, hanya sedikit.

Suara di-sebabkan oleh getaran. Tetapi mesti ada sa-suatu yang membawa suara itu ka-telinga kita. Suara tidak dapat mengembara melalui ruangan yang kosong.

Umpamakan-lah sa-buah locheng letrik sedang berbunyi. Gong locheng itu bergetar. Gerakan logam gong locheng itu menimbulkan gelombang-gelombang suara di-udara di-sakelilingnya. Gelombang-gelombang suara ini memyerupai riak-riak yang kamu lihat di-permukaan ayer sa-buah kolam, apabila kamu lemparkan sa-buah batu ka-dalam-nya.





Tetapi ada terdapat dua perbedzaan penting di-antara gelombang suara dan riak di-dalam kolam. Kamu dapat melihat riak kerana ia memanchar di-permukaan ayer. Kamu tidak dapat melihat gelombang suara. Gelombang suara bergerak ka-seluruh penjuru, kechuali kalau ada sa-suatu barang yang menahan-nya.

Ada suatu perchubaaan yang sering di-lakukan untok memperlihatkan bahawa suara tidak dapat bergerak melalui ruangan yang kosong. Sa-buah jam locheng mithal-nya. Jam itu di-gantungkan di-dalam sa-buah botol besar yang menyerupai belon. Kemudian udara dari botol itu di-keluarkan dengan sa-buah pam udara. Apabila jam locheng itu berbunyi, kamu tidak dapat mendengar-nya. Suara tidak dapat bergerak melalui ruang kosong di-sakeliling botol itu.

Kadang-kadang bintang-bintang meletup. Tetapi kita tak pernah mendengar-nya. Tak ada suara yang dapat bergerak melalui ruang kosong di-antara kita dan bintang-bintang itu.

Tetapi dalam udara, suara bergerak dengan baik sa-kali. Sering kali orang-orang liar mengirim berita-berita ka-tempat-tempat yang jauh dengan jalan memukul gendang. Di-pegunungan Swiss orang-orang telah belajar beryodel (menyanyi dengan perubahan-perubahan suara). Apabila mereka beryodel, suara mereka dapat di-dengaar melalui lembah-lembah yang lebar.

Suara dapat mengembara ka-sagenap penjuru. Chahaya tidak boleh. Apabila sa-saorang sedang berchakap di-balek sa-buah penjuru, kamu dapat mendengar-nya tetapi kamu tidak dapat melihat-nya.

Sa-orang ketua rombongan tukang sorak bagi suatu pertandingan bola sepak menggunakan sa-buah chorong suara. Ia menghendaki agar gelombang-gelombang suara-nya mengembara ka-satu arah sahaja dan tidak memancar ka-sagenap penjuru. Sa-jenis alat musik yang di-sebut "band shell" sama chara bekerjanya dengan chorong suara.

Gelombang-gelombang suara dapat di-arahkan untok mengembara dengan berbagai-bagai chara menurut kemahuan kita. Dalam beberapa muzium di-Amerika Sharikat ada "serambi-serambi bisek." Serambi bisek di-sabuah muzium yang besar berbentuk saperti sa-butir telur. Lantai bilek itu rata, akan tetapi dinding dan siling-nya melengkong. Sa-orang berdiri menghadapi dinding di-salah satu hujung ruangan itu. Sa-orang lagi berdiri menghadapi dinding di-hujung ruangan lain pula. Sa-orang di-antaranya membisekkan sa-suatu dan yang lain-nya mendengarkan-nya. Aneh-nya ia-lah bahawa orang-orang yang berada di-tengah-tengah ruangan serambi itu tidak dapat mendengarkan suara tersebut.

Chara bekerja serambi bisek itu ada-lah saperti berikut. Orang yang pertama berchakap menghadapi dinding. Gelombang-gelombang suara-nya mengenai dinding dan kemudian *menganjal*. Gelombang-gelombang itu tersebar sa-waktu mengembara melalui ruangan itu. Akan tetapi siling dan dinding yang melengkong itu mengumpulkan kembali gelombang-gelombang itu di-hujung ruangan bilek itu. Kita mengatakan bahawa dinding itu *memusatkan* gelombang-gelombang suara itu. Apabila gelombang-gelombang suara itu sampai di-hujung ruangan, gelombang-gelombang itu menganjal kapada orang yang berdiri di-sana.

Gelombang-gelombang suara itu tersebut sa-demikian rupa di-tengah-tengah ruangan itu sa-hingga tidak dapat di-dengar oleh





orang yang berdiri di-tengah-tengah. Tetapi gelombang-gelombang suara itu dapat di-dengar sa-telah di-pusatkan.

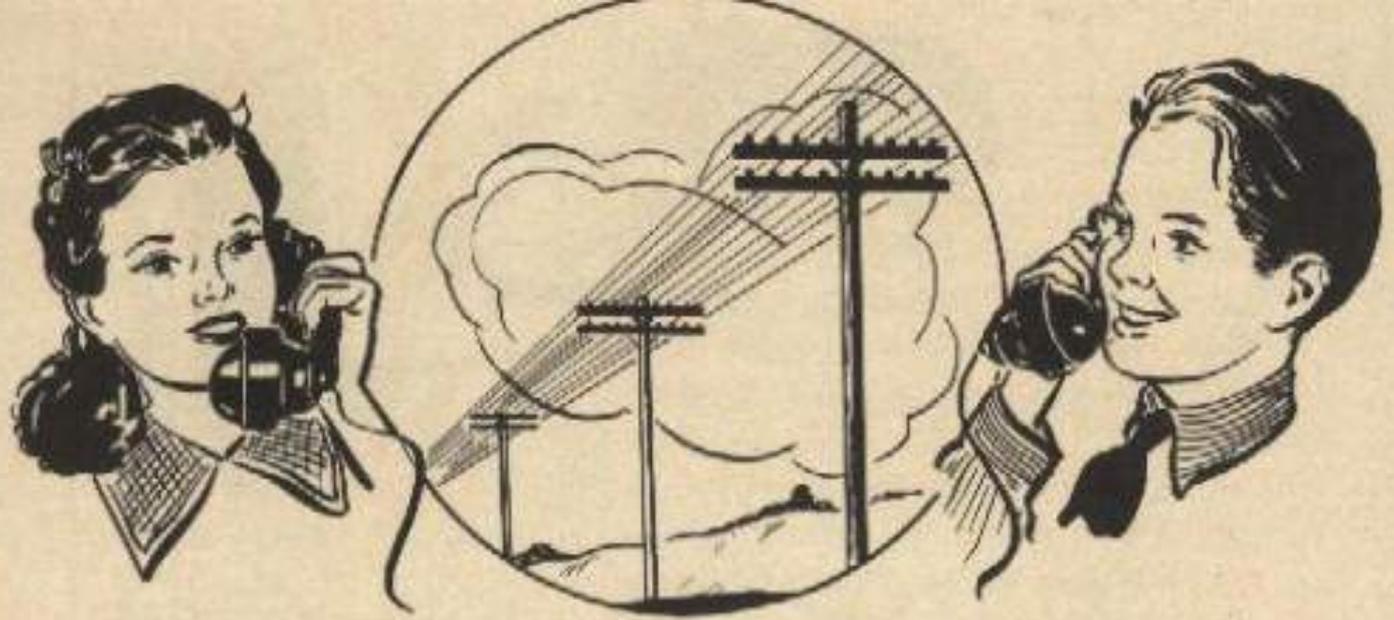
Ada pula terdapat serambi-serami bisek yang tidak di-maksudkan untok menjadi serambi bisek. Sa-buah ruangan mungkin kebetolan berbentuk sa-demikian rupa sa-hingga suatu suara yang lemah di-suatu bahagian bilek itu dapat di-dengar jelas di-suatu bahagian lain di-bilek itu, walau pun suara itu tak dapat di-dengar di-tengah-tengah kedua tempat itu.

Kebanyakan suara yang sampai ka-telinga kita ia-lah dengan mengembara melalui udara. Tetapi suara dapat pula mengembara melalui benda-benda lain. Suara dapat mengembara dengan lebeh baik melalui beberapa jenis benda daripada melalui udara.

Di-zaman dahulu manusia merapatkan telinga-nya ka-tanah untok mendengar kedatangan sa-saorang. Suara yang mengembara melalui tanah yang keras lebeh baik daripada yang mengembara melalui udara.

Sa-buah jam yang terletak di-atas sa-buah meja yang tidak beralas dapat jelas di-dengar bunyi-nya kalau kamu merapatkan telinga kamu ka-lantai meja itu. Suara mengembara dengan baik melalui kayu yang padat. Ia juga mengembara dengan baik melalui logam. Orang-orang di-daerah dingin kerap kali memberitahu bahawa mereka memerlukan lebeh banyak hawa panas dengan memukul-memukul radiator alat pemanas-nya. Suara itu mengembara turun ka-bilek tungku melalui logam dari paip-paip yang menuju ka-radiator itu.

Ketokan dua buah batu di-bawah ayer, sa-waktu kamu sedang menyelam, menghasilkan suara yang memekakkan. Ayer pun dapat membawa suara dengan baik.



Kanak-kanak di-kulit dalam buku ini sedang berchakap-chakap melalui sa-buah talipon tin. Kedua buah tin itu di-hubongkan dengan suatu benang kasar yang di-rentangkan tegang-tegang. Suara perchakapan ka-dalam sa-buah tin itu dapat membuatkan dasar tin itu bergetar. Getaran itu mengembara sa-panjang benang itu. Getaran itu menyebabkan dasar tin yang sa-buah lagi bergetar.

Gelombang-gelombang suara dapat di-pergunakan untok melakukan permainan yang menggelikan hati. Mungkin kamu pernah mempunyai sa-buah anjing-anjing yang akan keluar dari rumah-nya apabila kamu memanggil-nya. Memang ada main-mainan yang sa-macham ini. Apabila gelombang-gelombang suara mengenai sa-keping logam pada main-mainan itu, maka kepingan logam itu mulai bergetar. Ia bergerak chukup untok melepaskan sa-buah spring. Spring itu menyebabkan anjing-anjing itu keluar dari pintu rumah-nya.

Merayap

Bunyi ada-lah merayap. Ia bergerak lebeh chepat daripada sa-barang kereta. Tetapi ia tidak-lah sa-chepat pesawat terbang yang paling chepat. Dan ia merayap jauh lebeh lambat daripada chahaya.

Anak gadis dalam gambar di-muka sa-belah menutup telinga dengan tangan-nya supaya tidak dapat mendengar bunyi gemuruh yang terbit dari kilat itu. Ia tahu bahawa petir selalu kedengaran sa-telah chahaya kilat-nya kelihatan. Chahaya dari sa-suatu kilat mengembara lebeh chepat daripada suara petir.

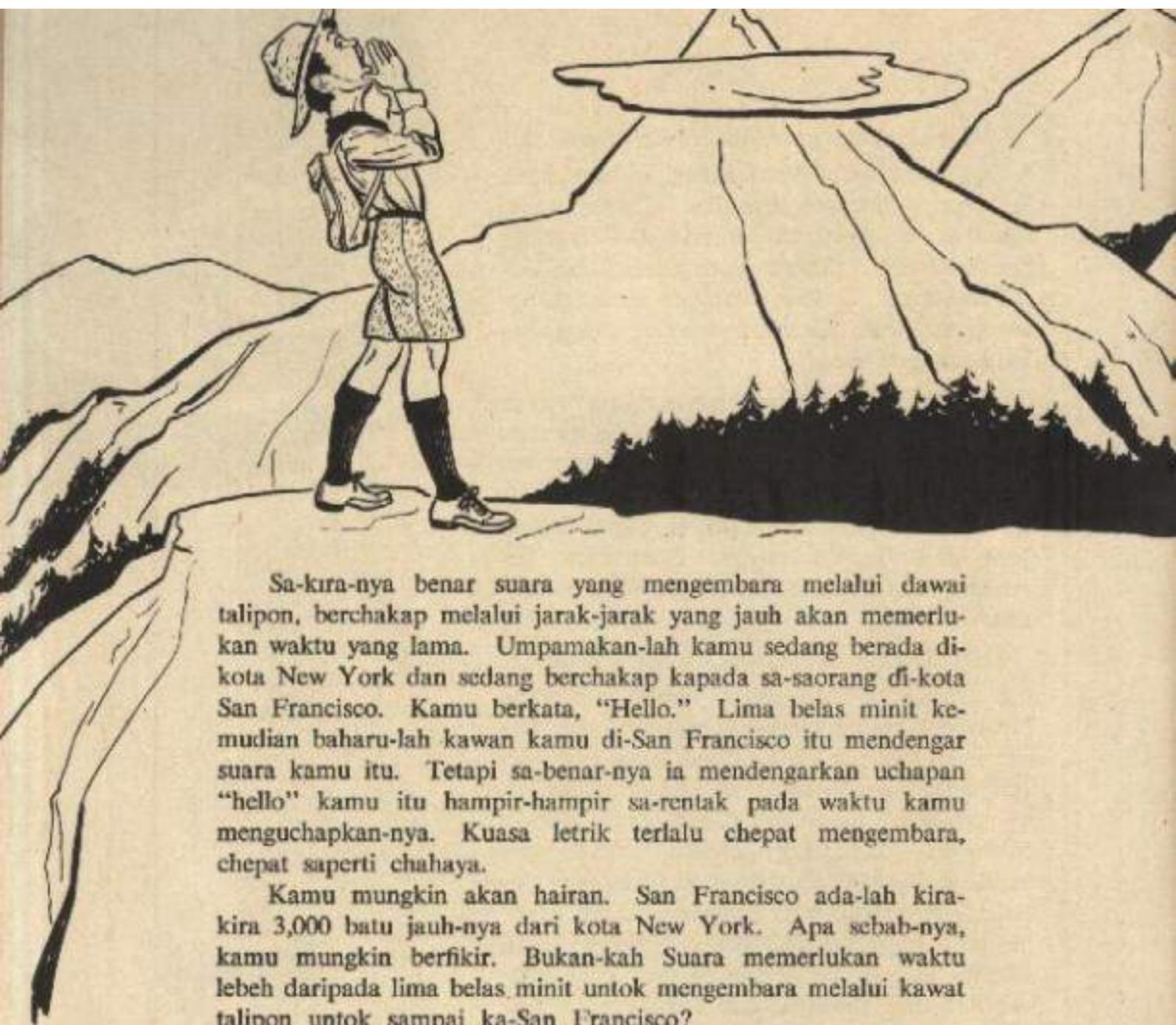
Chahaya mengembara terlalu chepat sa- hingga sukar untok membayangkan bagaimana laju-nya ia mengembara itu. Chahaya mengembara dengan kecepatan 186,000 batu dalam satu sa'at. Kamu dapat mengelilingi dunia sa-banyak $7\frac{1}{2}$ kali sementara kamu menghitung satu-dua. Demikian-lah chepat-nya chahaya mengembara.

Dalam udara, suara mengembara hanya dengan kecepatan sa-perlima batu dalam satu sa'at. Misal-nya ada satu pancharan kilat sa-jauh satu batu daripada kamu. Chahaya kilat itu akan sampai kepada kamu dalam waktu yang sa-singkat-singkat-nya. Lima sa'at kemudian baharu kamu mendengar bunyi guroh-nya.

Sa-kira-nya kamu berada tidak terlalu dekat dengan sa-buah jentera kuasa uap yang besar pada waktu semboyan-nya berbunyi, kamu akan melihat lebeh dahulu asap dari uap yang keluar itu; sa-belum kamu mendengar bunyi semboyan-nya. Sa-kira-nya kamu berada di-tempat yang tinggi di-satu pertandingan baseball, kamu lebeh dahulu melihat kayu pemukul mengenai bola sa-belum kamu mendengar bunyi pukulan-nya. Sekarang kamu ketahui bahawa bunyi mengembara lebeh lambat daripada chahaya, dan kamu faham apa sebab-nya.

Anak-anak dalam gambar di-muka sa-be- lah ini sedang berchakap-chakap melalui tali-pon. Banyak orang menyangka bahawa bunyi suara-lah yang mengembara melalui dawai tali-pon itu. Sa-kali-kali tidak demikian hal-nya. Aliran letrik-lah yang bergerak. Kamu berchakap kepada talipon itu, aliran letrik-lah yang membuat alat penerima di-hujung dawai itu mengulangi apa yang kamu katakan.

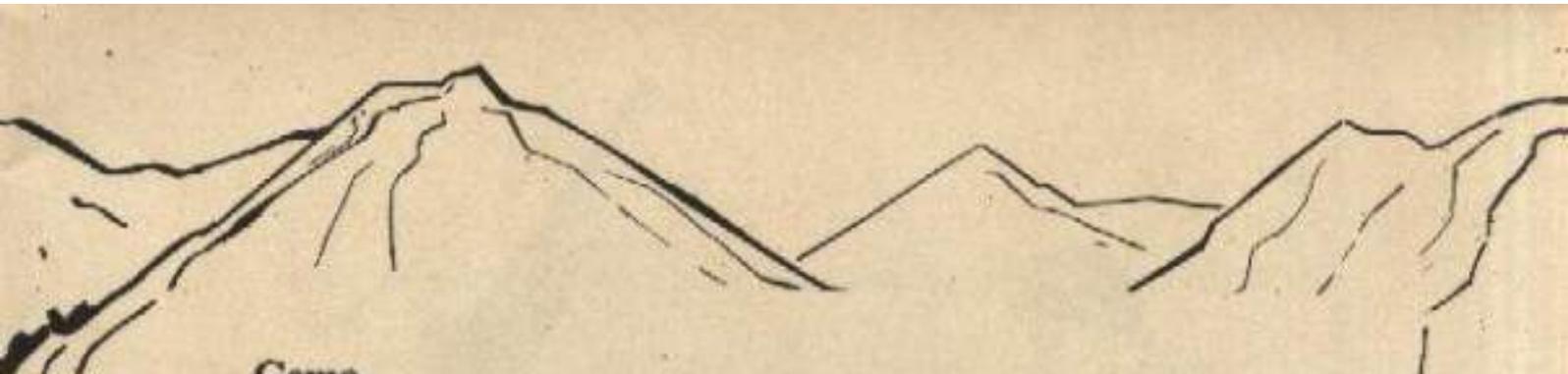




Sa-kira-nya benar suara yang mengembara melalui dawai talipon, berchakap melalui jarak-jarak yang jauh akan memerlukan waktu yang lama. Umpamakan-lah kamu sedang berada di-kota New York dan sedang berchakap kepada sa-saorang di-kota San Francisco. Kamu berkata, "Hello." Lima belas minit kemudian baharu-lah kawan kamu di-San Francisco itu mendengar suara kamu itu. Tetapi sa-benar-nya ia mendengarkan ucapan "hello" kamu itu hampir-hampir sa-rentak pada waktu kamu menguchapkan-nya. Kuasa letrik terlalu chepat mengembara, chepat saperti chahaya.

Kamu mungkin akan hairan. San Francisco ada-lah kira-kira 3,000 batu jauh-nya dari kota New York. Apa sebab-nya, kamu mungkin berfikir. Bukan-kah Suara memerlukan waktu lebeh daripada lima belas minit untok mengembara melalui kawat talipon untok sampai ka-San Francisco?

Jika sa-kira-nya suara kamu terlalu kuat, kamu boleh berteriak kepada kawan kamu di-San Francisco. Dan suara kamu itu akan terdengar oleh-nya sa-telah empat jam. Suara-mu itu akan mengembara melalui udara. Tetapi melalui logam, saperti logam kawat talipon, suara dapat mengembara lebeh chepat. Bunyi dapat mengembara melalui logam lebeh dari sa-puluh kali ganda chepat-nya daripada melalui udara. Ia mengembara empat kali ganda lebeh chepat melalui ayer daripada melalui udara. Namun demikian, apabila suara mengembara melalui logam, ia ada-lah lebeh lambat jika di-bandingkan dengan pengembaraan chahaya dan letrik.



Gema

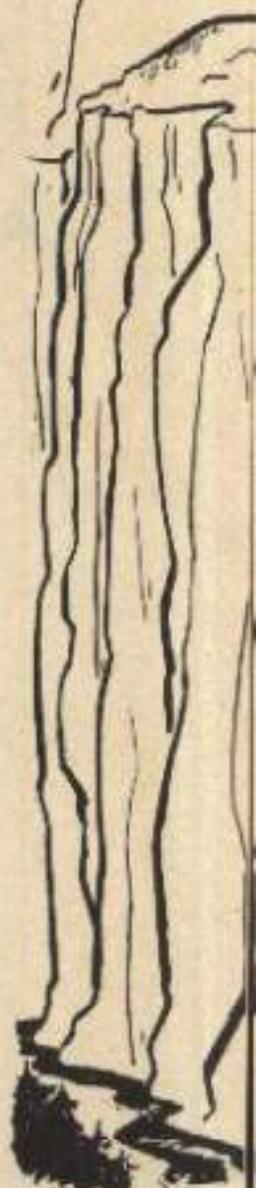
Budak lelaki dalam gambar di-muka 12 sedang berteriak, dan apa sahaja yang di-teriakkan-nya di-dengar-nya dua kali. Mula-mula ia mendengar, perataan-nya pada waktu ia meneriakan-nya. Beberapa sa'at kemudian ia terdengar lagi. Kedengaran pada kali yang kedua itu ada-lah sa-bagai suatu gema.

Gema itu di-pantulkan oleh sa-buah tebing batu yang di-depan budak itu. Mari-lah kita umpamakan tebing batu itu berada sa-perlima batu jauh-nya dari budak lelaki itu. Dua sa'at kemudian sa-telah berteriak, baharu ia mendengar gema suara-nya. Gelombang-gelombang suara itu memerlukan waktu satu sa'at untuk sampai ka-dinding itu dan satu sa'at lagi untuk kembali.

Di-suatu tempat yang di-kelilingi oleh gunung-gunong, sa-suatu bunyi dapat bergema berkali-kali. Ada sa-buah tempat di-Ireland yang termashhor dengan gema. Beberapa buah tasek yang kechil di-sana di-kelilingi oleh gunung-gunong. Bunyi serunai yang di-tiupkan di-tepi salah sa-buah tasek itu mungkin bergema sa-ratus kali. Tentu sahaja, gema itu sa-makin lama sa-makin perlahan.

Sa-buah gedong yang besar mungkin mempunyai sa-buah dinding yang tidak bertingkap. Dinding yang saperti ini kita sebut dinding "kosong". Sa-kira-nya kamu ingin mengadakan perchubaaan tentang gema, maka kamu dapat menchuba-nya dengan berteriak kapada sa-buah dinding yang kosong. Dinding kosong sering memantulkan gema. Tetapi jangan kamu berdiri terlalu dekat dengan dinding itu. Sa-kurang-kurang-nya kamu harus berdiri enam puloh kaki jauh-nya dari dinding itu. Jika kamu berdiri terlalu dekat, gelombang-gelombang suara itu akan kembali kapada kamu sa-demikian chepat-nya sa-hingga teriakan kamu itu sa-akan-akan bersatu dengan gema-nya.

Dalam beberapa buah bilek terdapat juga gema. Gema saperti ini hanya merupakan gangguan sahaja. Sering kali kain-kain di-gantungkan pada dinding panggong-panggong sandiwara untuk menchegeh timbul-nya gema. Perchubaaan-perchubaaan dengan gema memang menggelikan hati, tetapi dia dapat merosakkan sa-suatu sandiwara.





Kenyaringan

Sa-buah gendang, yang kamu pukul dengan kuat akan mengeluarkan bunyi yang lebeh nyaring daripada bunyi kalau kamu pukul dengan perlahan. Sa-buah meriam mengeluarkan bunyi yang lebeh nyaring daripada sa-buah senapang mainan. Suatu teriakan lebeh nyaring daripada suatu bisekan. Mengapa-kah sa-tengah bunyi ada yang lebeh nyaring daripada yang lain?

Mari-lah kita ingatkan kembali akan riak-riak yang di-timbulkan oleh sa-buah kerikil sa-waktu ia di-lemparkan ka-dalam kolam. Jikalau kerikil itu sangat kechil, maka sa-waktu jatuh ka-dalam ayer ia hanya menolak ayer kolam itu sadikit sahaja ka-tepi. Hanya riak-riak kechil sahaja yang nampak di-kolam itu. Tetapi jikalau sa-buah kerikil besar, jatuh ka-dalam kolam itu ia akan menolak ayer itu lebeh jauh lagi ka-tepi. Riak-riak yang lebeh besar akan nampak di-kolam itu, dan riak-riak itu akan pergi lebeh jauh lagi.

Memukul sa-buah gendang dengan perlahan-laban ada-lah saperti melemparkan sa-buah kerikil kechil ka-dalam sa-buah kolam. Kulit gendang itu bergetar, tetapi getaran itu hanya bergerak sadikit sahaja. Ia menolak udara hanya sadikit sahaja ka-tepi dan menimbulkan gelombang-gelombang suara yang lemah.

Tetapi apabila kamu memukul kulit gendang itu dengan kuat, ia bergerak dengan lebeh kuat lagi sa-waktu ia bergetar. Ia mendorong udara lebeh jauh ka-tepi. Ia menimbulkan gelombang-gelombang suara yang lebeh kuat.

Bagaimana nyaring-nya sa-suatu bunyi yang di-keluarkan oleh suatu benda ada-lah tergantung kapada bagaimana jauh-nya ia bergerak pada waktu ia bergetar. Tetapi bagaimana nyaring-nya

bunyi yang kamu dengar ada-lah tergantung pula kepada empat perkara lagi.

Suatu papan-bunyi boleh menyebabkan suatu bunyi lebeh nyaring terdengar. Jikalau kamu memukul sa-buah penala dan meletakkan-nya di-atas sa-buah meja kayu yang tak beralas, maka bunyi-nya akan lebeh nyaring daripada kalau kamu memegang penala itu di-udara. Meja itu juga membuatkan bunyi itu lebeh nyaring di-sebabkan oleh getaran.

Yang penting ia-lah benda apa-kah yang harus di-lalui suara itu. Kamu telah tahu bahawa suara dapat mengembara jauh lebeh baik melalui beberapa macham benda daripada yang lain.

Jarak kamu berada dari sa-suatu barang yang mengeluarkan bunyi itu juga perlu di-kira. Bunyi dari sa-buah meriam yang jauh mungkin tidak akan sa-nyaring bunyi sa-buah senapang mainan yang dekat.

Bagitu juga keadaan pendengaran kamu patut juga di-fikirkan.

Tinggi suara

Sa-kira-nya kamu turut bermain dalam pencharagam sekolah kamu, kamu tentu tahu bahawa waktu sa-belum permulaan suatu sandiwara ia-lah waktu yang sebok bagi anak-anak lelaki dan perempuan dalam pencharagam itu. Yang paling sebok ia-lah mereka yang memainkan perkakas-perkakas musik yang bertali. Mereka harus membetulkan suara alat-alat musik-nya. Mereka



menjaga betul-betul agar alat-alat musik mereka tidak sumbang bunyi-nya. Sumbang bererti terlalu tinggi atau terlalu rendah nada-nya.

Bunyi sa-suatu penala mempunyai nada yang sama. Bunyi itu dapat di-buat lebeh nyaring atau lebeh lembut, akan tetapi ia tak dapat di-buat lebeh tinggi atau lebeh rendah nada-nya. Untuk memahami apa-kah sebab-nya, kamu harus mengetahui dua perkara. Suatu penala mempunyai getaran yang sama banyak dalam sa-sa'at. Nada suatu bunyi tergantung kapada bagaimana chepat-nya getaran sa-suatu benda yang mengeluarkan bunyi itu.

Nada bunyi yang di-keluarkan oleh sa-buah penala selalu sama. Tetapi tentu sahaja penala-penala yang berbedza mengeluarkan bunyi nada yang berbedza-bedza pula. Dapat-kah kamu mengatakan penala yang mana-kah dalam gambar di-atas yang bergetar lebeh chepat?

Anak gadis dalam gambar di-halaman yang berikut sedang membetulkan bunyi biola-nya. Tali sa-bual biola tidak-lah sa-rupa dengan sa-buah penala. Nada-nya dapat di-ubah.

Saperti yang kamu lihat, anak gadis itu sedang memutar sa-buah panchang nada. Salah satu dari tali itu di-ikatkan pada panchang nada itu. Dengan memutar panchang nada itu ka-satu arah, tali itu akan menjadi tegang. Dengan memutar panchang itu ka-arrah yang sa-balek-nya, tali itu akan menjadi kendor.

Tetapi apa-kah benar bahawa dengan mengangkan atau mengendorkan suatu tali itu dapat membantu kita? Tali yang tegang akan bergetar lebeh chepat apabila sa-buah alat peng-gesek di-gesekkan pada-nya. Maka dia akan mengeluarkan nada yang lebeh tinggi. Tali yang kendor akan mengeluarkan nada yang rendah.

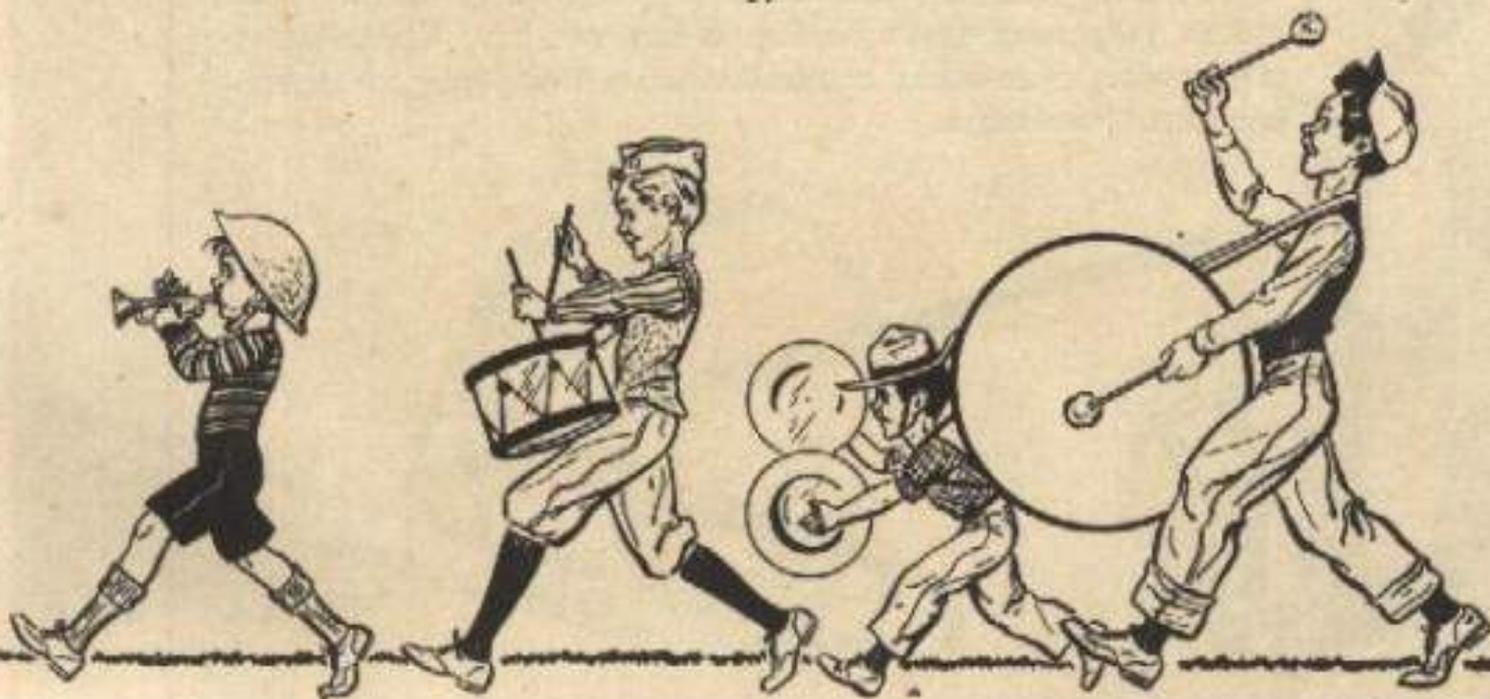


Sa-buah biola mempunyai empat tali. Sa-tiap tali telah di-tala untok menghasilkan suatu nada yang tertentu. Tetapi sa-buah biola tidak akan merupakan alat musik yang penting sa-kira-nya ia hanya dapat menghasilkan empat nada sahaja. Sa-saorang yang bermain biola tahu bagaimana chara-nya membuat agar sa-tiap tali itu menghasilkan bermacam-macam nada.

Ia membuat sa-utas tali menghasilkan berbagai-bagai nada dengan jalan menekankan jari-nya di-berbagai-bagai tempat. Hanya bahagian tali yang berada antara jari-nya dan tumpuan tali biola itu sahaja yang bergetar. Dengan jalan memendekkan bahagian tali yang bergetar, akan menghasilkan getaran yang lebeh chepat. Dan akan menghasilkan suatu nada yang lebeh tinggi.

Umpamakan-lah kamu baru belajar bermain biola, dan sa-utas tali telah putus. Kamu memasang sa-utas tali yang baharu. Tanda besar-nya tali itu telah hilang, dan kamu tidak tahu dengan pasti apa-kah itu tali yang tepat. Kamu memasang-nya, tetapi kamu tidak dapat merentangkan-nya chukup tegang untok membuat ia menghasilkan nada yang tepat tinggi-nya. Tali itu tentu-lah salah, tetapi jenis tali mana-kah yang harus kamu ambil? Kamu harus menchari tali yang halus. Tali yang halus itu akan bergetar lebeh chepat apabila di-rentangkan dengan chukup tegang.

Sekarang kamu tahu bahawa tinggi bunyi nada yang di-hasilkan oleh sa-buah biola tergantung pada tiga hal: berapa kasar tali itu, berapa tegang ia di-rentangkan, dan berapa panjang tali yang bergetar. Nada dari bunyi yang di-hasilkan oleh sa-utas tali getah tergantung pula pada tiga hal yang sama, sa-bagaimana kamu dapat membuktikan-nya sendiri.



Bising dan Musik

Musik dan bising ada-lah di-sebabkan oleh getaran. Tetapi getaran itu ada-lah berbedza-bedza. Getaran yang menghasilkan bunyi musik ada-lah terator. Getaran yang menyebabkan bising ada-lah tak terator.

Bunyi yang di-keluarkan oleh sa-buah penala ada-lah merupakan suara musik. Lihat-lah kembali di-halaman 5 tentang rajah jejak yang telah di-ubah oleh sa-buah penala. Sa-bagaimana kamu lihat, jejak itu ada-lah sangat terator.

Suara musik umum-nya sedap di-dengar, tetapi tidak-lah sa-lama-nya demikian. Mithal-nya musik itu terlalu nyaring. Tidak ada orang yang ingin mendengar suatu pencharagam yang besar bermain di-dalam sa-buah bilek yang kecil.

Suara yang di-hasilkan oleh anak-anak lelaki yang sedang berbaris saperti tentera dalam gambar di-bawah ini ada-lah bunyi bising. Mereka menyangka bahawa bising yang mereka buat itu ada-lah sedap untok di-dengar, tetapi perempuan yang dudok di-bangku itu tidak-lah sa-pendapat dengan mereka.

Banyak orang tidak suka tinggal di-bandar-bandar besar oleh kerana kebisingan di-sana. Dokter menyatakan bahawa terlalu banyak suara bising ada-lah tidak baik bagi kita. Kerana mungkin akan menghalangi kita untok tidor dengan chukup. Dan mungkin akan mengganggu urat-saraf kita dan membuat kita menjadi letih.

Ada berbagai-bagai chara untok memendam suara. Banyak kedai-kedai makan yang dinding-nya di-perbuat dari bahan-bahan yang tidak memantulkan suara dengan baik. Tidak-lah banyak suara bising yang di-timbulkan oleh piring-piring dalam kedai makan yang mempunyai dinding sa-macham itu. Kereta-kereta mempunyai bahan-bahan pemendam suara bising yang di-timbulkan oleh jentera-nya.



Alat-alat Musik

Sejak dahulu terdapat berbagai-bagai jenis alat-alat musik. Gambar di-muka 20 dan 21 memperlihatkan beberapa macham di-antara-nya.

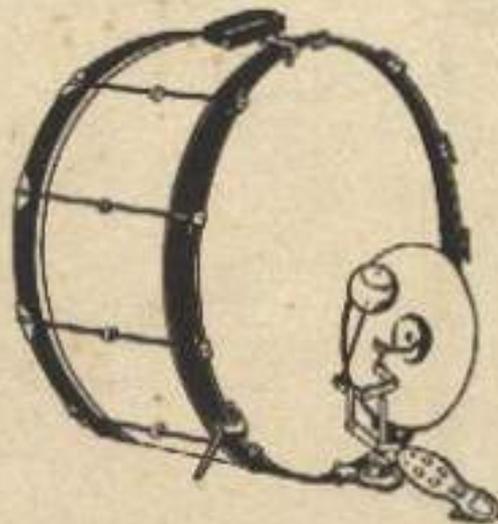
Tentu sahaja, pada sa-tiap alat musik terdapat sa-suatu yang bergetar apabila alat musik itu di-mainkan. Mari-lah kita lihat apa-kah yang bergertar pada alat-alat musik dalam gambar itu.

Double bass hampir menyerupai biola, kechuali ia lebeh besar. Ia mempunyai empat utas tali dan di-bunyikan dengan penggesek-nya. Tali-nya bergetar apabila di-gesek. Sa-saorang yang memainkan *double bass* dapat menghasilkan banyak nada-nada yang berlainan dengan jalan menekan jari-nya pada berbagai-bagai tempat di-atas tali-tali itu.

Kulit tambor ada-lah sa-keping kulit yang di-rentangkan tegang-tegang. Kepingan kulit ini bergetar apabila si-pemain tambor memukul-nya dengan pemukul-nya.

Sa-orang pemain tambor tidak dapat memainkan sa-buah lagu pada sa-buah tambor. Sa-buah tambor menghasilkan bunyi yang sa-akan-akan sama sa-tiap kali ia di-pukul, kechuali kalau kulit-nya di-rentangkan dengan lebeh tegang atau di-kendorkan. Dengan jalan merentangkan kulit sa-buah tambor lebeh tegang akan menghasilkan suatu bunyi yang lebeh tinggi. Sa-buah tambor bass yang besar saperti yang dalam gambar di-bawah ini, selalu menghasilkan bunyi yang agak rendah.

Seringkali sa-orang pemain tambor juga memainkan cymbal. Segala logam pada cymbal itu bergetar apabila di-pukul.



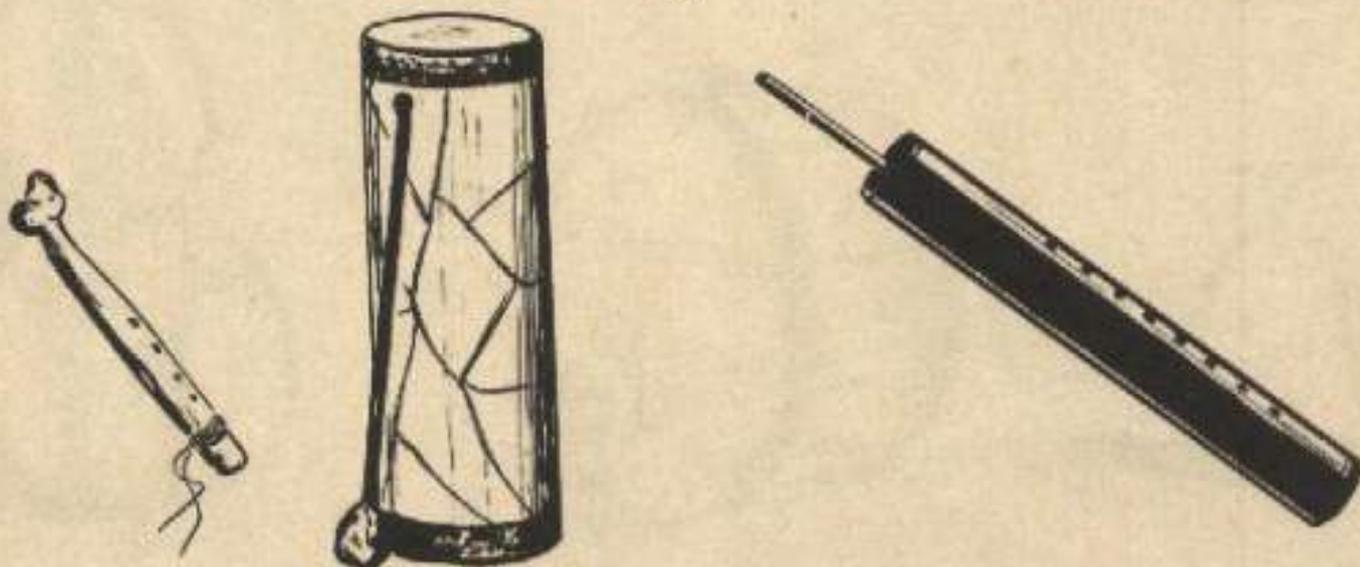
Segala logam pada sa-buah locheng bergetar apabila ia di-pukul. Sa-buah locheng sa-rupa dengan sa-buah penala. Ia selalu mengeluarkan nada yang sama apabila di-pukul.

Orang dapat memainkan lagu-lagu pada sa-rangkaian locheng-locheng. Sa-rangkaian locheng-locheng di-sebut keronchong. Keronchong yang terdiri dari banyak locheng-locheng sangat mahal harga-nya. Tidak mudah untok membuat sa-buah locheng yang akan dapat mengeluarkan nada tepat sa-bagaimana yang di-kehendaki.

Ketiga buah alat musik lain-nya, yang gambar-nya tertera di-bawah ini ada-lah alat-alat tiup. Kesemua-nya di-mainkan dengan jalan meniup-nya. Udara di-dalam tiap-tiap alat itu bergetar dan mengeluarkan gelombang-gelombang bunyi. Tetapi udara itu di-getarkan dengan chara-chara yang berlainan.

Sa-orang pemain musik membuat udara dalam seruling-nya bergetar dengan jalan meniup melalui sa-buah lobang di-salah satu ujung alat musik itu. Ia dapat memainkan sa-buah lagu oleh kerana ia dapat membuat seruling itu menghasilkan berbagai-bagai nada. Ia dapat menghasilkan berbagai-bagai nada dengan jalan merubah-rubahkan panjang tabong udara di-dalam seruling itu. Sa-panjang seruling itu terdapat "pintu-pintu" kecil yang dapat di-buka dan di-tutup. Dengan menutup bermacam-macam pintu itu akan merubah panjang-nya tabong udara dalam seruling itu.

Dalam sa-buah saksofon terdapat sa-helai logam tipis yang bergetar apabila si-pemain musik meniup ka-dalam-nya. Pernahkah kamu memegang sa-helai rumput dengan tegoh-teguh di-antara kedua ibu jari kamu, dan menimbulkan suatu bunyi dengan jalan meniup-nya? Logam nipis dalam sa-buah saksofon itu bekerja saperti sa-helai rumput. Ia di-sebut "reed" atau "lidah."



Apabila lidah dalam sa-buah saksofon bergetar, ia membuat udara di-dalam saksofon itu bergetar. Sa-buah saksofon juga mempunyai "pintu-pintu" seperti sa-buah seruling. Si-pemain musik dapat membuat nada-nada yang tinggi atau rendah menurut kehendak-nya.

Seronok betul kalau melihat sa-orang memainkan sa-buah trombon. Apabila ia sedang memainkan sa-buah lagu yang gem-bira, ia harus menarek bahagian yang dapat bergerak-gerak dari trombon itu keluar masuk dengan chepat. Dengan jalan ini ia merubah panjang-nya tabong udara dalam trombon itu.

Tetapi dapat-kah kamu menerka apa-kah yang membuat udara dalam trombon itu bergetar? Si-pemain menggetarkan bi-bir-nya sendiri!

Apabila kamu memperhatikan alat-alat musik yang lain, kamu akan dapat melihat bahawa hampir semua-nya sangat menyerupai salah satu dari alat musik dalam gambar di-bawah ini.

Mungkin yang akan menghairankan kamu ia-lah piano. Ia mempunyai tali-tali, tetapi ia tidak banyak menyerupai biola atau double bass. Tali-tali itu berada di-dalam-nya. Sa-tiap tali itu mempunyai sa-buah pemukul di-dekat-nya yang di-bungkus dengan kain bulu. Sa-tiap alat pemukul itu di-hubongkan dengan sa-buah tempat anak-anak piano itu. Apabila sa-orang pemain piano menekan sa-buah anak-nya, maka pemukul yang terikat pada-nya memukul sa-utas tali dan membuat-nya bergetar.

Bunyi yang di-timbulkan oleh sa-utas tali busar telah menimbulkan fikiran manusia di-zaman dahulu kala untok men-chipta alat gesek. Bagaimana chara-nya mereka mendapatkan jenis-jenis alat musik yang lain maseh merupakan teka-teki bagi kita.



Bunyi yang telah "di-rakamkan"

Mithalkan-lah kamu ingin mendengar lagu "Negara-ku." Kamu ingin mendengar-nya sa-bagaimana yang kedengaran kalau di-mainkan oleh sa-buah pancharagam yang besar. Apa-kah kamu harus menunggu sa-hingga kamu dapat pergi ka-suatu pancharagam di-mana lagu itu di-mainkan? Tentu sa-kali tidak. Sa-kira-nya kamu mempunyai sa-buah petinyanyi, atau gramofon. Kamu boleh membeli sa-buah piring hitam atau record lagu itu dan memainkan-nya bila sahaja yang kamu kehendaki.

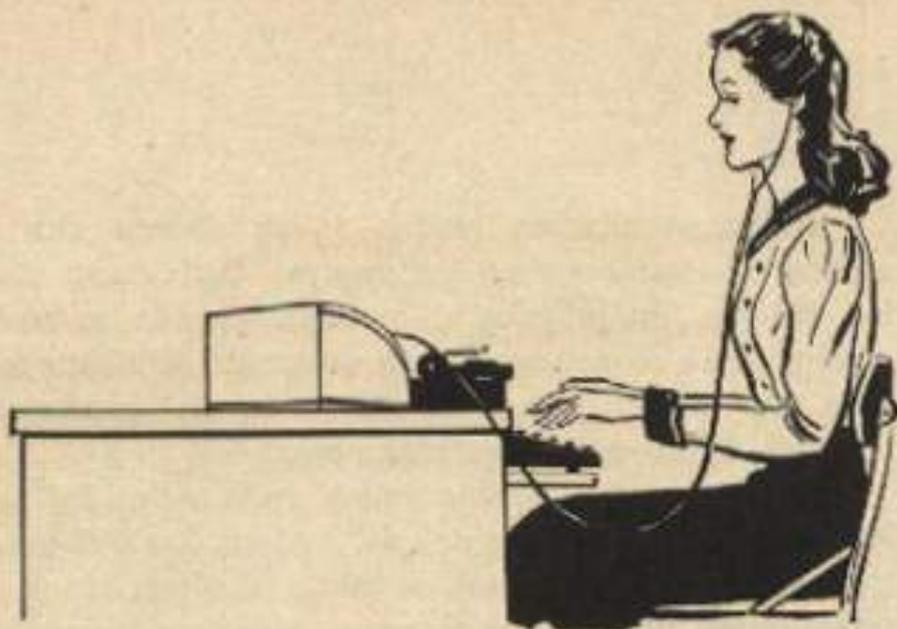
Musik dalam piring-piring hitam seringkali di-sebut "musik yang telah di-rakamkan atau di-abadikan." Sa-buah piring hitam dapat di-simpan lama dan dapat di-pergunakan sa-tiap kali kamu ingini. Ia boleh tahan lama saperti buah-buahan dalam tin. Tetapi buah-buahan dalam tin hanya dapat di-pergunakan sa-kali sahaja. Sa-buah piring hitam dapat di-pergunakan berulang-ulang kali.

Tidak semua piring hitam mempunyai lagu atau musik. Orang membuat piring-piring hitam untuk merakamkan ucapan-ucapan dan lain-lain jenis bunyi.

Orang lelaki dalam gambar di-muka berikut sedang "me-rakamkan" kandungan sa-puchok surat. Ia sedang membuat rakaman dalam sa-buah mesin imlah atau "dictaphone."

Gadis dalam gambar itu sedang memainkan rakaman itu. Ia menulis surat itu dengan sa-buah mesin tulis pada waktu ia mendengar-nya. Dengan sa-buah mesin imlah sa-saorang dapat





“mengimlah” sa-buah surat sa-tiap kali ia kehendaki. Surat itu kemudian dapat di-tulis sa-tiap waktu.

Piring hitam yang mula-mula di-buat dengan cara yang berikut: Langkah pertama ia-lah menaruh sa-buah piring hitam yang masih kosong pada mesin perekam. Piring hitam itu di-buat dari sa-jenis damar. Sa-buah motor memutar piring hitam itu.

Umpama-nya sa-buah lagu sedang di-rakamkan. Gelombang-gelombang suara si-penyanyi di-kenakan kepada sa-lembar bahan tipis yang di-sebut “diaphragm.” Gelombang-gelombang suara itu mulai menggetarkan diaphragm itu.

Pada diaphragm itu ada terpasang sa-buah jarum. Hujung jarum itu di-letakkan di-atas piring hitam itu. Apabila piring hitam itu berputar, maka jarum itu menggaris suatu alor yang bergelombang di-dalam-nya.

Apabila piring hitam itu hendak di-mainkan, ia di-taruh pada sa-buah petinyanyi. Sa-batang jarum pada batang petinyanyi itu di-letakkan ka-dalam alor piring hitam itu. Jarum itu di-pasang pada sa-buah diaphragm. Apabila pesawat petinyanyi itu berputar, maka jarum itu mengikuti alor yang bergelombang itu. Apabila ia bergerak melenggang-lenggang, ia menyebabkan diaphragm itu bergetar. Diaphragm itu mengeluarkan gelombang-gelombang suara. Gelombang-gelombang itu ada-lah sama dengan gelombang-gelombang suara yang mengenai diaphragm mesin perakam sa-waktu piring hitam itu sedang di-buat.

Rakaman-rakaman mesin imlah di-buat dan di-mainkan saperti rakaman-rakaman petinyanyi. Perbedzaan utama-nya ia-lah bahawa bunyi yang di-hasilkan apabila sa-buah rakaman mesin imlah di-mainkan hanya di-dengar oleh satu orang sahaja. Juru taip mendengar-nya melalui suatu alat pendengar yang di-lekatkan di-lubang telinga (earphones).

Petinyanyi dan mesin imlah pada masa ini ada-lah jauh lebeh baik daripada yang dahulu. Aliran-letrik di-gunakan untok membantu kita baik untok membuat maupun untok memainkan piring-piring hitam. Jarum yang mengguris piring hitam tidak-lah di-pasang pada diaphragm. Apabila gelombang-gelombang suara mengenai diaphragm dan membuat-nya bergetar, maka suatu aliran letrik menghantar getaran itu ka-jarum. Dalam chara saperti ini juga suatu aliran letrik menghantar getaran dari jarum ka-diaphragm apabila piring hitam itu di-mainkan.

Tidak semua piring hitam pada masa ini terbuat dari damar, banyak di-antara-nya terbuat dari bahan plastik. Ada pula terdapat alat perakam dawai dan alat perakam pita.

Bagaimana Kita Berchakap

Sekarang kamu chukup faham mengenai suara. Apabila kamu berchakap kamu membuat sa-suatu bergetar. Kamu membuat *pita suara* kamu bergetar.

Pita suara kamu ada-lah terdiri dari dua charek "kulit" puteh yang terentang di-atas tabong suara kamu. Tabong suara kamu terletak dalam kerongkongan kamu. Benda itu ia-lah halkum kamu.

Kamu boleh meraba halkom kamu dengan mudah. Taroh-





lah tangan kamu di-leher kamu. Kemudian telan. Halkum kamu akan bergerak naik-turun.

Apabila kamu menarek dan menghembuskan nafas, udara mengalir di-antara kedua pita suara kamu. Udara yang melalui pita itu tidak-lah membuat-nya bergetar. Pita itu terlalu renggang terbentang di-atas tabong suara kamu.

Tetapi apabila kamu hendak berchakap, kamu rentangkan pita itu tegang-tegang di-atas tabong suara kamu. Lalu kamu dorongkan udara dari paru-paru kamu keluar di-antara kedua pita itu. Pita itu bergetar dan mengeluarkan gelombang-gelombang suara.

Lidah, bibir dan gigi kamu juga membantu kamu membuat kata-kata dari suara yang di-keluarkan pita suara-mu. Chubalah katakan: "Mariam mempunyai anak kambing," dengan mulut kamu di-ngangakan lebar-lebar dan lidah kamu di-diamkan, maka kamu akan mengetahui bahawa dengan hanya pita suara-mu kamu tidak dapat berchakap.

Hidong kamu ada hubungan-nya dengan suara kamu. Apabila hidong kamu tersumbat oleh kerana kamu sedang selesema, maka ada-lah sukar untok menguchapkan dengan jelas kata-kata yang mengandong huruf *m* dan *n*. Orang selalu mengatakan bahawa apabila sa-saorang sedang selesema, maka orang itu berchakap melalui hidong-nya. Sa-benar-nya apa yang di-perbuat-nya ada-lah sa-balek-nya.

Ada orang yang dapat mengator suara-nya demikian rupa sehingga suara-nya itu sa-akan-akan datang-nya bukan dari kerongkong-nya tetapi dari suatu tempat lain. Kita menyebut orang yang dapat "melemparkan" suara-nya itu "ventriloquist" (ventrilo-kwist).

Sa-orang ventriloquist selalu membuat suara-nya sa-akan-akan datang-nya dari sa-buah boneka atau patong-patong yang sedang di-pegang-nya. Banyak ahli-ahli ventriloquist yang termashor di-Amerika yang mengadakan pertunjukan melalui television. Tetapi orang lebeh mengenal patong-patong yang di-gunakan mereka daripada ahli-ahli ventriloquist itu sendiri.



Makhlok-makhlok Lain Yang Bersuara

Bukan-lah kita sahaja makhlok yang bersuara. Bunyi katak menandakan tiba-nya musim hujan. Katak dapat berbunyi kerana mereka mempunyai pita suara. Beberapa jenis katak yang hidup berjuta-juta tahun yang lalu ia-lah hinatang yang pertamanya di-dunia ini yang bersuara.

Katak dalam gambar di-atas dapat mengeluarkan bunyi yang lebeh nyaring daripada yang kamu sangka. "Belon" di-leher-nya ada-lah satu bantuan besar bagi-nya. Belon ini ia-lah karong suara-nya. Karong itu di-isi-nya penuh dengan udara. Lalu di-dorongkan-nya udara itu keluar melalui pita-pita suara-nya. Udara yang di-dorongkan-nya itu jauh lebeh banyak daripada yang dapat di-keluarkan-nya sa-kira-nya ia tak mempunyai karong suara itu. Dengan itu ia dapat mengeluarkan suara yang lebeh nyaring.

Banyak binatang-binatang lain yang mempunyai pita suara. Gambar-gambar di-kedua muka ini memperlihatkan beberapa di-antara-nya. Lain jenis binatang lain pula bunyi-nya. Tidak ada sa-orang pun yang akan menyangka kokokan ayam ia-lah bunyi suara sa-ekor angsa. Sa-tiap orang dapat membedzakan di-antara bunyi ngiauan kucing dengan bunyi sa-ekor katak.

Ngauman singa ada-lah salah satu bunyi ternyaring yang dapat di-buat oleh sa-sackor binatang. Singa telah belajar bagaimana menggunakan papan bunyi. Ia meletakkan kepala-nya rapat-rapat pada tanah apabila ia mengaum. Tanah itu ada-lah umpama papan bunyi.

Walau pun banyak binatang-binatang lain yang boleh bersuara, manusia-lah satu-satu-nya makhluk yang dapat berchakap kepada sa-sama makhluk manusia, dengan perkataan. Burong kakatua dapat di-ajar menguchapkan perkataan. Beberapa jenis burong lain pun dapat pula di-ajar. Tetapi burong-burong itu hanya mengeluarkan bunyi-bunyi yang di-tiru-nya dari orang. Burong-burong ini tidak tahu erti perkataan yang di-uchap-kan-nya. Burong-burong ini tidak pernah mempergunakan perkataan itu untok berchakap-chakap.

Binatang-binatang yang dapat bersuara bukan-lah satu-satu-nya binatang yang dapat kita dengar. Sa-ekor jengkerek berbunyi dengan tidak mempunyai "suara." Sa-balek-nya, jengkerek mempunyai suatu bahagian kasar pada salah satu sayap-nya." Benda itu sa-olah-olah saperti sa-buah kikir yang kechil. Jengkerek berbunyi dengan jalan menggosok-gosokkan sayap-nya yang lain di-atas kikir itu. Sayap-nya bergetar dan menyebab-kan berbunyi.

Nyamok-nyamok mendengong dengan jalan menggerakkan sayap-nya dengan terlalu chepat. Demikian pula lalat dan lebah. Burong belatok mempunyai bunyi pula akan tetapi bunyi-nya tidak-lah terlalu bagus. Burong belatok memanggil kawan-nya dengan jalan memukul-mukul batang pohon atau tiang talipon atau malah atap zing dari sa-buah rumah.

Beberapa jenis binatang mendapat nama atau nama gelaran-nya oleh kerana bunyi-nya. Marmut Amerika kadang-kadang di-sebut "Babi bersiul" kerana siulan-nya yang luchu. "Sally Growler" (Pembising) ada-lah nama sa-bangsa ikan di-Amerika. Ini ada-lah salah satu dari sa-jumlah kechil ikan-ikan yang dapat berbunyi. Demikian-lah banyak lagi binatang-binatang lain yang mendapat nama gelaran kerana bunyi-nya yang aneh.



Bagaimana Chara-nya Kita Mendengar

Kita mendengar dengan telinga kita, sa-bagaimana yang telah kamu ketahui. Telinga kita menangkap gelombang-gelombang suara. Kemudian di-kirimkan berita itu kapada otak kita, dan kita pun mendengar dan memahamkan-nya.

Apabila kamu di-suroh melukis gambar telinga, kamu agaknya akan hanya melukis telinga luar sahaja. Kita tak dapat mendengar dengan telinga luar sahaja.

Sa-bahagian dari telinga kita berada di-dalam kepala kita. Bahagian ini ada-lah telinga dalam. Telinga bahagian dalam ada-lah jauh lebeh penting daripada telinga luar. Gambar di-sabelah atas muka berikut memperlihatkan dengan jelas tentang bentuk-bentuk telinga dalam dan telinga luar.

Dari telinga luar masok sa-buah chorong. Sa-lembar "kulit" yang tipis terbentang menutupi chorong ini. Lembar kulit ini menyerupai kulit sa-buah gendang, di-sebut *gendang pendengar*.

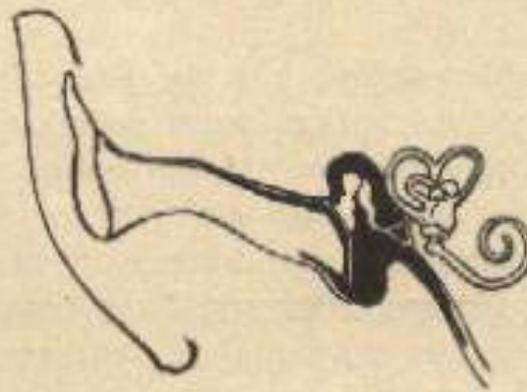
Di-sabelah gendang pendengar ini terdapat tiga tulang yang kechil. Tulang-tulang ini ia-lah tukul, landasan dan sanggurdi. Tukul itu terlekat kapada gendang pendengar.

Dari "ruangan" kechil di-mana tukul, landasan dan sanggurdi berada, ada suatu chorong pula yang menuju ka-kerongkong. Chorong ini mempunyai nama yang panjang ia-itu chorong *eustachius*.

Urat-urat saraf itu merupakan pemberita dari tuboh kita. Urat-urat saraf itu menyampaikan berita-berita dari segala bahagian tuboh ka-otak. Urat-urat saraf itu juga menghantar berita-berita dari otak ka-segala bahagian tuboh.

Hujung urat-urat saraf yang menghantarkan berita-berita suara ka-otak itu berada di-suatu bahagian telinga yang berbentok saperti "kulit siput." Bahagian telinga ini berisi dengan bahan chayer. Dapat-kah kamu menchari "kulit siput" dalam gambar itu?





Gambar itu juga memperlihatkan tiga chorong yang berbentuk seperti ladang kuda. Chorong-chorong itu juga mengandung bahan chayer. Chorong-chorong ini tidak ada sangkut-paut-nya sama sa-kali dengan pendengaran. Tetapi sangat penting. Chorong-chorong ini membantu kita mempertahankan ka-saimbangan badan kita.

Telinga luar mengumpulkan gelombang-gelombang suara Lalu di-kirimkan-nya ka-telinga dalam. Apabila kamu menaruh sa-buah chorong suara dekat telinga kamu, maka kamu akan mendengar lebeh baik lagi. Chorong suara mengumpulkan lebeh banyak gelombang suara daripada yang di-kumpulkan oleh telinga luar. Kita akan dapat mendengar lebeh baik jikalau telinga luar kita seperti sa-buah chorong suara. Tetapi telinga yang besar akan merupakan gangguan pula kapada kita. Di-samping itu di-bandar-bandar sangat-lah bising, sa-hingga kita mungkin tak tahan mendengarkan suara bising itu, sa-kira-nya kita dapat mendengarkan-nya dengan lebeh baik.

Gelombang-gelombang suara bergerak menuju gendang pendengar, lalu menggetarkan-nya. Kemudian menggetarkan pula ketiga-tiga tulang kechil itu. Getaran ini di-hantarkan ka-urat-urat saraf yang menghantarkan berita itu ka-otak.

Kita dapat mengatakan dari arah mana-kah datang-nya sa-suatu suara. Kita dapat mendengar demikian ia-lah kerana kita mempunyai dua buah telinga. Apabila suara berada di-sabelah kanan kita, kedua buah telinga kita mengumpulkan sa-bahagian dari gelombang-gelombang suara itu, tetapi gelombang-gelombang yang sampai di-telinga kanan kita ada-lah lebeh kuat. Apabila suara berada lurus di-depan kita, maka kedua buah telinga kita dapat mendengar-nya dengan sa-imbang.

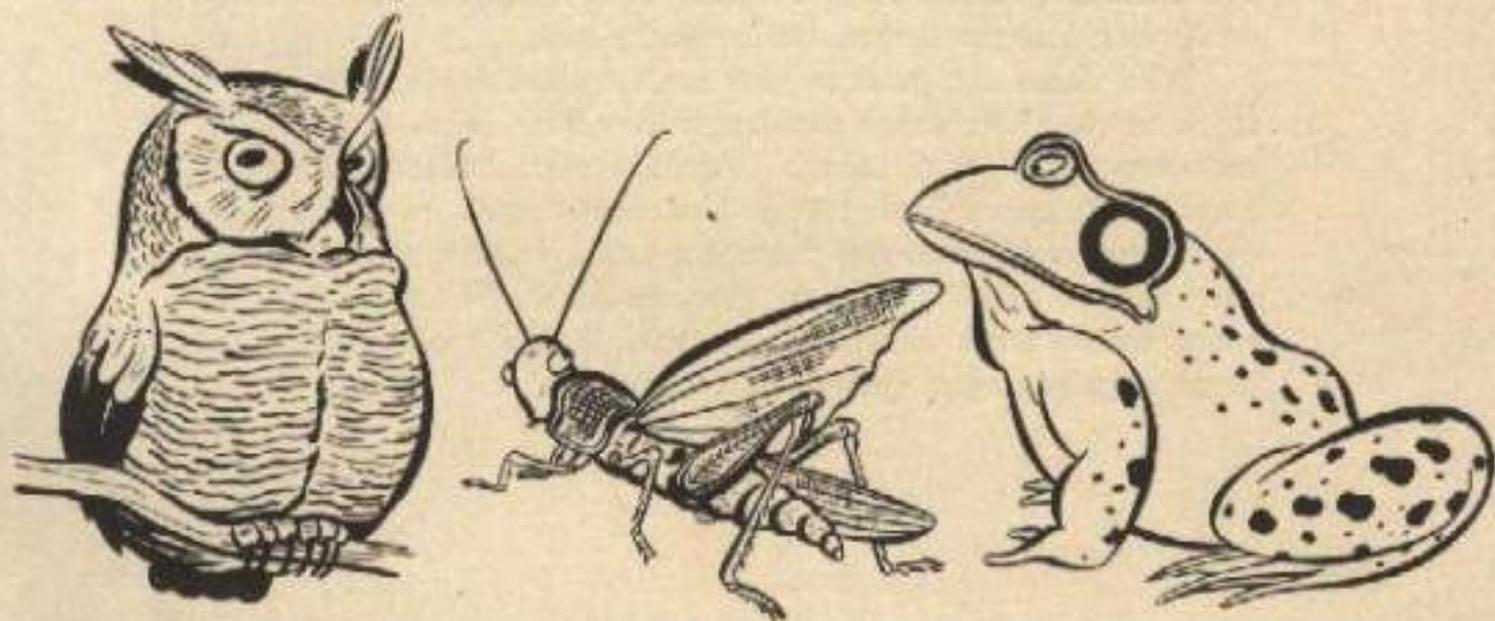
Chorong eustachius telinga kita itu tidak dapat membantu kita mendengar, tetapi merupakan suatu pelindung gendang pendengar kita. Chorong eustachius memberi udara masuk dari kerongkong ka-bahagian dalam tiap-itap gendang pendengar kita. Udara ini membantu menjaga agar suara-suara nyaring tidak me-mechahkan gendang-gendang pendengar kita. Apabila kamu tahu bahawa suara yang sangat nyaring akan terdengar, maka ada-lah baik untuk membuka mulut kamu.

Apabila kamu telah pernah mengembara dengan menaiki kapal terbang, maka kamu tahu bahawa pelayan (stewardess) dalam kapal terbang itu kadang-kadang membahagi-bahagikan gula-getah sa-belum kapal terbang menurun. Dengan mengunyah kula-getah itu kita dapat melindungi gendang pendengar dan men-cheгах agar telinga jangan kurang sedap rasa-nya.

Gula-getah itu sa-benar-nya tidak mengandongi sa-suatu yang berguna bagi kita. Tetapi apabila kamu mengunyah-nya, maka kamu akan terus menerus menelan, dan menelan membantu kamu memperoleh jumlah udara yang sa-patut-nya dalam chorong eustachius telinga kamu.

Untuk dapat mengerti sama ada mengunyah dapat membantu menjaga agar telinga kamu jangan menjadi sakit, kamu harus tahu tentang tekanan udara. Udara menekan sa-tiap benda yang di-sentuh-nya. Ia menekan ka-atas, ka-bawah serta ka-tepi. Tekanan udara ada-lah dorongan dari udara. Sa-makin tinggi kamu di-udara, sa-makin berkurang tekanan udara.

Mithal-nya kamu telah berada beberapa jam di-udara. Tekanan udara di-sabelah menyabelah gendang pendengar telinga kamu ada-lah kurang daripada kalau kamu berada di-tanah. Dalam kebin kapal terbang di-ator tekanan udara-nya menjadi lebeh besar daripada tekanan udara yang di-luar. Namun demikian, tekanan udara itu tetap lebeh rendah daripada apabila kamu berada di-tanah. Sekarang kamu akan menurun



dengan chepat. Tekanan pada bahagian luar gendang pendengaran kamu akan menjadi lebeh besar dengan chepat. Telinga kamu akan menjadi kurang sedap rasa-nya, kechulai kalau tekanan pada bahagian dalam gendang pendengar kamu itu berubah pula dengan chepat. Dengan jalan menelan sa-waktu kamu mengunyah gula-getah itu mendorong lebeh banyak udara masok kechorong eustachius telinga kamu dan memperbesarkan tekanan pada bahagian dalam gendang pendengar kamu itu.

Pernah-kah kamu mendengar sa-saorang mengatakan bahawa telinga-nya sedang tersumbat? Telinga sa-saorang selalu tersumbat apabila ia selesema. Penyakit selesema membuat pelapis chorong eustachius-nya menjadi bengkak. Dengan itu tidak ada udara yang dapat melalui chorong itu dari kerongkang ka-telinga.

Ada-lah sangat penting bagi kamu untok memelihara telinga kamu dengan baik. Sa-kira-nya tidak, kamu boleh menjadi tuli atau pekak. Banyak orang berfikir lebeh baik buta daripada tuli.

Sa-suatu barang yang melukai gendang pendengar telinga kamu mungkin dapat membuat kamu menjadi tuli. Tahi telinga terbentok dalam telinga kamu. Tahi itu sa-benar-nya ia-lah lemak yang membantu mencheгах agar gendang pendengar telinga kita jangan menjadi kering dan keras. Kadang-kadang lemak itu terlalu banyak sa-hingga ia terpaksa di-keluarkan. Tetapi kamu tidak boleh mengeluarkan-nya dengan suatu barang yang tajam. Kamu mungkin melobangkan gendang pendengar kamu itu.

Kadang-kadang ada orang mendapat sakit telinga kerana berenang dalam ayer yang penoh dengan kuman-kuman. Apabila kamu masok ka-dalam ayer yang kamu tidak yakin akan kebersehan-nya, kamu hendak-lah memakai penutup telinga.

Jangan sakali-kali kamu tumbok telinga sa-saorang. Dengan meninju sa-saorang, kamu dapat memecahkan gendang pendengar telinga orang itu. Jangan-lah sakali-kali menembakkan sa-buah senapang permainan atau membuat sa-suatu bunyi nyaring dekat telinga sa-saorang. Walau pun ada-nya chorong eustachius, suatu suara bisng dapat memecahkan gendang pendengar telinga.



Sa-buah gendang pendengar yang tidak terlalu parah luka-nya dapat puleh sendiri. Suatu lobang kechil dalam sa-buah gendang pendengar kerap tertutup dengan sendiri-nya.

Ada beberapa orang yang pekak walau pun telinga-nya tidak pernah luka. Perkara itu mungkin di-sebabkan ada sa-suatu yang rosak pada urat-urat saraf-nya yang menghantarkan berita kepada otak-nya. Apabila telinga kamu tidak dapat mengirim berita-berita kepada otak kamu, maka kamu sama sakali tidak akan dapat mendengar.

Umpamakan-lah sa-batang pohon jatoh di-punchak sa-buah gunung, dan tidak ada orang dalam jarak berbatu-batu di-sakeliling-nya. Tidak sa-ekor binatang pun yang ada di-sakeliling-nya. Apa-kah pohon itu berbunyi pada masa ia jatoh?

Pertanyaan ini telah merupakan teka-teki bagi banyak orang. Ini-lah jawab-nya. Hal itu tergantung pada apa-kah yang kamu maksud dengan bunyi. Jika yang kamu maksudkan gelombang-gelombang bunyi, maka pohon itu berbunyi. Jika yang kamu maksudkan berita yang datang dari telinga ka-otak, maka bunyi itu tidak ada.

Apabila kita memperkatakan tentang persoalan melihat, maka kita menggunakan perkataan "chahaya" dan penglihatan." Chahaya sampai ka-mata kita, dan pandangan ada-lah merupakan berita yang di-terima oleh otak dari mata kita. Tetapi tidak ada dua perkataan sa-macham ini untok suara. Sa-kira-nya sa-sa-orang akan menanyakan kepada kamu mengenai soal pohon jatoh tadi, maka kamu harus jawab: "Apa-kah yang kamu maksudkan dengan suara?"



Bermacam-macam Telinga

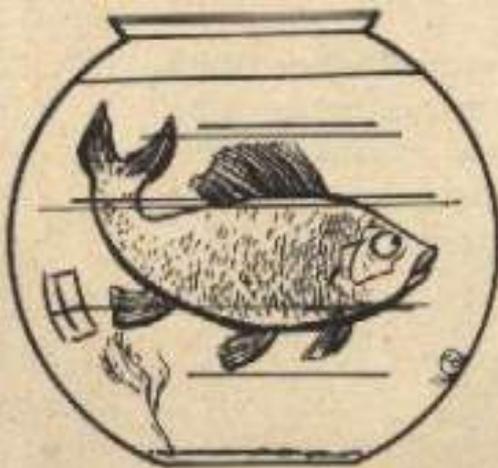
Manusia bukan-lah satu-satu-nya makhluk yang mempunyai telinga. Banyak makhluk lain yang mempunyai telinga.

Dapat-lah kamu mencari telinga binatang-binatang yang gambar-gambar-nya tertera di-kedua-dua muka ini serta di-muka yang berikut-nya? Tentu sahaja kamu dapat menunjukkan kebanyakan di-antara-nya. Tetapi dapat-kah kamu menunjukkan telinga katak atau ikan? Telinga sa-ekor katak tidak banyak menyerupai telinga kita. Telinga-nya hanya berupa suatu bulatan besar betul-betul di-belakang mata-nya. Telinga-nya itu terdiri dari kulit yang tebal. Telinga ikan terletak jauh di-sabelah dalam kepala-nya. Ikan sama sakali tidak mempunyai telinga luar.

Kamu mungkin menyangka bahawa kamu dapat melihat telinga burung hantu yang bertandok itu, akan tetapi sa-benar-nya tidak-lah demikian. "Telinga" yang kamu lihat itu ada-lah bulu samata-mata. Burong tidak mempunyai telinga luar, tetapi mempunyai telinga dalam saperti kita. Ada terdapat lobang yang menuju telinga-nya, tetapi lobang itu tertutup oleh bulu.

Tidak-lah banyak jenis serangga yang mempunyai telinga. Belalang termasuk makhluk yang mempunyai telinga. Tetapi sangat sulit bagi kamu untuk melihat telinga sa-ekor belalang. Kamu sudah biasa mencari telinga sa-ekor binatang di-kepala-nya. Akan tetapi sa-balek-nya, telinga sa-ekor belalang terletak di-bawah sayap-nya.

Telinga ada-lah sangat penting bagi banyak jenis binatang. Telinga sa-ekor arnab misal-nya, membantu melindungi arnab itu dari musuh-musuh-nya. Sa-ekor arnab tidak mempunyai suatu senjata apa pun untuk berkelahi. Ia tidak dapat melarikan diri





dari musuh-musoh-nya kechuali dengan mengambil langkah sa-ribu atau menyembunyikan diri-nya. Ia tidak akan dapat melarikan diri, sa-kira-nya ia tidak mempunyai telinga yang baik.

Tidak banyak di-antara kita yang dapat menggerakkan daun telinga kita. Tetapi banyak binatang yang dapat melakukannya. Kamu agak-nya pernah melihat sa-ekor anjing mengenchongkan telinga-nya. Telinga-nya dapat di-putar untok menangkap gelombang-gelombang suara dengan lebeh baik.

Beberapa jenis binatang dapat mendengar lebeh baik daripada kita. Binatang-binatang ini dapat mendengar suara-suara yang terlalu halus untok dapat di-dengar oleh manusia. Di-samping itu, beberapa di-antara-nya dapat mendengar suara-suara yang tidak dapat kita dengar.

Anjing mempunyai telinga yang baik pendengarannya. Ada sa-macham wisel anjing yang sama sakali tidak dapat di-dengar bunyi-nya oleh manusia, tetapi dengan mudah dapat di-dengar oleh anjing. Mungkin kamu mempunyai wisel sa-macham itu untok anjing kamu. Suara yang di-keluarkan oleh wisel itu adalah terlalu tinggi untok dapat di-dengar oleh kita.

Sekian lama-nya orang-orang hairan kenapa-kah kelawar tidak melanggar benda-benda sa-waktu ia terbang di-dalam gelap. Sekarang kita tahu bahawa orang-orang ini tidak benar pendapat-nya. Kelawar dapat melihat dalam chahaya yang samar-samar, tetapi ia tidak dapat melihat dalam gelap gelita. Jawapan teka-teki ini ia-lah bahawa kelawar dapat mengeluarkan dan mendengar bunyi yang tidak dapat kita dengar.

Apabila kelawar terbang berkeliling, ia mengeluarkan bunyi yang terlalu tinggi untok dapat kita dengar. Sa-tiap benda padat yang berada di-dekat-nya memantulkan gema. Kelawar mempunyai telinga yang sangat baik sa-hingga binatang itu dapat mendengar gema itu. Gema-lah yang membimbing-nya.

Tahu-kah Kamu?

1. Suara ada-lah di-sebabkan oleh getaran. Getaran menimbulkan gelombang-gelombang suara.
2. Suara mengembara melalui beberapa jenis benda lebeh baik daripada jenis-jenis benda lain-nya. Suara tidak boleh mengembara melalui ruangan yang kosong.
3. Suara mengembara jauh lebeh lambat daripada cahaya.
4. Gelombang-gelombang suara dapat di-pantulkan.
5. Beberapa jenis bunyi ada-lah lebeh nyaring daripada yang lain-lain.
6. Beberapa jenis bunyi ada-lah lebeh tinggi daripada yang lain-lain.
7. Beberapa jenis di-antara-nya ada-lah bunyi yang sedap di-dengar. Beberapa lagi kurang sedap untok di-dengar.
8. Suara bising di-hasilkan oleh getaran-getaran yang tidak teratur. Musik di-hasilkan oleh getaran-getaran yang teratur.
9. Dalam alat-alat musik yang berbedza-bedza ada-lah ber-macham-macham benda pula yang bergetar.
10. Orang dapat merakamkan suara.
11. Pita suara kita bergetar, apabila kita berchakap atau menyanyi.
12. Kita mendengar dengan telinga kita.
13. Di-samping manusia banyak binatang lain yang dapat bersuara.
14. Di-samping manusia banyak binatang lain yang dapat mendengar.



Chuba-lah Sendiri

1. Pukul-lah sa-buah penala. Angkat-lah ka-udara dan lihat-lah bagaimana besar bunyi yang di-keluarkan-nya. Pukul-lah kembali dan letakkan-lah di-atas sa-buah meja kayu yang tidak beralas.

2. Ulang-lah sendiri perchubaaan-perchubaaan yang di-perlihatkan oleh gambar-gambar di-halaman 4 dan 9.

3. Ambil-lah saberapa banyak penala yang mempunyai nada suara yang berbedza-bedza. Pukul-lah satu per satu. (Getah penghapus di-ujung sa-buah pensil merupakan alat pemukul yang baik). Perhatikan-lah angka-angka yang tertulis pada penala itu. Angka-angka itu menyatakan berapa kali penala itu bergetar dalam satu sa'at.

4. Lakukan-lah perchubaaan yang nampak pada gambar sa-belah kiri di-muka 35. Bahan chayer dalam tabong-tabong perchubaaan itu ada-lah ayer. Perhatikan-lah bahawa dalam sa-tiap tabong itu terdapat jumlah ayer yang berbedza-bedza.

5. Sa-kira-nya kamu mempunyai sa-buah alat musik kecil dari jenis apa juga bawa-lah ka-sekolah untok di-perlihatkan ka-pada teman-teman sa-kelas-mu. Chuba-lah chari apa-kah yang bergetar dalam alat musik itu apabila kamu memainkan-nya.

6. Ambil-lah beberapa tali getah dan sa-buah kotak kayu kecil yang tidak bertutup. Bacha-lah kembali perenggan terakhir di-muka 17. Gunakan-lah kotak kayu dan tali-tali getah itu untok memperlihatkan bahawa ayat terakhir dari perenggan itu ada-lah benar.

7. Buat-lah sa-buah talipon tin.

8. Sambong-lah sa-buah betri dengan sa-buah alat pemichit dan sa-buah locheng letrik. Gambar sa-belah kanan di-muka 35 memperlihatkan kamu bagaimana chara-nya. Tekan-lah pesawat penekan itu. Perhatikan-lah alat pemukul locheng itu bergerak ka-sana ka-mari. Sentoh-lah gong locheng itu. Dapat-kah kamu merasakan getaran-nya?

9. Ambil-lah sa-buah paip tembaga yang panjang. Taroh-lah salah satu hujung paip itu dekat telinga kamu. Suroh-lah sa-saorang memegang sa-buah jam tangan dekat hujung paip itu. Perhatikan-lah bagaimana nyaring-nya kamu dapat mendengar bunyi detek jam itu.

Bunyi

