

\$1 - 50¢

SERI PELAJARAN DASAR SAINS



# CHAHAYA

Oleh: BERTHA MORRIS PARKER  
PERGURUAN LABORATORIUM — UNIVERSITY CHICAGO

*Di-semak kebenaran ilmiah-nya oleh*  
CLIFFORD HOLLEY  
*Assistant Professor of Natural Sciences, University of Chicago*

*Di-terjemahkan oleh*  
K. NURDIN

楊杏嶺珍藏  
Koleksi Puan Puan Yee

~~H. HASIM~~  
~~PENJAJAR BUKU SEKOLAH~~  
~~101 ABAB STREET~~  
~~SINGAPORE 7~~

**PENERBITAN PUSTAKA ANTARA**

KUALA LUMPUR

1963

  
YANG QUEE YEE  
~~101 ABAB STREET~~  
~~SINGAPORE 7~~

Ini adalah terjemahan sah dari buku LIGHT oleh Bertha Morris Parker. Hakcipta, 1959, 1952, 1949, 1941 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 LIGHT by Bertha Morris Parker. Copyright, 1959, 1952, 1949, 1941 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*  
*dalam bahasa kebangsaan oleh*  
**PUSTAKA ANTARA**  
Kuala Lumpur  
*dengan kerjasama*  
**PENERBITAN FRANKLIN**  
Kuala Lumpur — New York

# CHAHAYA

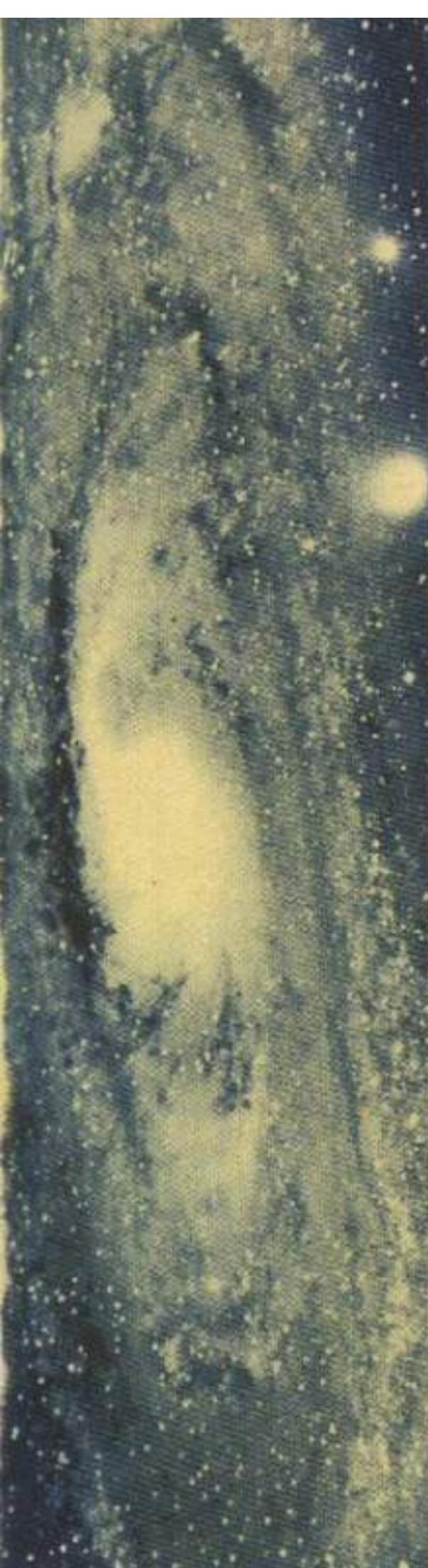
## Menchat Benda-Benda

**U**MPAMAKAN-LAH kamu sedang membaca sa-buah buku. Dan umpamakan pula bahawa kamu dengan sa-konyong-konyong menutup mata. Maseh kamu lihat-kah buku itu? "Tentu tidak", demikian kamu akan berkata. Tetapi dapat-kah kamu mencheritakan apa sebab-nya? Untok menerangkan apa sebab-nya dia tidak dapat melihat sa-buah buku dengan mata tertutup, sa-orang budak mengatakan: "Kalau mata saya tertutup, pandangan saya tidak dapat keluar dari mata saya untok pergi ka-buku itu." Mungkin banyak di-antara kamu yang akan memberikan keterangan yang sa-rupa itu, tetapi keterangan-nya itu tidak benar. Keterangan-nya yang betul ada-lah: kalau kamu menutup mata, kamu tidak dapat melihat buku itu kerana chahaya yang datang daripada buku itu tidak dapat masok ka-dalam mata-mu.

Kamu tidak akan dapat melihat benda apa pun, kechuali kalau chahaya dari benda itu dapat masok ka-dalam mata-mu. Ada di-antara benda-benda yang kamu lihat itu yang mengeluarkan chahaya-nya sendiri. Matahari, bintang-bintang di-langit, lampu letrik yang sedang menyala, sa-ekor kumbang api, atau sa-buah api unggun ada-lah chontoh-chontoh dari benda-benda yang mengeluarkan chahaya sendiri. Benda-benda sa-rupa itu di-namakan yang *bersinar*. Kebanyakan dari benda-benda yang kamu lihat tidak mengeluarkan chahaya sendiri. Benda-benda ini hanya memantulkan atau membiaskan chahaya yang jatuh pada permukaan-nya yang datang dari sinar matahari atau benda-benda lain yang mengeluarkan chahaya. Benda sa-rupa ini tidak bersinar. Kamu melihat-nya kerana chahaya matahari jatuh pada permukaan-nya, dan sa-bahagian dari chahaya matahari itu di-pantulkan atau di-biaskan ka-arrah mata-mu. Chahaya bulan sa-benar-nya ada-lah chahaya matahari yang di-pantulkan.

Kalau kamu dapat melihat muka dari sa-buah buku, muka buku itu menghantarkan ka-mata-mu sa-bahagian dari chahaya yang jatuh pada permukaan-nya, dan dengan begitu kamu dapat melihat-nya. Apabila ta' ada chahaya sadikit pun dalam suatu bilek, maka kamu tidak akan dapat melihat buku yang ada di-dalam-nya walau pun mata-mu terbuka lebar.

Kamu tentu tahu bahawa kamu akan melihat chahaya hali-lintar sa-belum mendengar bunyi guroh yang di-sebabkan oleh



halilintar itu. Guroh itu baharu terdengar sesudah beberapa sa'at dari waktu halilintar itu nampak oleh kamu. Sebab-nya ia-lah kerana cahaya bergerak lebeh chepat daripada suara. Cahaya bergerak dengan kecepatan yang sangat luar-biasa ia-itu 186,000 batu dalam satu sa'at. Suara bergerak jauh lebeh lambat; hanya dengan kecepatan satu per lima batu dalam satu sa'at.

Cahaya bergerak begitu chepat-nya, sehingga waktu yang di-gunakan untok berjalan dari sa-buah muka buku ka-mata kamu sangat singkat sa-kali, jadi sa-olah-olah tidak memakan waktu sadikit pun. Cahaya dari bulan, yang terletak 240,000 batu jauh-nya, dapat tiba di-mata kita dalam masa lebeh sadikit dari satu sa'at.

Berapa jauh-nya kamu dapat melihat? Gambar pada muka ini ada-lah gambar dari sa-kumpulan besar bintang-bintang. Nama-nya ia-lah "Kabut Besar di-Andromeda". Kalau kamu melihat ka-langit pada suatu malam yang cherah, maka kamu akan menampak kumpulan bintang-bintang ini. Rupa-nya ia-lah seperti sa-buah bidang kechil dan berkerut-kerut yang mengeluarkan sinar. Kumpulan bintang-bintang ini begitu jauh letak-nya, sa-hingga cahaya-nya memerlukan masa 2,000,000 tahun untok menchapai bumi kita. Cahaya bergerak melalui jarak 6,000,000,000 dalam satu tahun. Kerana itu, Kabut Besar di-Andromeda terletak di-suatu tempat yang 2,000,000 kali 6,000,000,000,000 batu jauh-nya. Masch ada kumpulan-kumpulan bintang yang lain yang terletak lebeh jauh dari Kabut Besar di-Andromeda itu, tetapi agak-nya tiada sa-orang pun yang dapat menampak dengan mata sahaja benda-benda yang lebeh jauh jarak-nya.

Singapura letak-nya lebeh kurang 500 batu dari Pulau Pinang. Kalau kamu pergi ka-punchak Bukit Bendera, nampak-kah oleh-mu Bandar Raya Singapura itu apabila kamu arahkan pandangan kamu ka-selatan? Sudah terang kamu tidak menampak-nya. Tetapi mengapa tidak, sedang bintang-bintang yang berjuta-juta batu jauh-nya dapat kamu lihat?

Kamu tidak dapat melihat jauh pada permukaan bumi sebab sangat banyak benda-benda yang merintangai perjalanan cahaya. Cahaya itu berjalan mengikuti baris-baris lurus. Ia tidak dapat membelok atau melangkahi gunung, hutan dan gedong-gedong. Hujan, salji, debu dan kabut menyebabkan cahaya itu terpenchar-penchar. Tambahan pula, bundaran bumi merintangai kita untuk melihat benda-benda yang berbatu-batu jauh-nya di atas permukaan-nya. Jadi, bumi sendiri pula menghalangi perjalanan cahaya. Cahaya dari bintang-hintang dapat berjalan dalam jarak yang jauh datang ka-bumi kita kerana melalui angkasa yang kosong.

### Melihat Menembus Benda-Benda

Cahaya dapat menembusi beberapa bahan dengan sempurna, sa-hingga kita dapat melihat melalui-nya. Bahan demikian itu kita namakan *jerneh*. Beberapa jenis kaca ada-lah jerneh. Dan ayer yang berseh ada-lah jerneh. Udara juga jerneh. Alang-kah ganjil-nya dunia kita ini apabila udara tidak jerneh!

Ada beberapa bahan yang dapat di-tembus oleh cahaya, tetapi kita tidak dapat melihat dengan terang melalui-nya. Bahan-bahan demikian kita namakan *kabor*. Chontoh-nya ia-lah kaca yang di-kusamkan. Kertas minyak yang dahulu sering di-gunaan orang sa-bagai ganti kaca bagi tingkap ada-lah kabor, bukan jerneh.

Ada bahan-bahan yang ta' dapat di-tembus oleh cahaya sama sa-kali. Bahan sa-macam ini di-namakan *bular*. Kayu, batu, besi, besi waja, papan ada-lah chontoh dari bahan-bahan yang bular. Tetapi suatu bahan yang bular juga boleh menjadi kabor apabila di-jadikan sangat nipis.

Bungkusan<sup>2</sup> Yang di-Bungkus Dengan Kertas Cellophane



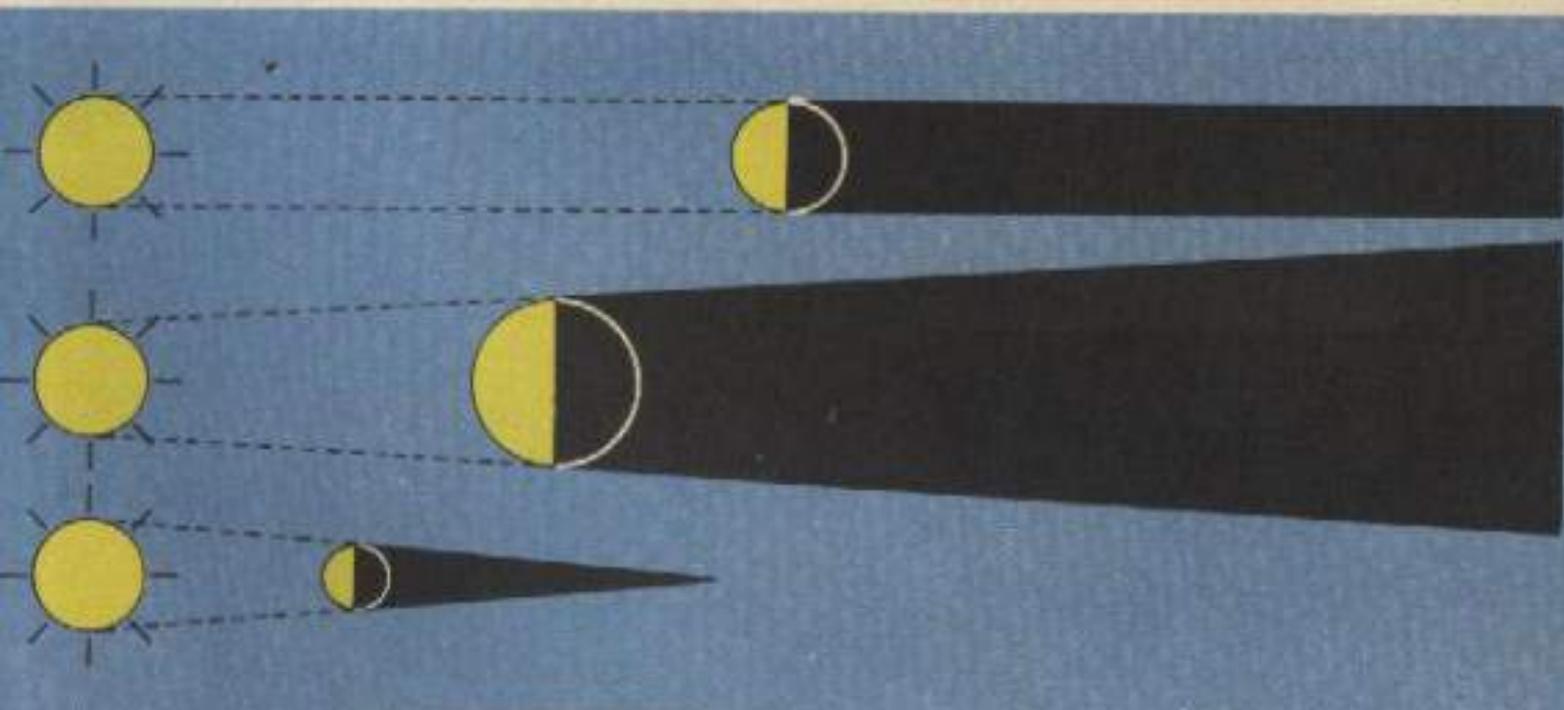
## Bayang-Bayang

Semua benda-benda yang bulat akan menimbulkan bayang-bayang apabila di-sinari oleh cahaya dari satu arah. Boleh jadi kamu sudah mempunyai pengalaman dengan bayang-bayang, dan tentu kamu tahu bahawa kadang-kadang bayang-bayang itu lebeh panjang atau lebeh pendek, lebeh gemok atau lebeh kurus daripada benda yang menimbulkan-nya. Rajah-rajah pada muka ini dan pada muka 7 dapat membantu kamu untuk mengenal sebab-sebab dari perubahan bentuk dan besar dari bayang-bayang.

Pada zaman dahulu orang menentukan waktu dengan melihat kapada bayang-bayang. Mereka menggunakan chakra-chakra matahari. Pada beberapa chakra matahari waktu di-tentukan oleh tempat dari bayang-bayang itu. Pada zaman sekarang maseh ada di-pakai chakra matahari.

Kerana matahari menyinari bumi kita, maka bumi juga menimbulkan bayang-bayang. Pada waktu-waktu tertentu, bulan berada dalam bayang-bayang bumi. Ketika itu terjadi-lah gerhana bulan. Kadang-kadang bulan melemparkan bayang-bayang-nya ka-atas bumi. Maka kejadian itu kita namakan gerhana matahari. Bayang-bayang dari bulan tidak pernah dapat menutup bumi seluroh-nya. Garis-lintang dari bulan panjang-nya 2,000 batu, tetapi bayang-bayang-nya di-bumi hanya beberapa batu sahaja lebar-nya. Rajah yang mana-kah di-bawah ini yang dapat membantu kamu mengetahui sebab-nya?

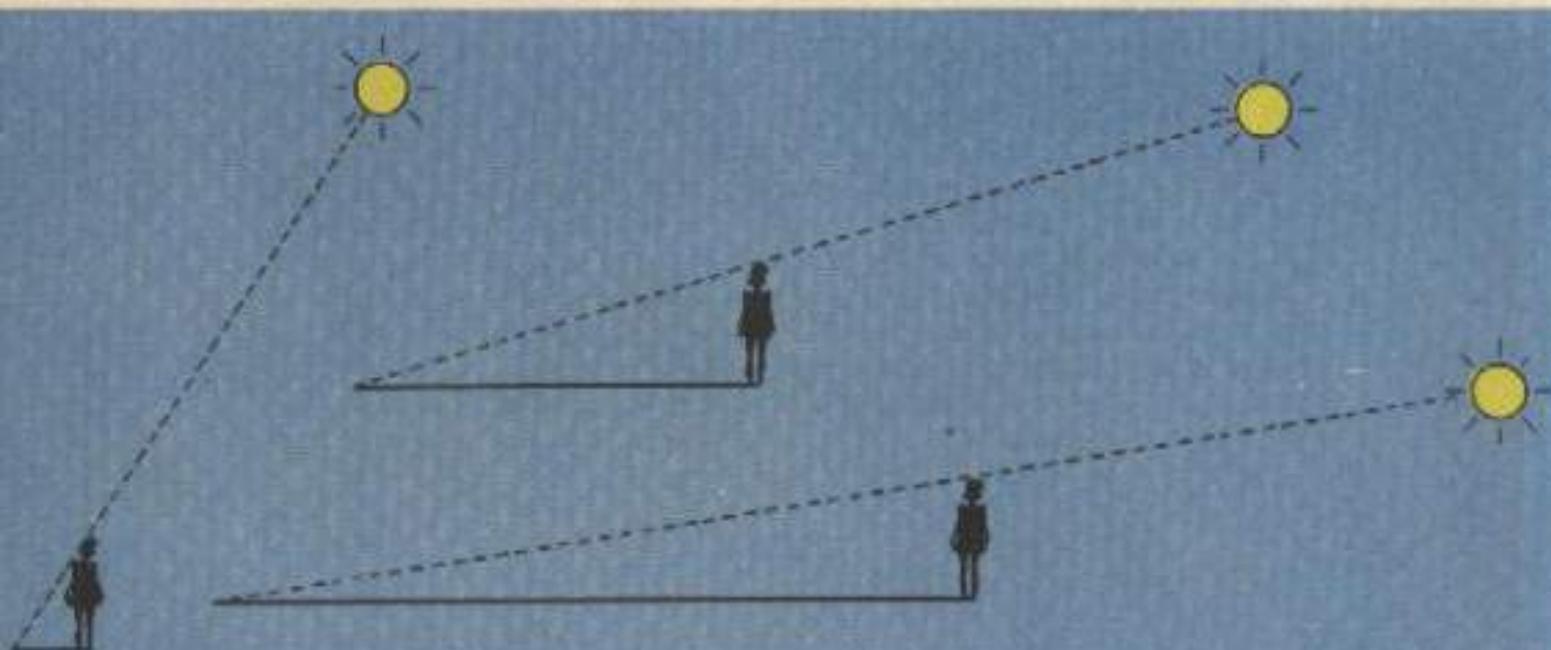
Matahari terbuat dari bahan yang sa-rupa dengan bahan-bahan yang menjadikan bumi. Tetapi matahari tidak pernah mempunyai bayang-bayang. Kerana matahari itu sangat panas, maka dia tidak menimbulkan bayang-bayang melainkan menge-luarkan cahaya.



Kalau tidak ada udara, maka bayang-bayang yang jatuh di bumi akan lebih gelap. Orang yang berada dalam suatu bayang-bayang tidak akan dapat dilihat, kerana tidak ada cahaya yang jatuh di-badan-nya. Tetapi udara, di-bantu oleh debu dan titek-titek ayer yang halus di-dalam-nya, memenchar-mencharkan cahaya sa-hingga tidak seluroh-nya cahaya itu berada di-luar bayang-bayang. Sa-kira-nya kamu berdiri membelakang matahari ketika hari terang dan menjatuhkan saputangan dalam bayang-bayang kamu, maka kamu akan menampak saputangan kamu itu dengan terang. Masih ada cahaya yang jatuh pada-nya.

### Pemantulan Cahaya

Umpamakan-lah kamu sedang menempoh sa-buah jalan dengan motokar kamu di-waktu malam. Ketika itu bulan bercahaya terang benderang. Kamu berhenti di-sabuah persimpangan jalan lalu melihat tanda yang menunjukkan arah yang mesti kamu jalani. Nah, sekarang umpamakan kerana di-sebabkan oleh suatu kejadian sakti, tiba-tiba semua pemantulan cahaya hilang lenyap. Jalan-jalan jadi tidak nampak. Pagar di-tepi jalan pun hilang. Bulan telah hapus. Bintang-bintang bersinar berkilau-kilau, tetapi tidak cukup terang untuk menampakkan apa-apa yang ada di-keiling kamu. Sa-buah motokar lain berhenti di-persimpangan jalan itu dan menghadap kapada kamu. Kamu dapat melihat lampu-nya yang bercahaya terang itu, tetapi ta' menampak badan motokar itu. Dengan meraba-raba kamu keluaran lampu suloh-mu. Sa-telah kamu hidupkan, terbukti bahawa cahaya-nya tidak kurang dari yang biasa. Kemudian cahaya lampu suloh-mu itu kamu tujukan ka-tanda jalan tadi. Tetapi walaupun kamu hantarkan lampu suloh dekat sa-kali kapada tanda





#### Pemantulan Dalam Ayer

jalan itu, namun kamu tidak akan dapat menampak-nya. Sa-olah-olah tanda itu tidak ada sama sa-kali di-tempat itu. Sa-lama tidak ada pemantulan chahaya, jangan kamu berani meneruskan men-jalankan motokar kamu.

Boleh jadi kejadian yang di-khayalkan ini dapat menolong kamu untok mengerti bahawa pemantulan chahaya itu ada-lah sangat mustahak. Kalau pemantulan chahaya itu tidak ada, maka benda apa pun tidak akan nampak kechuali benda-benda yang mengeluarkan chahaya sendiri.

Beberapa permukaan dari benda dapat menghasilkan pe-mantulan chahaya lebeh baik daripada permukaan-permukaan ben-da lain-lain-nya. Jalan raya dari semen yang puteh akan mem-balekkan chahaya dari lampu motokar kamu lebeh terang dari-pada chahaya yang di-balekkan oleh rumput-rumput yang tumbuh di-tepi jalan. Kertas puteh dari muka ini memantulkan chahaya lebeh terang daripada bahagian-bahagian-nya yang di-chetak hitam. Sa-buah cherek perak yang berkilat memantulkan chahaya lebeh terang daripada cherek yang belum di-kilatkan. Boleh jadi kamu juga pernah melihat tanda-tanda jalan yang bila di-sinari oleh chahaya lampu motokar kamu, memantulkan chahaya itu dengan sempurna sa-hingga nampak-nya tanda-tanda jalan itu mengeluar-kan chahaya sendiri.

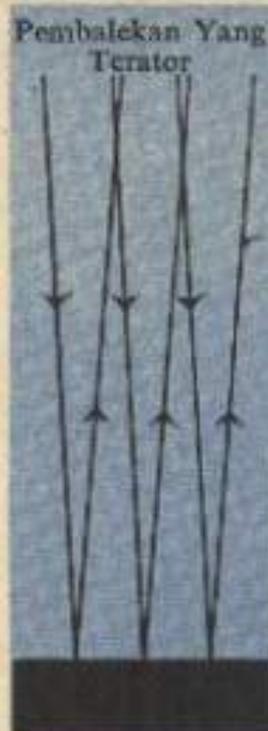
Permukaan dari beberapa benda memantulkan cahaya demikian terang-nya sa-hingga menjadi sa-olah-olah sa-buah cermin. Pada 'am-nya cermin di-buat dari kaca yang jernih, tetapi kadang-kadang juga boleh di-gunakan bahan-bahan yang lain.

Pernah-kah kamu melihat pemandangan melalui kaca jendela kereta api? Pada malam hari sangat susah untuk dapat melihat melalui kaca motor. Pada siang hari ada-lah mudah sa-kali. Pada siang hari ada cahaya yang di-pantulkan oleh badan kamu dan benda-benda di-keliling kamu dan jatuh di-permukaan kaca jendela kereta api. Kemudian cahaya ini di-pantulkan ka-mata kamu. Tetapi cahaya yang datang daripada benda-benda yang ada di-luar jendela ada-lah jauh lebeh kuat sa-hingga pemantulan cahaya dari badan kamu hilang lenyap kerana-nya. Kerana itu kamu tidak melihat bayangan badan-mu pada kaca itu, melainkan hanya pemandangan yang ada di-luar. Tetapi, ketika malam, apabila kereta api kamu sedang berjalan di-kawasan yang gelap, sangat sedikit cahaya yang boleh masuk dari luar melalui jendela itu. Kaca jendela itu telah menjadi sa-buah cermin.

Kertas putih dari muka buku ini dapat memantulkan cahaya dengan sempurna. Tetapi kamu tidak boleh menampak bayangan-mu di-dalam-nya. Walau pun kertas-nya licin, tetapi belum-lah cukup licin sa-bagai cermin. Memang kertas ini memantulkan cahaya, tetapi cahaya itu di-pantulkan terpenchar-penchar ka-berbagai arah. Para sarjana sains menamakan cahaya yang di-balekkan menurut cara ini *menyembor*. Pada permukaan yang dapat berlaku sa-bagai kaca, cahaya tidak lagi di-semborkan, tetapi *di-pantulkan* dengan teratur. Rajah di-sabelah kanan dapat menolong kamu untuk dapat memahami perbedzaan antara *semboran* dan *pembalekan yang teratur*.

Kalau kamu memperhatikan diri kamu di-kaca, cahaya yang jatuh di-kaca yang berasal dari muka kamu akan di-balekkan sa-hingga sa-bahagian-nya dapat menchapai mata-mu. Sa-suatu barang sentiasa nampak-nya berada dalam jurusan cahaya yang di-keluarkan-nya dan masuk ka-dalam mata-mu. Kamu nampak-nya berada di-belakang cermin itu. Kamu sa-olah-olah berada di-belakang cermin itu sama jauh-nya seperti berdiri di-hadapan-nya.

Boleh kita tambahkan pula, bahawa dalam sa-buah cermin kamu tidak menampak sa-bagaimana orang-orang yang kamu lihat





Pemantulan di-Chermin Yang Datar



Pemantulan di-Chermin Yang Melenkong

di-jalan. Kamu nampak-nya terbalek. Mata kanan-mu sa-olah-olah menjadi mata kiri-mu, tangan kanan-mu menjadi tangan kiri, dan langsung bagitu. Sa-kira-nya kamu pernah menchoba mem-bacha surat yang di-hadapkan ka-chermin, maka tulisan dalam surat itu terbalek.

Budak lelaki dalam gambar di-sabelah kiri di-muka ini tidak menampak badan-nya dalam chermin itu. Yang dapat di-lihat-nya hanya bayangan dari gadis itu. Rajah sa-belah kiri pada muka II akan menolong kamu untuk memahami sebab-nya.

Chahaya yang jatuh pada sa-buah chermin ta' ubah-nya saperti sa-buah bola yang di-jatuhkan pada sa-buah permukaan yang lichin. Bila kamu menjatuhkan sa-buah bola getah ka-atas lantai yang lichin dengan lurus, bola itu berbalek sampai ka-tangan kamu. Tetapi bila kamu menjatuhkan-nya dengan serong, bola itu tidak akan kembali ka-tangan kamu. Dia akan mem-balek ka-arrah yang lain.

Mungkin kamu sudah belajar mengukor sa-buah sudut. Kalau sudah, maka kamu akan faham dengan apa yang di-maksudkan oleh para sarjana sains bila mereka mengatakan bahawa *sudut chahaya yang mengenai permukaan sama besar dengan sudut pemantulan-nya*.

Sekarang kamu faham mengapa budak lelaki itu dapat melihat gadis itu dalam chermin itu. Chahaya yang datang dari

badan gadis itu di-pantulkan, bukan kembali kapada-nya, tetapi kapada budak lelaki itu. Bagitu pula cahaya dari budak lelaki itu yang di-balekkan oleh cermin ka-arah gadis itu.

Pemantulan cahaya akan sangat membingungkan apabila ada banyak cermin. Barangkali kamu sudah pernah mencoba mencari jalan di-antara berpuh-puluh cermin, dan sering berlanggar dengan dinding kerana-nya. Sa-orang tukang silap mata achap kali menggunakan cermin ketika menunjokkan permainan-nya yang sangat mengagumkan.

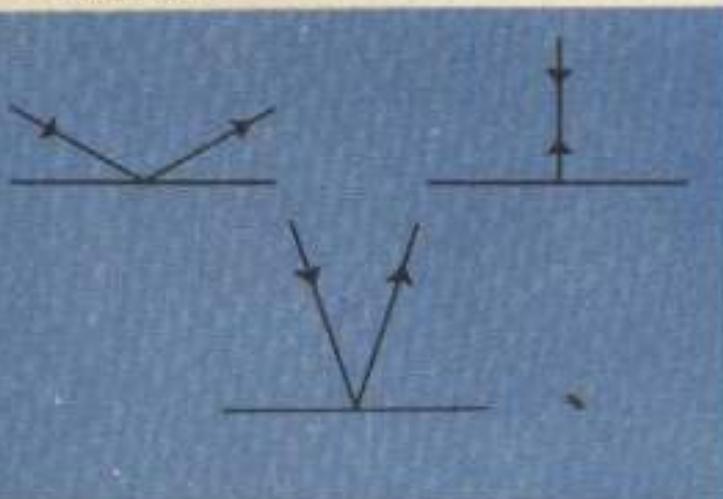
Cermin yang berleengkong-leengkong memantulkan cahaya sa-hingga mengubah bentuk dan besar-nya dari barang-barang yang nampak di-dalam-nya. Ada cermin berleengkong yang memperbesar ukuran benda itu. Ada pula yang memperkecil-nya. Ada pula cermin berleengkong yang memperpanjang atau mempersempit sa-suatu benda seperti yang dapat kamu lihat pada gambar sa-belah kanan di-muka 10. Ada pula yang memperpendek atau memperlebar-nya. Ada pula cermin berleengkong yang menunggang-balekkan benda-benda yang terbayang di-dalam-nya. Chobalah lihat bayangan kamu pada punggung atau perut dari sa-buah sendok perak yang berkilat. Maka kamu akan mengerti mengapa bayangan yang terdapat pada cermin berleengkong sangat berlainan dengan bayangan pada cermin yang datar atau tidak berleengkong.

## Bias

Sa-orang bangsa Indian yang berdiri di-tepi sa-buah sungai sedang mencoba hendak menembak ikan di-dalam-nya. Ikan itu tidak akan kena apabila ia membidek-nya di-tempat ikan itu berada. Sa-patut-nya ia mesti membidek ka-arah yang lebeh dalam di-ayer itu. Untok memahami perkara, hendaklah terlebeh dahulu kamu mengenal *bias* dari cahaya.

Bias cahaya ia-lah sinar dari cahaya yang patah ketika berjalan melalui suatu permukaan dari sa-buah benda jernih ka-benda jernih yang lain dengan chara serong. Orang Indian itu menampak ikan itu kerana pemantulan cahaya daripada ikan itu

Pemantulan



Bias





masuk ka-dalam mata-nya. Sa-belum masuk ka-dalam mata-nya, sinar dari cahaya itu mesti melalui dua buah benda yang jernih—ayer dan udara. Sinar-sinar itu menchapai mata orang Indian itu ketika ia berdiri di-atas tepi sungai, dengan menempoh jalan yang serong. Ketika sinar itu meninggalkan ayer, ia patah, seperti nampak pada rajah sa-belah kanan di-muka 11. Sinar-sinar itu patah, demikian pendapat sarjana-sarjana sains, kerana mereka bergerak dengan yang berbedza dalam ayer dan udara. Mata orang Indian itu tidak menyedari pematihan perjalanan cahaya itu. Ikan itu di-lihat-nya dalam arah sa-bagaimana yang di-tentukan oleh pemantulan cahaya yang masuk ka-dalam mata-nya. Ikan itu nampak-nya berada di-tempat yang lebeh tinggi daripada tempat yang sa-benar-nya di-dalam ayer.

Tentu-lah tidak semua orang pernah menchoba menombak ikan, tetapi hampir sa-tiap orang mempunyai pengalaman dengan bias. Perhatikan gambar pada muka ini: sendok yang berdiri dalam gelas itu nampak-nya patah pada permukaan ayer yang ada di-dalam-nya. Juga tangkai-nya yang di-dalam ayer nampak-nya lebeh besar daripada yang di-luar ayer. Pematihan dan pembesaran dari sendok yang dalam ayer itu di-sebabkan oleh bias cahaya. Orang-orang yang memakai chermin mata dapat melihat dengan sempurna kerana ada bias cahaya melalui kaca dari chermin mata-nya.

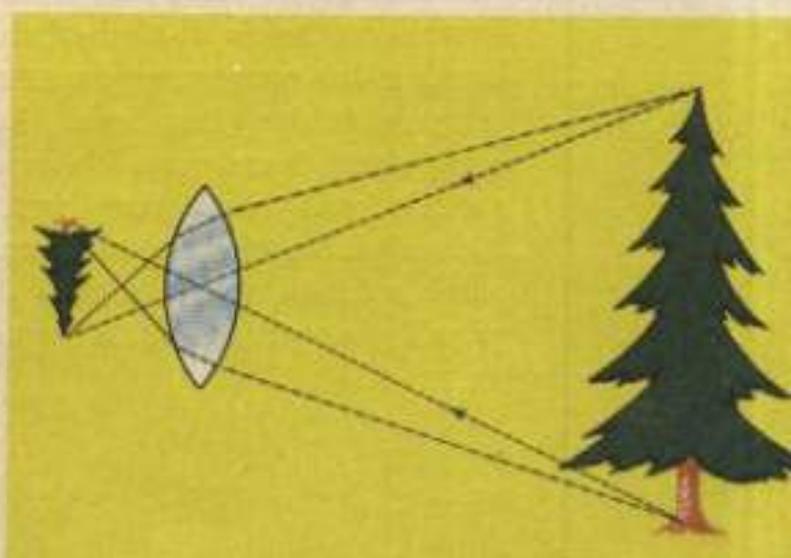
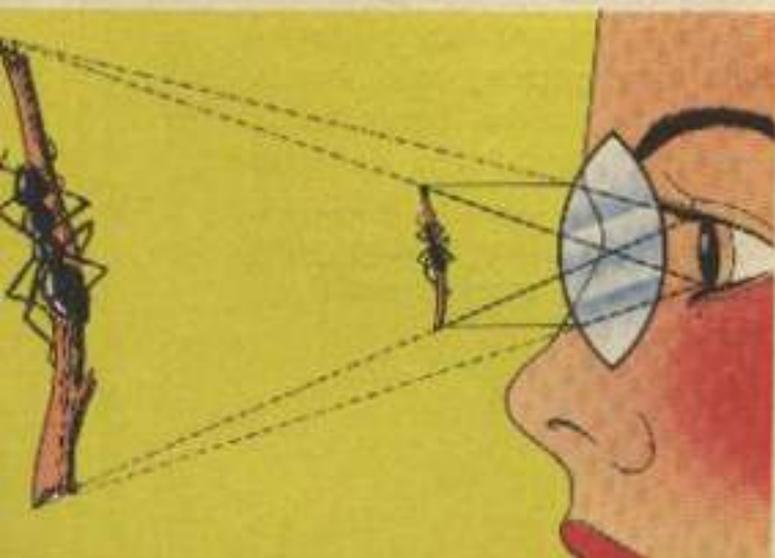
Chermin mata di-buat dari sa-pasang lensa. Lensa ada-lah kaca berlengkong. Kerana permukaan lensa itu berlengkong,

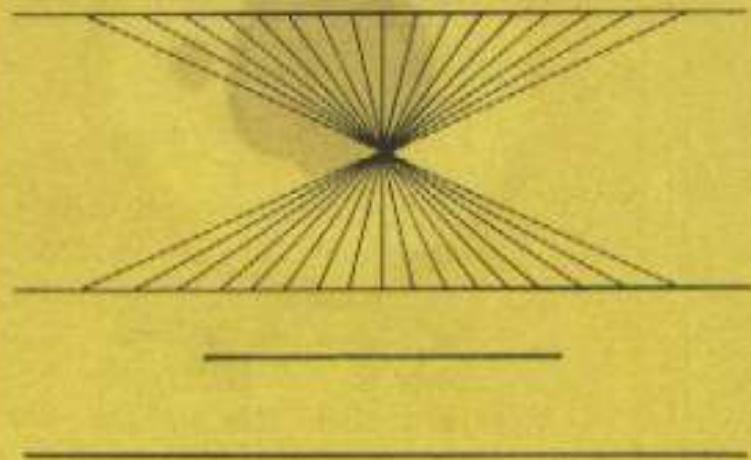
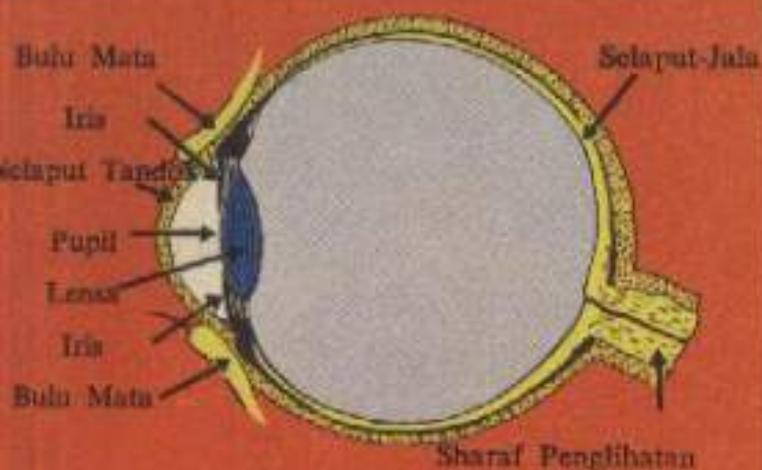
maka sinar cahaya yang melalui-nya membias sa-hingga orang dapat melihat dengan lebeh terang.

Kacha untok membacha saperti dalam gambar pada muka 12 ada-lah sa-buah lensa. Kalau kamu belah dua lensa ini, maka bentok bahagian yang di-potong itu ia-lah: . Lensa saperti ini mematahkan sinar cahaya yang melalui-nya ka-arrah bahagian-nya yang tebal. Lensa itu membesarkan apa-apa yang kamu lihat melalui-nya. Rajah sa-belah kiri pada muka ini dapat menolong kamu untok memahami perkara itu.

Walau pun kacha untok membacha ada-lah sa-buah kacha-pembesar, kacha ini juga boleh di-gunakan untok menyorotkan gambar yang kechil di-dinding daripada sa-buah benda yang besar. Mithal-nya, kalau kamu berdiri di-tengah sa-buah bilek berhadapan dengan jendela, maka dengan sa-buah lensa kamu akan dapat menyorotkan gambar kechil dari jendela itu di-dinding. Perhatikan bahawa gambar kechil di-dinding itu tunggang-balek. Untok mendapat gambar yang terang, lensa itu mesti di-angSOR lebeh dekat atau lebeh jauh daripada dinding. Memindahkan tempat lensa supaya gambar yang di-sorotkan-nya menjadi terang di-namakan *fokesan* lensa itu.

Lensa itu berbagai-bagai bentok dan ukuran-nya. Kacha untok membacha ia-lah sa-buah lensa yang *konveks*. Ada pula lensa yang *konkaf*. Lensa yang konkaf, kalau di-belah dua, akan berbentok saperti ini:  Sinar cahaya yang melalui-nya di-patahkan ka-arrah tepi lense itu. Lensa saperti itu dipakai untok memperkechil benda-benda. Ada lensa yang melengkong hanya pada satu permukaan sahaja. Ada pula yang sangat tebal lengkong-nya dan ada pula yang nipis sahaja. Makin tebal lengkong lensa itu makin besar patah cahaya yang melalui-nya. Dalam buku ini langsung kamu akan mengetabui bahawa lensa sangat mustahak bagi melihat benda-benda dengan lebeh terang.





## Mata Kita

Rajah pada muka ini menunjukkan bahagian-bahagian dari mata manusia. Perhatikan bahawa dalam mata ada sa-buah *lensa*. Tentu-lah lensa itu tidak di-buat dari kaca, melainkan dari urat-urat yang jerneh. *Pupil* ada-lah lobang yang di-lalui cahaya ketika memasoki mata. Lobang ini dapat di-perbesar atau di-perkecil dengan sa-buah layar yang di-namakan *iris*. Iris inilah yang menentukan warna dari mata kita. Kalau cahaya terlampau terang, iris akan menutup sa-bahagian dari pupil supaya cahaya yang masuk ke-dalam mata dapat di-hadkan. Cahaya yang terlalu kuat dapat menyilaukan mata. Kalau cahaya hanya sedikit, maka iris akan membesarkan lobang anak-mata.

*Selaput tandok (cornea)* melindungi bahagian-bahagian mata yang lain. Seluruh biji mata kita di-isi dengan suatu zat chayer yang jerneh. Di-bahagian belakang biji mata itu terdapat *selaput-jala (retina)*. Selaput jala ini terdiri dari urat-urat saraf yang halus yang bergabung menjadi *sharaf-penglihatan (optic nerve)*. Selaput jala ia-lah layar tempat kamu menampak apa-apa yang kamu lihat. Kalau ada suatu bayangan jatuh pada selaput-jala itu, maka saraf-penglihatan akan memberitahukan hal itu kepada otak kamu, dan segera kamu dapat melihat.

Lensa dari mata kita lebih baik daripada lensa dari kaca: bentuk-nya boleh di-ubah-ubah. Sa-saorang yang bermata sempurna ia-lah orang yang dapat melihat dengan terang benda-benda yang dekat dan yang jauh. Kerana, untuk melihat benda-benda yang dekat lensa mata itu mesti mengubah bentuk-nya daripada melihat benda-benda yang jauh. Kelasa-kelasa halus yang bekerja mengubah bentuk lensa mata itu. Mata kita memang sa-suatu yang rumit selok-belok-nya seperti sa-buah kamera, tetapi kamu tidak payah mempelajari chara pemakaiannya.

Kadang-kadang walau pun mata ini sempurna, belum tentu ia akan menghasilkan gambar yang sa-benar-nya. Sering ada terjadi *penglihatan-waham*. Rajah sa-belah kanan pada muka 14 menunjukkan dua buah contoh-nya. Pasangan baris melintang yang di-atas sa-sungguh-nya sa-jajar, sungguh pun nampak-nya melengkong di-tengah-tengah. Baris sa-belah atas dari pasangan yang di-bawah, sa-sungguh-nya hanya sa-tengah dari baris yang di-bawah, tetapi nampak-nya lebeh panjang dari sa-tengah. Penglihatan waham memang sangat menarek hati, tetapi tidak begitu mustahak.

### Alat-alat Pembantu Penglihatan

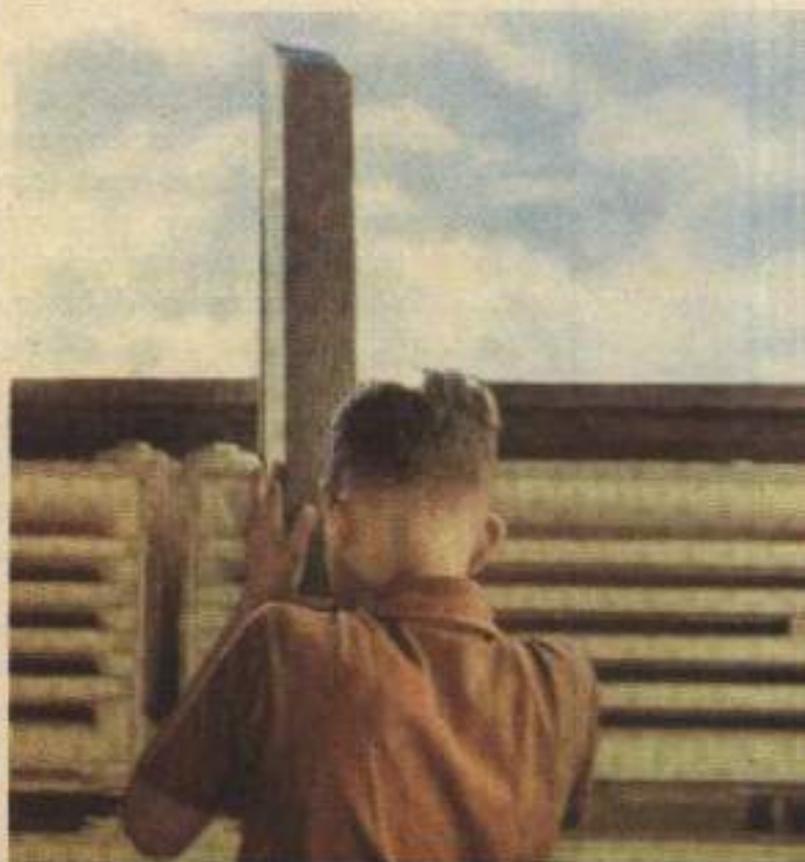
Kalau lensa tidak dapat di-rekakan, maka hanya sedikit sahaja yang dapat kita ketahui berkenaan dengan bumi kita. Banyak sa-kali benda-benda halus yang tidak dapat di-lihat dengan mata kita. Mithal-nya, beratus-ratus jenis kuman penyakit ada-lah sangat halus untok hanya di-lihat dengan mata. Bintang-bintang di-langit ada berjuta-juta jumlah-nya, tetapi hanya 10,000 sahaja yang dapat di-lihat dengan mata kita.

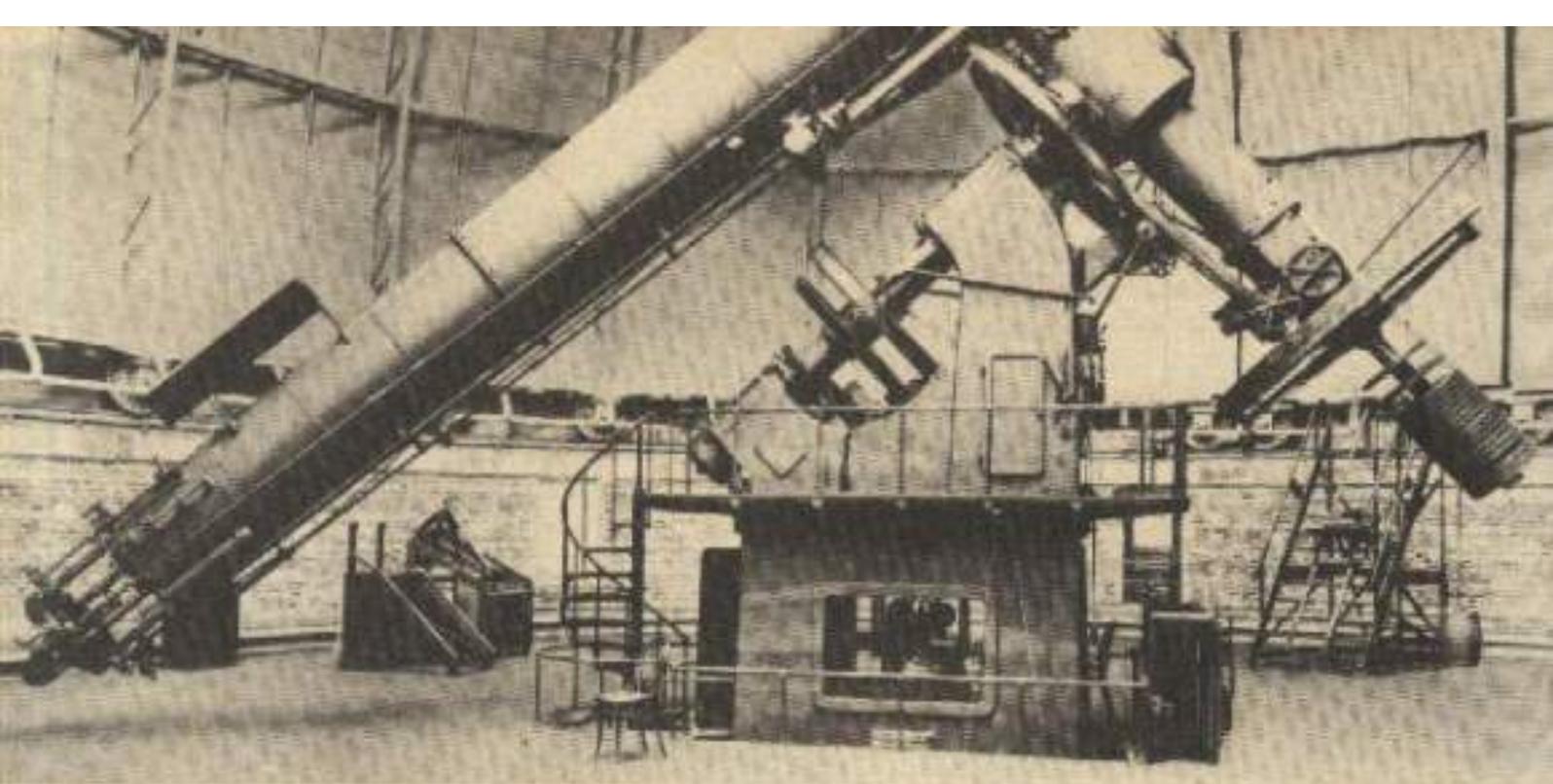
*Mikroskop* (microscope) ada-lah salah satu alat pembantu penglihatan. Banyak perkara-perkara baharu dan luar biasa yang

Menggunakan Peneropong Tuma



Menggunakan Periskop Yang di-Buat Send





yang di-ketahui kerana-nya. Perkataan "mikroskop" datang dari bahasa Yunani berma'ana "kecil" dan "melihat". Jadi mikroskop ma'ana-nya ia-lah melihat benda-benda yang kecil.

Salah satu gambar pada muka 15 menunjukkan sa-buah *mikroskop berkumpul* (compound microscope). Dia mempunyai empat kumpulan lensa. Satu di-antara-nya ia-lah *lensa bahagian mata* (eye piece) terletak di-puncak mikroskop itu. Kumpulan lensa yang tiga lain-nya ia-lah *lensa bahagian benda* (objective). Hanya satu lensa bahagian benda yang dapat digunakan ketika memakai mikroskop itu. Jadi, waktu menggunakan-nya, kamu memakai dua kumpulan lensa. Lensa-lensa ini memperbesar benda-benda halus yang di-lihat dengan mikroskop itu.

Kalau hendak menggunakan mikroskop, terlebih dahulu kamu letakkan benda halus yang akan kamu lihat itu di-atas sa-keping kaca yang berseh jernih dan nipis. Di-tengah pentas mikroskop itu ada sa-buah lobang kecil untuk melakukan cahaya dari bawah bagi menerangkan benda yang akan di-lihat. Sudah terang kaca yang nipis itu mesti di-letakkan di-atas lobang itu. Sa-buah cermin di-bawah pentas itu hendak-lah di-ator letak-nya demikian rupa sa-hingga cahaya tepat lalu di-lobang itu.

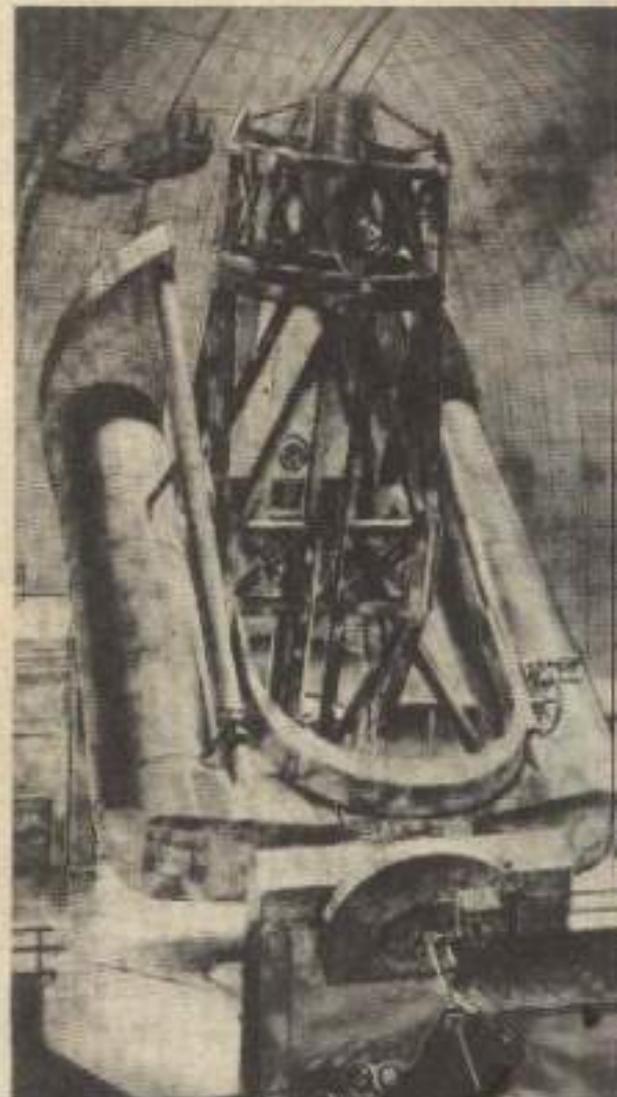
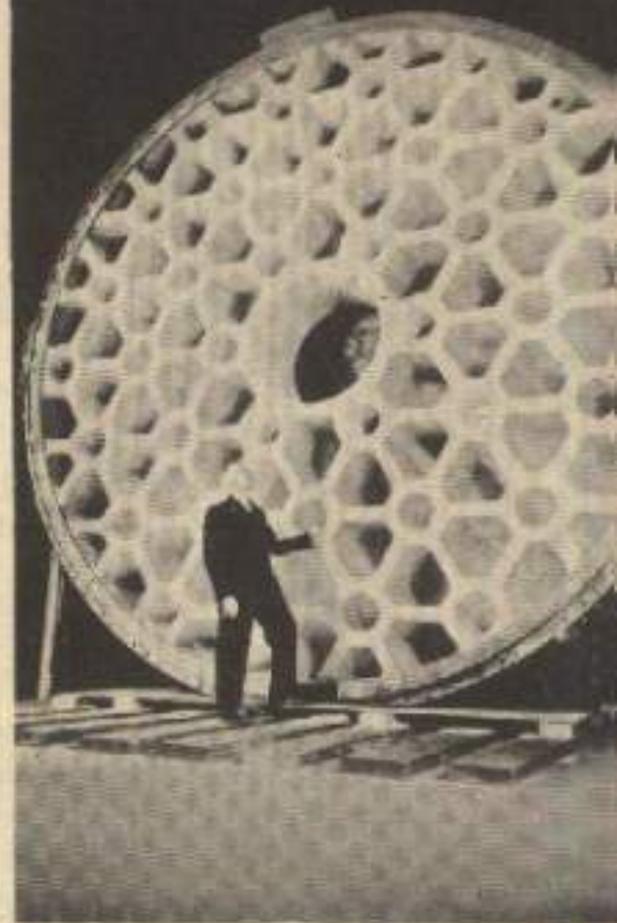
Supaya benda halus yang di-atas pentas itu dapat kamu lihat dengan terang, ada roda-roda pada teropong itu yang mesti kamu putar untuk menaikkan atau menurunkan kumpulan-kumpulan lensa-nya. Teropong itu mesti-lah di-fokes terlebih dahulu.

Kalau kamu melihat muka ini dengan teropong tuma, apa pun tidak akan nampak. Ker-  
tas seperti ini susah di-tembus oleh cahaya. Tetapi, batu pun boleh di-sayat nipis sa-kali sa-  
hingga dapat di-kaji dengan teropong tuma. Dengan mengkaji batu bara yang sangat nipis,  
para sarjana sains mengetahui bahan-bahan yang menjadikan batu bara itu.

*Teleskop* (telescope) ada-lah juga alat pembantu penglihatan yang penting. Kata "teleskop" berasal dari dua buah perkataan Yunani yang berma'ana "jauh" dan "melihat". Jadi, teleskop berma'ana melihat benda-benda yang terletak jauh.

Ada dua jenis teropong jauh, ia-itu *teleskop membias* dan *teleskop memantul*. Dengan teleskop membias, kamu dapat melihat benda-benda yang sangat jauh. Lensa yang terbesar di-dunia di-gunakan dalam teropong jauh dari jenis ini sa-bagaimana di-tunjokkan dalam gambar di-muka 16. Tebal lensa ini ada 40".

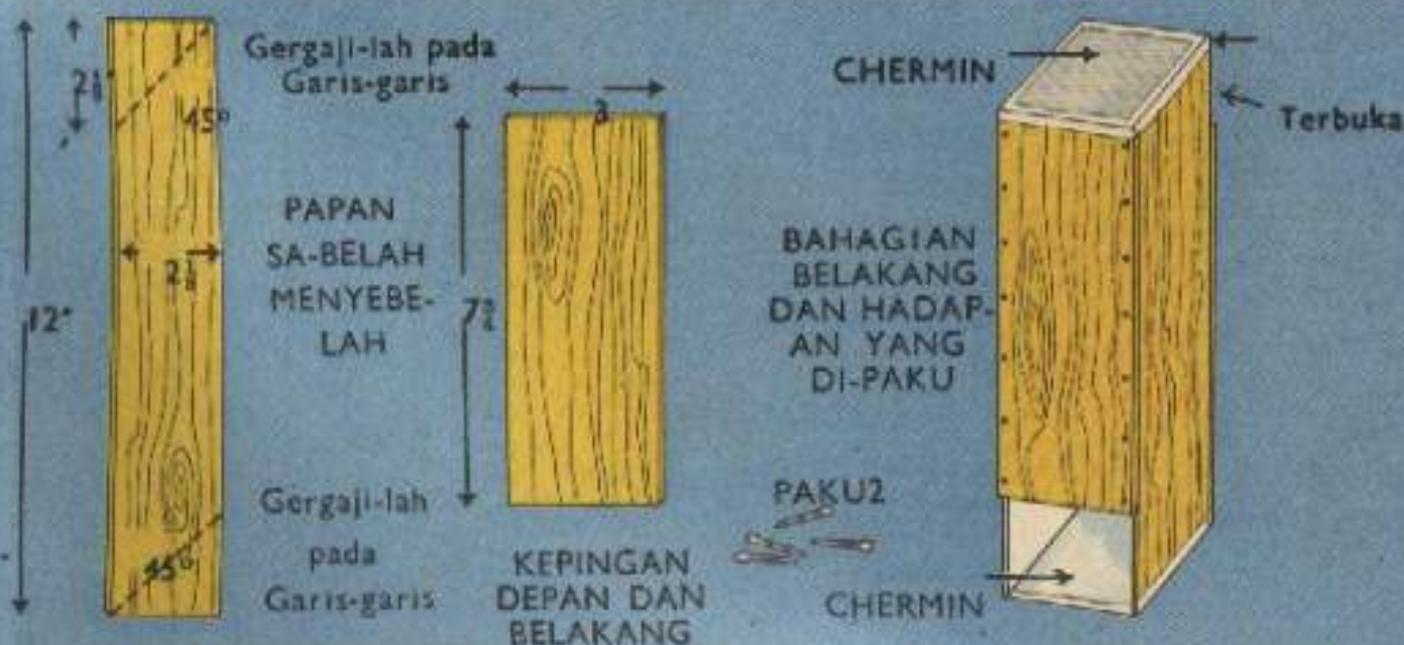
Dalam teleskop memantul di-pasang chermin-chermin yang melengkong untok melihat benda-benda yang jauh. Salah satu gambar di-muka ini menunjokkan bahagian belakang dari sa-buah benda yang terbesar yang pernah di-buat dari sa-bungkah kaca. Ini ada-lah chermin dari teleskop memantul Hale dan Observatory Bukit Palomar di-California. Bahagian belakang dari chermin itu berbentuk sa-perti sarang lebeh supaya berat-nya dapat di-kurangkan. Bahagian-nya yang satu lagi lichin dan konkaf. Sa-belum di-masokkan ka-dalam teleskop itu, chermin ini di-beri lapisan aluim-  
nium untok dapat memantulkan cahaya



dengan sempurna. Chermin yang besar ini mempunyai garis lintang 200 inchi. Gambar telesekop Hale dapat di-lihat pada muka 17.

Teropong biasa, teropong opera, dan periskop, ada-lah alat-alat pembantu penglihatan yang lain-nya. Teropong biasa dan teropong opera juga memakai lensa di-dalam-nya. Kadang-kadang ada pula yang memakai prisma yang berbentuk hampir serupa dengan yang dapat di-lihat pada muka 25. Prisma membiasakan cahaya. Dengan sa-buah periskop, orang dapat melihat benda-benda yang di-balek pagar atau di-belakang sudut rumah. Kapal selam mempunyai periskop supaya dapat di-lihat apa yang ada di-permukaan laut. Periskop yang sederhana di-buat dengan menggunakan chermin-chermin yang biasa sahaja. Periskop yang lebeh baik menggunakan lensa serta prisma-prisma.

Alat pembantu penglihatan yang banyak di-pakai orang ramai ia-lah chermin mata. Kadang-kadang otot mata tidak chukup kuat untok mengubah bentuk lensa mata, sa-hingga ada orang yang tidak dapat melihat dekat dengan terang, tetapi melihat jauh dengan jelas sa-kali. Orang yang berpenglihatan saperti ini dinamakan "berpenglihatan jauh". Orang yang "berpenglihatan dekat" hanya dapat melihat dengan terang benda-benda yang ada di-dekat-nya. Chermin mata dapat membaiki "penglihatan jauh" dan "penglihatan dekat." Dengan pertolongan lensa, setaput-jata mata kita dapat menerima gambar yang lebeh terang. Tentu sa-haja, "penglihatan jauh" dan "penglihatan dekat" hanya dua buah chontoh dari beragam-ragam penyakit mata. Chermin mata dapat membetulkan sa-bahagian besar dari penyakit-penyakit mata.



## Periskop Yang Di-buat Sendiri

Budak lelaki di-gambar sa-belah kanan di-muka 15 sedang memakai sa-buah periskop yang di-buat-nya sendiri. Walau pun tingkap itu lebih tinggi daripada kepala-nya, dengan memakai sa-buah periskop dia dapat melihat kejadian di-luar tingkap itu. Untuk membuat periskop yang sederhana seperti yang di-pakai oleh budak itu, kamu memerlukan bahan-bahan:

Dua buah cermin (tidak berbingkai) 3 inchi persegi.

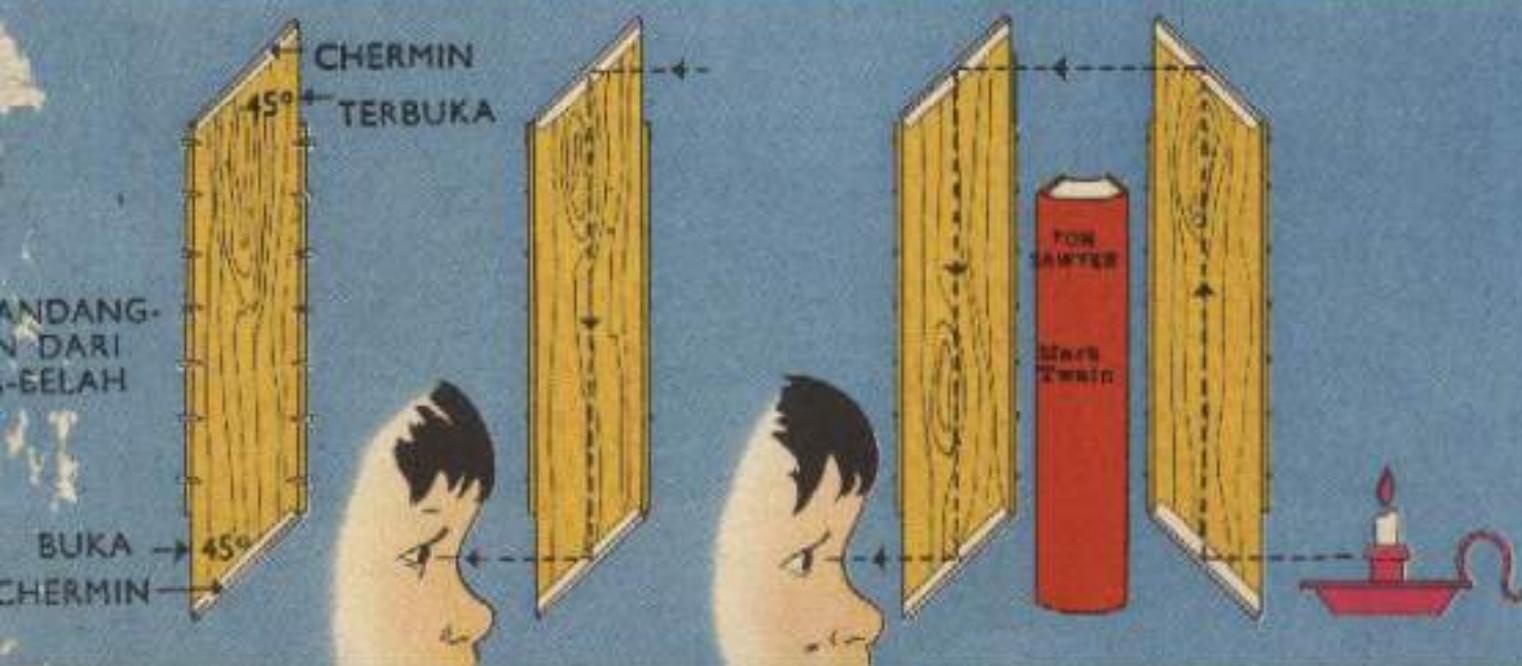
Empat keping kayu nipis berukuran menurut rajah-rajah di-bawah ini.

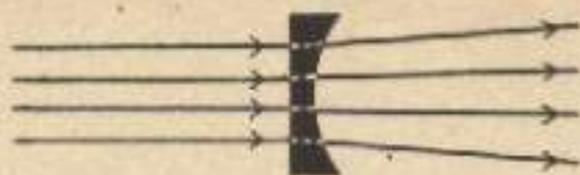
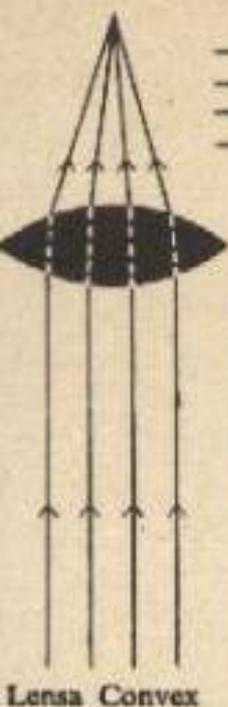
Paku-paku kecil untuk memakukan papan-papan itu.

Pita perekat untuk melekatkan cermin-cermin pada tempat-nya.

Rahasia dari membuat sa-buah periskop ia-lah penempatan cermin-cermin-nya pada segi yang tepat. Cermin-cermin itu mesti di-ator supaya cahaya yang jatuh pada cermin yang pertama akan di-hantar langsung ka-cermin di-hujung periskop itu, dan kemudian keluar melalui lobang-nya masuk ka-dalam mata. Kalau segi penempatan cermin yang sa-belah atas tidak betul, maka cahaya akan jatuh pada dinding-dinding dari periskop itu. Begitu pula apabila cermin yang di-bawah tidak betul letak-nya, maka cahaya itu tidak dapat di-hantar keluar melalui lobang tempat melihat dengan mata.

Kamu tidak payah mengukur segi penempatan cermin-cermin itu dengan teliti. Sa-telah kamu memaku keempat keping papan seperti yang di-rajahkan pada muka 18, cermin itu dengan sendiri-nya akan betul letak-nya. Cermin-cermin terletak se-rong dan sa-jajar. Cahaya akan bergerak sa-bagai yang di-





Lensa Concave

Lensa Convex

tunjukkan dalam rajah yang di-tengah pada muka 19. Kerana kamu sudah mempelajari pemantulan cahaya, dapat-kah sekarang kamu membuktikan apa sebab-nya cahaya itu bergerak demikian?

Periskop sa-bagai yang di-buat menurut rajah itu dapat di-ubah besar-nya sesuai dengan kemahuan kita. Pembedah itu boleh enam kaki panjang-nya, kalau kamu suka. Atau kamu buat yang kecil sahaja sa-hingga boleh di-masokkan dalam kocek, dengan menggunakan cermin-cermin yang kecil pula.

Kalau kamu melihat dengan periskop, maka semua-nya nampak sa-olah-olah tepat di-hadapan kamu. Saperti sudah di-terangkan sa-belum-nya, sa-suatu benda nampak berada di-tempat dari mana arah cahaya itu memasoki mata kamu.

Kalau kamu mempunyai dua buah periskop, kamu akan melihat suatu benda sa-bagai yang di-tunjukkan oleh rajah terakhir pada muka 19. Kalau kamu melihat dengan periskop yang ada dekat kamu, maka lilin itu nampak saperti biasa, walaupun ada buku tebal di-antara mata kamu dan lilin itu.

### Periksa-lah Sendiri

1. Letakkan sa-keping kaca yang bersih di-atas sa-helai kertas putih. Choba lihat wajah-mu di-dalam-nya. Ada-kah itu cermin yang baik? Letakkan pula kaca itu di-atas kertas hitam. Apa-kah sekarang cermin itu menjadi yang lebih baik?

Bila tidak ada atau hanya sedikit cahaya masuk melalui sa-keping kaca, maka ia dapat menjadi cermin yang boleh di-katakan baik. Apabila kaca itu berada di-atas kertas putih, maka cahaya datang melalui kaca itu dari kertas putih tersebut. Bila kaca itu berada di-atas kertas yang gelap, maka hanya sedikit cahaya yang lalu. Dan cahaya yang memantul dari permukaan kaca itu akan menghasilkan gambar yang agak terang.

2. Kumpulkan lensa sa-banyak mungkin yang mempunyai berbagai-bagai lengkungan. Tuliskan sa-buah kata di-atas sa-helai kertas. Lihat-lah kata itu dengan lensa-lensa itu berganti-ganti. Jauhkan atau dekatkan lensa itu pada mata kamu sampai kata itu terang nampak-nya. Dengan lensa yang mana-kah kamu peroleh pembesaran yang terbaik? Ada-kah di-antara lensa-lensa itu yang memperkecil kata itu? Kalau demikian, bagaimana-kah bentuk lensa itu?

3. Buatlah lobang di-tengah-tengah pada enam buah kad yang besar. Nyalakan sa-buah lilin. Berdirikan kad-kad itu dengan jarak satu inchi antara satu dengan yang lain, sa-hingga kamu dapat melihat nyala lilin itu dari lobang kad yang terjauh dari lilin itu. Apa-kah yang di-buktikan oleh perchobaan ini berkenaan dengan perjalanan chahaya?

4. Ambil-lah sa-buah chermin yang empat segi atau bujorsangkar yang tidak berbingkai. Berdirikan chermin itu sa-hingga salah satu dari tepi-nya tepat menyinggong punchak dari tanda-tanda ini:

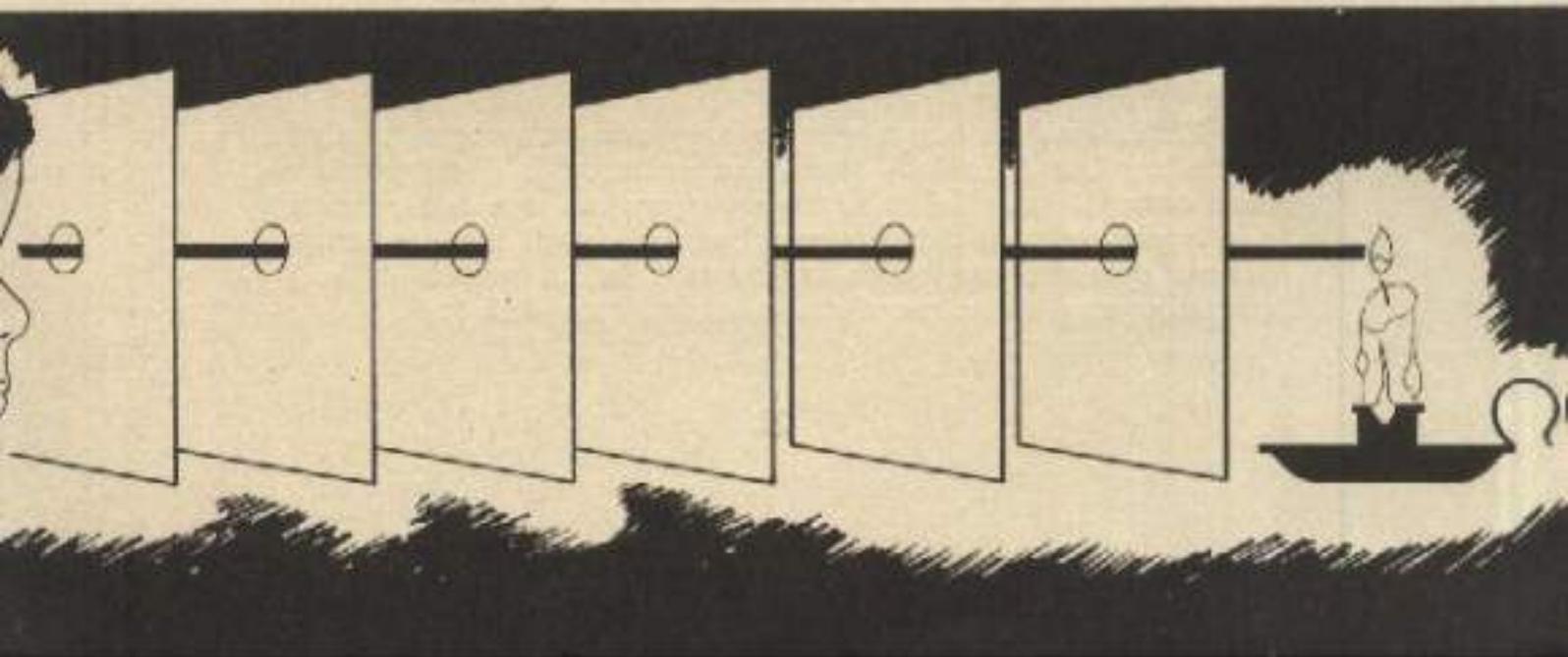
Perkataan apa-kah yang nampak?

Tanda-tanda itu ada-lah huruf-huruf yang di-kerat dua. Chermin akan membayangkan bahagian huruf-huruf itu, dan timbul-lah kata itu dengan lengkap. Hanya huruf-huruf yang sa-rupa bahagian bawah dan bahagian atas-nya yang dapat di-bacha dengan chermin saperti perchobaan ini. Huruf-huruf itu ada-lah B, C, D, E, H, I, K, O dan X.

5. Berdirikan sa-buah chermin di-tengah-tengah meja. Ganjar-lah chermin itu supaya jangan jatuh. Berlutut-lah di-hadapan-nya sa-hingga kamu dapat melihat bayangan-mu dengan terang. Letakkan sa-buah buku di-atas meja di-antara kamu dan chermin itu. Dapat-kah kamu melihat bayangan buku itu?

Pindah-lah berdiri ka-sudut sa-belah kiri dari meja itu. Maseh nampak-kah bayangan-mu di-dalam chermin itu? Pindahkan buku itu ka-sudut sa-belah kanan dari meja itu. Nampak-kah buku itu dalam chermin?

Apabila chahaya jatuh lurus pada chermin, maka chahaya itu di-balekkan melalui jalan yang di-tempoh-nya ketika menchapai permukaan chermin itu. Kalau kamu melihat ka-dalam chermin ketika kamu dan buku itu berada di-hadapan-nya, maka kamu menampak bayangan dari buku dan kamu sendiri. Bila chahaya jatuh serong pada chermin, maka chahaya itu tidak di-balekkan melalui jalan-jalan yang di-tempoh-nya ketika menchapai chermin





itu, melainkan kalau cahaya itu di-balekkan ka-arah yang lain. Oleh sebab itu, bila kamu pindah ka-salah satu sudut dari meja itu, maka hanya cahaya yang datang dari buku yang berdiri di-sudut yang satu lagi itu-lah yang menchapai mata kamu. Kamu akan menampak buku itu, tetapi bukan diri kamu.

6. Ambil-lah dua buah chermin yang empat segi dan tidak berbingkai. Chuchokkan sa-buah peniti di-atas kertas supaya ia dapat berdiri lurus. Tegakkan kedua chermin itu sa-belah-menyebelah dalam satu garis lurus lebeh kurang sa-tengah inchi di-belakang peniti itu. Peniti itu hendak-lah tegak tepat di-hadapan tempat tepi diri kedua chermin itu bersentohan. Kemudian dengan perlahan-lahan kamu tarek tepi sa-belah luar dari chermin-chermin itu ka-arah badan kamu. Berubah-kah jumlah bayangan peniti yang nampak dalam chermin-chermin itu? Apa-kah bayangan sa-rupa terang-nya?



Ketika kamu menarek tepi sa-belah luar dari chermin-chermin itu ka-arah badan kamu, mula-nya kamu akan menampak satu bayangan dari peniti itu pada tiap-tiap chermin. Kemudian, masa kamu dekatkan lagi kedua tepi chermin-chermin itu, maka bayangan peniti pada chermin yang satu akan membayang pula di-chermin yang lain. Kamu akan melihat beberapa bayangan peniti itu. Makin bertambah banyak jumlah bayangan peniti itu, makin berkurang pula terang-nya bayangan itu.

7. Patahkan sa-buah kad di-tengah-tengah-nya, sa-hingga bahagian yang satu terletak di-atas meja dan yang satu lagi tegak lurus. Pada bahagian yang berdiri tuliskan sa-buah kata yang panjang saperti "Trengganu". Hadapkan kata itu ka-arah lain, dan letakkan sa-buah chermin di-hadapan-nya sa-hingga kata itu membayang di-dalam-nya. Dapat-kah kata itu di-bacha dengan mudah?

Putar kad itu sa-mula sa-hingga kata itu berhadapan dengan kamu. Letakkan sa-buah chermin di-antara kamu dan kad itu. Pegang sa-buah chermin lagi yang letak-nya di-belakang kad itu. Pileh-lah tempat bagi chermin yang kedua ini sa-hingga kata itu membayang di-dalam-nya. Dapat-kah kata itu kamu bacha dengan mudah sekarang?

Kalau kata itu hanya membayang pada satu chermin sahaja, maka ia sukar dj-bacha. Perkataan itu terbalek di-sebabkan kerana chermin itu. Kalau kamu menggunakan dua buah chermin dan bayangan pada chermin yang kedua ada-lah berasal dari bayangan chermin yang pertama, maka kata itu mudah di-bacha. Chermin yang kedua membalekkan kata itu sa-kali lagi.

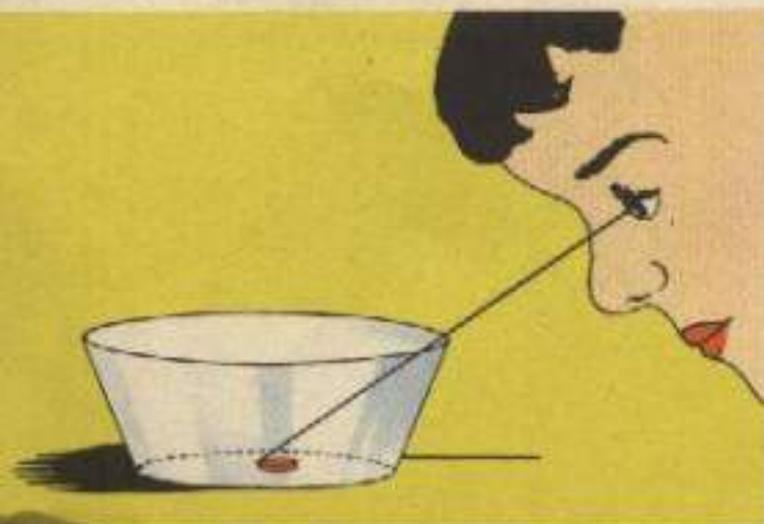
8. Kumpulkan-lah cermin yang melengkong sa-berapa ada. Perhatikan bayangan kamu dalam tiap-tiap cermin itu. Apa-kah perbedaan-perbedaan yang nampak di-antara bayangan-bayangan itu?

Cermin yang melengkong membiaskan cahaya yang jatuh pada permukaan-nya, sa-hingga kadang-kadang bayangan di-dalam-nya nampak lebih besar atau lebih kecil dari benda yang ada di-hadapan-nya. Ada kala-nya bayangan itu terbalek.

9. Letakkan sa-buah pan kecil di-atas meja. Letakkan sa-buah wang sen di-dalam-nya. Angsor pan itu ka-belakang, sa-hingga kamu hanya dapat melihat tepi dari wang sen itu. Kemudian tuangkan ayer ka-dalam-nya. Berhati-hati ketika menuangkan-nya supaya wang itu tetap pada tempat-nya. Apa-kah yang terjadi?

Kamu tidak akan menampak wang sen itu, kechuali kalau ada cahaya yang memantul daripada-nya masuk ka-mata-mu, ketika kamu mengangsor pan itu ka-belakang, tepi pan itu menghambat cahaya dari sen itu masuk ka-dalam mata-mu. Ketika kamu masukkan ayer ka-dalam pan itu, cahaya dari sen itu membias sa-hingga menchapai mata kamu.

10. Chari-lah sa-keping kaca yang empat segi atau bujur sangkar. Buat sa-buah garis lurus pada sa-helai kertas dengan pensil berwarna. Buat garis lebih panjang dari lebar kaca tadi. Letakkan kaca itu di-atas garis itu. Garis itu mesti keluar dari kedua tepi kaca itu. Lihat garis itu lurus dari atas melalui kaca itu. Kemudian kamu mundur sedikit dan lihat garis itu sa-mula. Cahaya dari garis itu sekarang masuk dalam mata-mu melalui jalan yang serong. Perubahan apa-kah yang dapat kamu saksi-kan?



Apabila cahaya keluar dari kaca itu lurus (vertical), maka ia tidak membias. Cahaya itu membias apabila ia keluar serong dari kaca itu. Kalau kamu melihat lurus kepada garis itu, maka nampak-nya sa-rupa dengan tidak ada kaca sama sa-kali. Bila kamu melihat garis itu serong melalui kaca, maka garis itu nampak-nya lebeh tinggi. Garis itu sa-olah-olah berada dalam arah cahaya yang membias pada kaca itu menchapai mata kamu.

11. Berdiri-lah dalam sa-buah bilek dekat jendela. Dengan sa-buah lensa yang konveks, bayangan jendela itu kamu sorotkan ka-dinding. Saksikan-lah bahawa bayangan jendela itu tunggang-balek dan lebeh kecil. Dengan mengikut chara ini, kamu akan faham apa sebab-nya sa-buah kamera yang kecil dapat menangkap gambar dari gedong yang besar.

12. Gulong sa-helai kertas yang tegang menjadi sa-buah pembuloh yang bergaris lintang 1". Letakkan pembuloh di-mata kanan kamu. Pegang sa-buah buku dengan jarak 3" atau 4" dari mata kiri kamu, dan tepi buku itu bersentoh dengan pembuloh kertas itu. Cahaya yang melalui pembuloh menchapai mata kamu sa-belah, dan cahaya yang memantul dari buku menchapai mata-mu yang sa-belah lagi. Akibat-nya ia-lah sa-olah-olah kamu melihat sa-buah lobang dalam buku itu.

## Warna

Bila kamu memegang sa-buah prisma dalam sinar matahari, sa-hingga sinar itu melalui-nya menurut suatu arah yang tertentu, maka kamu akan melihat susunan warna saperti pelangi. Warna-warna itu-lah yang mengisi sinar matahari, ia-itu: ungu, nila, biru, hijau, kuning, pinang-masak, dan merah. Kadang-kadang hanya enam warna sahaja yang di-sebut sa-bagai warna-warna pelangi—warna nila di-buangkan. Warna nila ia-lah biru yang kemerah-merahan. Dalam pelangi ia meluntor ka-dalam warna ungu dan biru, dan oleh sebab itu sukar untok di-pisahkan sa-bagai suatu warna tersendiri.





#### Kacha Prisma Memantulkan Cahaya Matahari Menjadi Warna Pelangi

Pelangi yang sa-benar-nya dapat di-lihat apabila sinar matahari melalui ayer hujan di-udara. Kadang-kadang kamu dapat melihat dua buah pelangi sa-kali; pelangi yang satu di-atas pelangi yang satu lagi. Pelangi yang sa-belah atas tidak sa-terang pelangi yang sa-belah bawah, dan warna ungu terletak pada dasar-nya. Pada pelangi yang di-atas, warna ungu terletak di-punchak sa-kali, dan warna merah pada dasar-nya. Pelangi yang satu terjadi kerana sinar matahari melalui bahagian bawah dari titek-titek hujan, dan pelangi yang lain kerana sinar matahari melalui bahagian atas dari titek-titek hujan.

Pelangi di-waktu petang selalu berada di-langit sa-belah timur dan pelangi di-waktu pagi selalu berada di-langit sa-belah barat. Pelangi selalu bertentangan dengan matahari.

Sering kamu dapat melihat pelangi ketika kamu menyiram kebun kamu. Kadang-kadang juga di-tempat ayer terjun.

Kerana sinar matahari dapat di-pechah-pechah menjadi warna-warna pelangi, maka sa-balek-nya juga bagitu, ia-itu warna-warna pelangi dapat di-satukan menjadi puteh. Perhatikan roda warna pelangi pada muka 26. Kalau roda itu berputar dengan deras, maka nampak-nya ia berwarna puteh.

Kalau kamu sudah tahu bahawa sinar matahari terdiri dari beberapa macham warna, maka mudah-lah untok mengerti meng-



Sa-buah Roda Berwarna

apa benda-benda berlain-lain warna. Juga mudah di-fahamkan mengapa benda-benda tidak sa-rupa warna-nya apabila kena sinar matahari atau cahaya lampu biasa.

Kertas ini putih kerana ia memantulkan semua warna matahari ka-dalam mata kamu. Huruf-huruf pada muka ini berwarna hitam kerana mereka tidak memantulkan warna apa pun dari sinar matahari ka-dalam mata-mu. Dawat menelan cahaya dari semua warna. Hitam bukan-lah warna. Tidak ada warna hitam.

Umpamakan kamu sudah menggambarkan enam buah lingkaran pada sa-helai kertas dengan pensil berwarna biru, merah, kuning, pinang-masak, hijau, ungu dan chokelat.

Lingkaran yang merah itu merah, kerana hanya warna merah yang di-pantulkan-nya ka-mata kamu. Warna-warna yang lain di-hisap-nya semua-nya. Lingkaran yang kuning menjadi kuning kerana ia memantulkan hanya warna kuning ka-dalam mata-mu. Lingkaran biru hanya akan memantulkan warna biru, dan bagitu-lah sa-terus-nya. Kamu akan bertanya, bagaimana dengan lingkaran chokelat? Warna chokelat bukan-lah salah satu dari warna-warna pelangi. Lingkaran chokelat memantulkan sedikit dari biru, merah dan kuning ka-dalam mata-mu.

Lingkaran biru tidak akan biru kechuali ada sinar biru yang jatuh pada permukaan-nya dan memantulkan-nya ka-dalam mata kamu. Umpamakan kamu melihat sa-buah lingkaran biru melalui sa-buah kacha atau selopan (cellophane) merah. Kacha atau selopan merah menghambat sinar biru melalui-nya. Oleh sebab

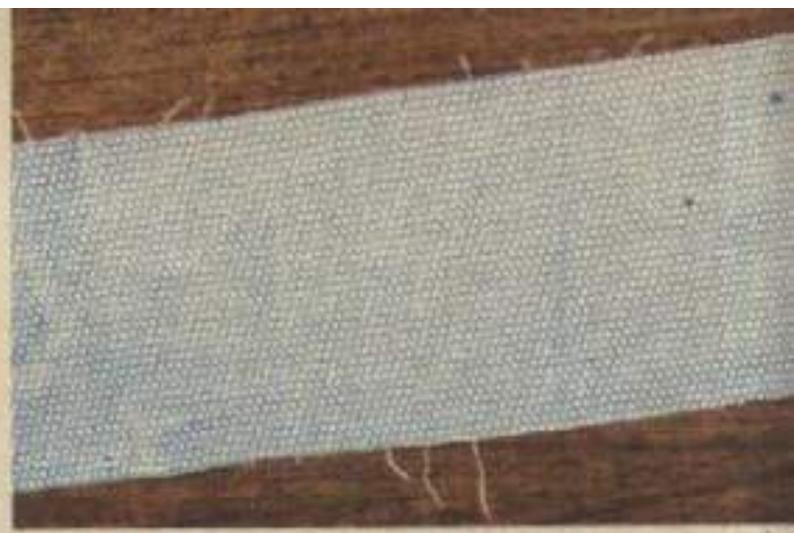
itu, walau pun lingkaran biru memantulkan sinar biru, tetapi sinar biru itu ta' dapat menchapai mata kamu. Lingkaran itu menjadi hitam. Kertas putih di-keliling lingkaran itu akan jadi merah. Bagitu pula kalau kamu melihat lingkaran merah melalui kaca biru. Lingkaran itu menjadi hitam dan kertas putih di-keliling-nya menjadi biru.

Para sarjana sains telah menggunakan pengetahuan mereka tentang warna untuk membuat sa-buah gambar yang di-namakan "anaglyph". Untuk dapat memahami ma'ana anaglyph, maka kamu mesti ingat terlebih dahulu bahawa kamu biasa melihat dengan kedua belah mata kamu. Umpamakan kamu sedang melihat sa-buah bola di-atas meja. Dengan mata kanan, kamu melihat lebeh banyak dari tepi sa-belah kanan bola itu daripada dengan mata kiri. Dengan mata kiri, kamu melihat lebeh banyak dari tepi sa-belah kiri dari bola itu daripada dengan mata kanan. Bola itu nampak-nya bundar, sebab kamu melihat di-keliling tepi-tepi bola itu.

Dalam sa-buah anaglyph ada dua buah gambar yang sa-rupa: satu ia-lah gambar-gambar benda atau pemandangan sa-bagai kamu lihat dengan mata kanan. Gambar yang satu lagi ia-lah sa-bagaimana kamu melihat benda atau pemandangan itu dengan mata kiri. Kedua buah gambar itu di-chetak bertindeh-tindeh. Yang satu di-chetak dengan dawat biru, dan yang satu lagi dengan dawat merah. Kamu lihat gambar-gambar itu melalui chermin-mata yang berkaca satu merah dan satu lagi biru. Dengan kaca biru kamu hendak-lah melihat gambar merah. Gambar itu jadi hitam. Dengan kaca yang merah kamu lihat gambar yang biru. Gambar itu pun jadi hitam. Otak kamu akan menyusun kedua gambar itu, dan 'akibat-nya ia-lah gambar itu sa-olah-olah keluar dari muka kertas itu.

Chahaya lampu, walau pun nampak-nya putih seperti chahaya matahari, sa-benar-nya tidak sa-rupa kalau kita fikirkan bahagian warna-nya. Kerana itu warna benda-benda berbedza-bedza di-bawah sinar lampu dan sinar matahari. Kalau sinar lampu sa-rupa dengan sinar matahari, maka warna-warna akan tidak berbedza di-bawah sinar-sinar itu. Tentu sahaja tidak semua sinar lampu putih. Di-dalam panggong wayang di-gunakan lampu-lampu sorot dengan berbagai-bagai warna. Kalau hanya lampu merah yang di-gunakan, maka baju putih di-atas pentas akan jadi merah dan baju biru jadi hitam. Warna-warna pakaian di-pentas dapat di-ubah hanya dengan menukar warna-warna lampu.





Satu Hasil dari Cahaya Matahari

## Mengambil Gambar

Sinar matahari dapat mengubah warna. Gambar-gambar di atas sa-helai kain biru sa-belum dan sa-sudah di-sinari matahari dengan kuat sa-lama beberapa jam. Cahaya matahari mungkin dapat mengubah bahan chelup dari kain itu. Bahan chelup itu ada-lah bahan kimia, dan perubahan yang di-sebabkan oleh sinar matahari itu di-namakan *perubahan kimia*.

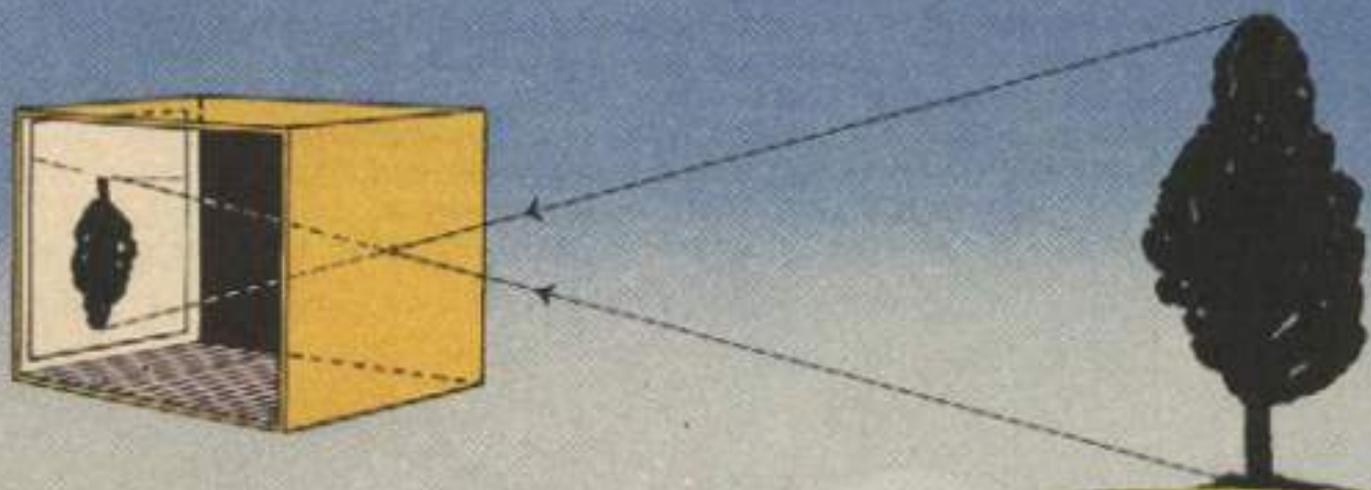
Bahan chelup biru ada-lah salah satu dari bahan-bahan kimia yang dapat di-ubah oleh sinar matahari. Bahan kimia yang dapat di-pengaruhi oleh sinar matahari di-namakan "berperasa sinar". Bila tidak ada bahan-bahan kimia yang berperasa sinar, maka kita tidak akan dapat mengambil gambar.

"Blueprint" ada-lah sa-buah gambar yang mudah di-buat. Untok ini tidak di-perlukan kamera. Kertas blueprint di-beri lapisan bahan kimia yang berperasa sinar. Bahan kimia itu akan habis jika di-masokkan ka-dalam ayer. Kalau hendak membuat blueprint dari sa-helai daun kayu, daun itu di-letakkan di-atas kertas blueprint itu lalu di-himpit dengan sa-keping kaca yang jernih. Kertas, daun, dan kaca di-letakkan kemudian di-bawah sinar matahari sa-lama beberapa sa'at. Daun itu bular. Sinar matahari tidak dapat menembus daun itu. Tetapi sinar matahari akan menyebabkan perubahan kimia pada bahagian kertas yang di-kenai-nya. Akan terjadi suatu bahan kimia yang baharu. Bahan kimia yang baharu ini biru mengkilat. Dia tidak akan hanchor di-dalam ayer. Sa-sudah kertas itu di-angkat dari sinar matahari, ia di-masokkan ka-dalam ayer sejok. Ayer akan menghapus bahan-bahan kimia yang tidak di-ubah oleh sinar matahari. Pada kertas itu akan tinggal gambar daun itu yang puteh dengan latar belakang biru terang.

Kamu tentu tahu bahawa kamera di-gunakan untok meng-ambil foto. Mungkin kamu sudah melihat sa-buah "kamera lobang peniti". Kamera lobang peniti ia-lah suatu barang yang sangat sederhana. Pada bahagian depan-nya ada sa-buah lobang kecil. Di-bahagian belakang ada sa-helai kaca berwarna ke-putch-putehan. Chahaya dari suatu benda akan masok melalui lobang kecil itu ka-dalam kamera tersebut dan menyorotkan sa-buah gambar pada kaca itu. Saperti dapat kamu lihat pada rajah di-bawah ini, gambar itu tunggang-balek. Kamera lobang peniti, walau pun sangat menarek, tidak-lah bagitu penting.

Kamera yang sa-benar-nya ada-lah hampir sa-rupa betul de-ngan mata manusia. Di-bahagian hadapan kamera itu ada sa-buah lobang saperti pupil mata kita. Sa-buah penutup (shutter) menghambat chahaya masok lobang kechuali ketika mengambil gambar. Penutup ini sa-rupa kerja-nya dengan kelopak mata kita. Sa-buah diaphragm mengator besar kechil lobang itu, ta' ubah-nya saperti selaput pelangi dari mata kita. Di-belakang ka-mera itu bukan terdapat selaput-jala, tetapi filem atau kaca yang di-beri lapisan bahan-bahan kimia yang berperasa sinar. Chahaya yang masok ka-dalam kamera itu melalui sa-buah lensa dari kaca. Tentu lensa ini tidak dapat di-ubah-ubah ukoran-nya saperti lensa mata manusia. Tetapi ia dapat di-maju-mundorkan pada ke-banyakan kamera, dan dengan bagitu hampir sama hal-nya dengan mengubah ukoran besar dari lensa itu. Lensa itu, apabila tempat-nya betul, akan dapat menghasilkan gambar yang terang pada filem atau kaca itu. Tentu gambar itu jauh lebeh kechil dari benda yang sa-benar-nya. Kadang-kadang sa-balek-nya, dapat menjadi lebeh besar. Pernah-kah terfikir oleh-mu bahawa kita telah beruntong sa-kali kerana foto tidak payah menurut ukoran benda-nya yang sa-benar-nya?

Bahan kimia itu berubah apabila ia kena chahaya. Bahagian-bahagian yang paling banyak kena chahaya akan mendapat perubahan yang terbanyak pula. Sa-sudah mengambil gambar, filem-nya mesti-lah di-chuchi dengan sa-berapa chepat. Ketika menchuchi filem, bahagian bahan kimia yang tidak berubah akan





habis terhapus, dan bahagian yang di-ubah di-"erat"-kan (fixed) sa-hingga langsung tidak akan berubah sa-mula. Gambar-gambar pada muka ini menunjukkan dua keping filem yang sudah di-chuchi. Satu di-antara-nya ada-lah gambar dari sa-orang gadis yang berpakaian putih. Perhatikan bahawa pakaian-nya kelihatan hitam. Pakaian-nya memantulkan cahaya dengan chukup pada filem itu untuk mengubah bahan kimia sa-banyak-banyak-nya. Rambut budak lelaki pada gambar yang satu lagi nampak-nya malahan putih. Cahaya tidak chukup memantul di-bahagian itu untuk mengadakan perubahan bahan kimia pada filem tersebut.

Dari filem saperti itu, atau *negatif*, di-buat-lah gambar. Urusan-nya hampir sa-rupa dengan cara membuat blueprint. Sa-helai negatif di-letakkan di-atas sa-helai kertas yang di-lapiskan dengan bahan kimia yang berperasa cahaya. Kemudian di-himpit dengan sa-keping kaca yang nipis. Kaca, negatif dan kertas itu kemudian di-hadapkan pada cahaya yang kuat. Tetapi, lapisan bahan kimia pada kertas itu jauh lebeh banyak berperasa cahaya daripada lapisan yang terdapat pada kertas blueprint. Dan sa-tiap kertas gambar mesti di-chuchi dengan bahan-bahan chayer kimia pula, bukan dengan ayer biasa. Bahagian hitam dari baju gadis itu hanya dapat di-lalui oleh sadikit cahaya sahaja, sa-hingga pada kertas itu baju menjadi putih. Cahaya akan dapat lalu dengan leluasa pada bahagian rambut dari budak lelaki itu, sa-hingga pada kertas gambar ia menjadi hitam.

Pada gambar-foto yang biasa semua-nya berkisar pada warna hitam, kelabu atau putih. Gambar hitam-putih juga dapat di-chetak dengan warna yang sadikit chokelat. Pada zaman sekarang, gambar-foto ada pula yang berwarna. Banyak di-antara gambar-gambar dalam buku ini yang di-buat dari foto-foto berwarna.

Wayang-gelap sa-sungguh-nya ada-lah gambar-gambar yang terpisah-pisah yang di-tunjukkan kepada kamu dengan gerakan yang chepat dengan menggunakan sa-buah misin wayang-gambar, sa-hingga kamu tidak melihat gambar-gambar itu berjalan dengan terputus-putus. Wayang-gambar, sama hal-nya dengan gambar-foto biasa, sekarang juga dapat di-buat berwarna.

## Chahaya Sa-bagai Penghantar Berita

Lebeh kurang 350 tahun yang lalu, ketika Ratu Elizabeth memerintah, Raja Philip dari negeri Sepanyol mengirim sa-kumpulan besar kapal-kapal-nya—terkenal sa-bagai Armada Sepanyol—untuk berperang dengan negeri Inggeris. Berita tentang kedatangan kapal-kapal itu di-ketahui oleh ra'ayat Inggeris dengan chara menyalakan api di-punchak-punchak bukit. Berita itu sampai pada ra'ayat Inggeris lebeh chepat daripada menggunakan pengendara-pengendara kuda atau orang-orang yang berlari-lari menghantarkan-nya. Chahaya dari api suar2 itu lebeh chepat bergerak daripada pengendara kuda atau orang yang berlari. Kamu tentu maseh ingat, bahawa chahaya bergerak dengan ke-cepatan 186,000 batu sa-tiap satu sa'at.

Penggunaan chahaya sa-bagai penghantar berita bukan-lah sa-suatu yang baharu di-zaman Ratu Elizabeth. Dalam hikayat peperangan Troya kita dapat membacha bahawa berita berkenaan dengan kejatohan bandar Troya di-hantarkan kapada orang-orang Yunani dengan menggunakan suar-suar. Sa-tiap malam pengawal-pengawal berjaga-jaga di-punchak bukit-bukit yang tinggi-tinggi. Di-dekat pengawal-pengawal malam itu sudah tersedia unggun-unggu kayu yang akan dapat di-bakar dengan segera kalau ada berita itu. Ketika sudah bertahun-tahun lama-nya berperang, akhir-nya jatuh-lah bandar Troya. Pengawal yang terdekat pada bandar itu di-perentahkan untuk menyalakan api suar-nya. Pengawal di-punchak bukit yang lain akan menampak chahaya dari suar yang pertama itu, dan dia pun akan membakar unggun kayu-nya, dan bagitu-lah langsung berturut-turut. Dengan demikian tersebar-lah berita itu ka-berbagai-bagai tempat.

Kemudian orang-orang Yunani mendapat suatu chara untuk mengeja kata-kata yang mesti di-hantarkan dengan suloh yang sedang menyala. Mereka menyusun huruf-huruf abjad mereka dalam bentok segi empat lebeh kurang saperti berikut:

a f l q v  
b g m r w  
c h n s x  
d i o t y  
e k p u z

(sudah tentu mereka menggunakan huruf-huruf Yunani, bukan huruf-huruf kita yang sekarang).

Pada orang yang menghantar berita itu ada dua buah penyangga tempat menegakkan suloh-suloh itu. Sa-kira-nya di-tegakkan-nya lima buah suloh pada tiap-tiap penyangga, maka yang di-maksudkan-nya ia-lah huruf yang kelima dalam ruangan yang kelima. Kalau di-tegakkan-nya dua buah suloh pada penyangga pertama dan tiga pada yang kedua, maka yang di-maksud-nya ia-lah huruf yang ketiga dalam ruangan yang kedua.



Mengirim Isyarat Asap

Salah satu cara yang di-gunakan oleh orang-orang Indian untuk menghantar berita apabila ada orang putih memasuki daerah mereka ialah dengan menggunakan panah-panah yang berapi. Tiga buah panah yang di-lepaskan berturut-turut berma'ana meminta bantuan. Satu anak panah berma'ana bahawa musuh sudah dekat. Banyak panah yang sa-rentak di-lepaskan, dan itu bererti musuh menchapai kemenangan dalam pertemporan.

Kadang-kadang di-gunakan lentera untuk menghantar berita, bukan suloh. Paul Revere terkenal kerana ia telah menghantar berita yang penting dengan lentera.

Tentu-lah pada waktu siang hari cahaya api tidak nampak dengan terang. Sungguh pun bagitu, cahaya dapat di-gunakan sa-bagai penghantar berita di-waktu siang sama ada di-waktu malam.

Ketika Napoleon sedang berperang di-negeri Masir yang hampir selalu mendapat cahaya matahari itu, perwira-perwiranya menggunakan cermin untuk menghantarkan berita-berita. Cermin yang di-gunakan untuk menghantarkan berita ini di-namakan *heliograph*. Perkataan ini berasal dari bahasa Yunani yang bererti "matahari" dan "menulis". Pada zaman itu mereka tidak menggunakan cermin, melainkan perisai dari logam yang berkilat. Tetapi beratus-ratus tahun sa-belum Napoleon, orang-orang Parsi sudah pandai "menulis dengan cahaya matahari".

Satu cara yang lain untuk menghantar berita dengan menggunakan cahaya ialah dengan tiang-tiang tanda yang di-beritangan-tangan yang dapat di-gerak-gerakkan. Tiang-tiang tanda seperti ini di-namakan *semaphore*. Barangkali kamu sudah pernah melihat sa-buah semaphore dengan bertangan satu dekat steshen kereta api. Bila tangan itu di-angkat menchapai suatu

takat, maka berita yang di-hantarkan-nya ia-lah bahawa jalan tidak terhalang. Mungkin susah bagi kamu untuk memahami bahawa semaphore itu ada-lah suatu chara menggunakan cahaya bagi menghantarkan berita. Tetapi ingat-lah, bahawa semaphore itu tidak akan nampak kalau tidak ada cahaya yang memantul daripada-nya ka-dalam mata orang yang melihat-nya.

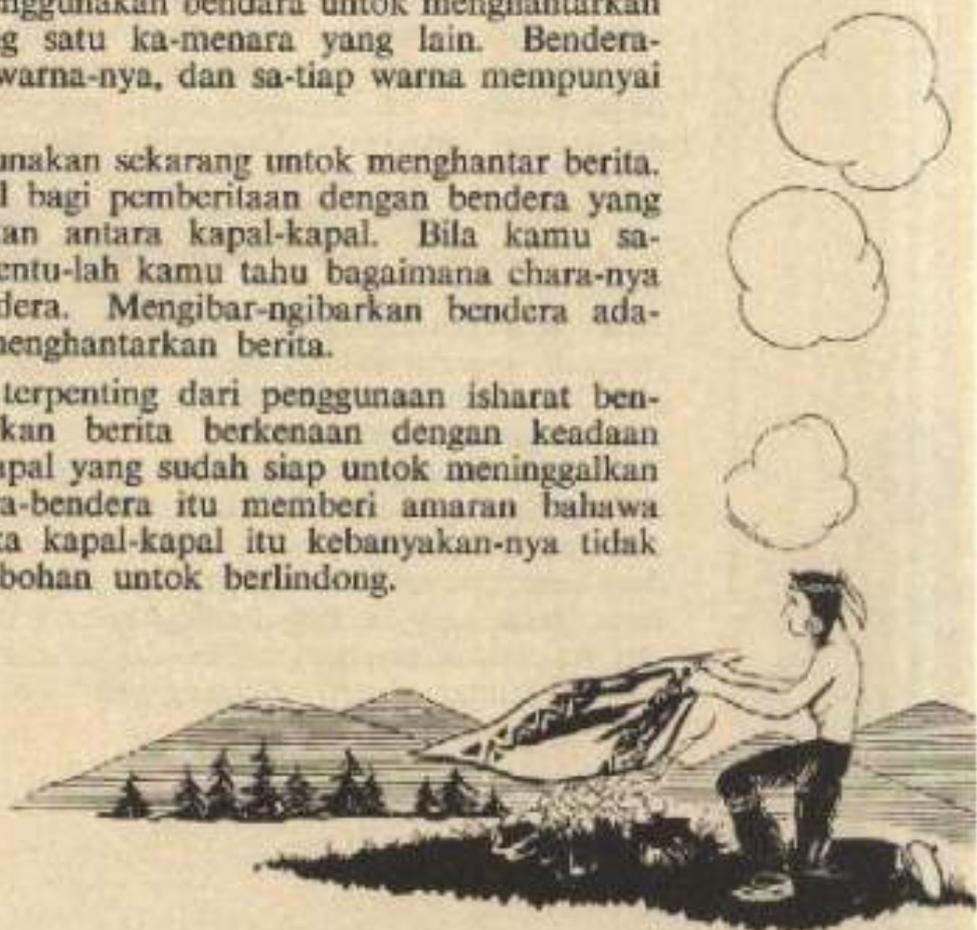
Sa-belum letrik di-pakai untuk menghantarkan berita, semaphore-lah yang di-gunakan untuk menghantarkan berita-berita ka-tempat-tempat yang jauh. Sistem semaphore memerlukan steshen-steshen dalam jarak sa-tiap sa-puluh batu. Pengawal sa-tiap steshen itu hendak-lah mempunyai teropong yang kuat. Bila ada berita yang mesti di-teruskan, maka pengawal steshen itu menggerakkan tangan semaphore itu menurut berbagai-bagai sikap. Dalam isharat semaphore di-tentukan sikap dari tangan semaphore itu bagi tiap-tiap huruf dalam abjad. Pengawal steshen yang terdekat akan menerima berita itu, dan langsung meneruskan pula ka-pengawal steshen yang berikut dengan semaphore-nya.

Bangsa Indian pandai betul menghantar berita dengan asap. Di-nyalakan-nya api besar-besar, lalu di-tutup-nya dengan daun-daun kayu dan rumput-rumput basah. Api itu hampir padam kerana-nya dan akan banyak mengeluarkan asap. Lalu mereka mengembangkan sa-helai selimut di-dekat api itu. Bila selimut itu di-kipaskan mereka, maka sa-gumpal asap akan mengepul ka-udara. Jumlah gumpalan asap itu akan menentukan isi berita itu. Yang bergerak kapada mata orang yang menerima berita itu tentu sahaja ada-lah cahaya yang memantul dari asap itu.

Tentera Romawi menggunakan bendera untuk menghantarkan berita dari menara yang satu ka-menara yang lain. Bendera-bendera itu berlain-lain warna-nya, dan sa-tiap warna mempunyai ma'ana tersendiri.

Bendera maseh di-gunakan sekarang untuk menghantar berita. Ada isharat internasional bagi pemberitaan dengan bendera yang kadang-kadang di-gunakan antara kapal-kapal. Bila kamu sa-orang pengakap, maka tentu-lah kamu tahu bagaimana chara-nya mengibar-ngibarkan bendera. Mengibar-ngibarkan bendera ada-lah suatu chara untuk menghantarkan berita.

Suatu faedah yang terpenting dari penggunaan isharat bendera ia-lah menghantarkan berita berkenaan dengan keadaan chuacha kapada kapal-kapal yang sudah siap untuk meninggalkan pelabuhan. Bila bendera-bendera itu memberi amaran bahawa badai akan datang, maka kapal-kapal itu kebanyakan-nya tidak akan meninggalkan pelabuhan untuk berlindung.



Chahaya ada-lah penghantar berita yang chepat; sungguh pun bagitu, ia tidak dapat di-perchayai dengan sa-penoh-nya. Kamu tentu sudah tahu bahawa banyak halangan-halangan yang dapat menghambat perjalanan chahaya.

Pernah kabut yang tebal menghalangi sa-buah berita yang di-kirim dengan semaphore. Pasokan-pasokan tentera yang di-bawah pimpinan Duke Wellington baharu sahaja selesai memerangi pasokan-pasokan Napoleon pada suatu pertemporan yang hebat dan penting. Berita yang di-terima di-London dengan semaphore berbunyi: "Wellington Kalah". Penduduk London sangat bersusah hati. Kemudian terbukti bahawa kabut telah menghapus kata-kata yang terakhir, sa-hingga tidak nampak. Kata-kata itu ia-lah: ".....kan orang Peranchis". Perhatikan-lah bagaimana penting-nya ma'ana kata-kata yang terakhir ini dalam berita itu! Cherita ini membantu kamu untok memahami apa sebab-nya pada zaman sekarang chahaya jarang sa-kali di-gunakan untok menghantar berita ka-tempat-tempat yang jauh.

### **Menerangi jalan-jalan serta gedong-gedong kita**

Pernah-kah terbayangkan oleh fikiran-mu betapa hidup kita akan membosankan, sa-kira-nya kita hanya bergantung kepada chahaya matahari, bulan dan bintang untok mendapat penerangan? Choba-lah bayangkan apa akan jadi-nya bila jalan-jalan serta gedong-gedong kita tidak dapat di-terangi dengan chahaya letrik dan lain-lain-nya.

Semenjak dahulu kala orang-orang sudah mempelajari bagaimana mengadakan chahaya untok penerangan. Banyak, bahkan sangat banyak macham alat-alat yang di-gunakan orang untok mengadakan chahaya. Sa-belum mencapai zaman moden sekarang ini, orang hanya dapat menggunakan chahaya yang di-dapat dari api. Lilin, kayu suloh, minyak atau gas dalam lampu, semua-nya terbakar. Semenjak orang pandai membangkitkan aliran letrik, maka di-dapati alat-alat penerangan yang baharu ia-itu alat-alat yang tidak mengandong bahan-bahan yang terbakar. Dalam beberapa jenis mentol lampu terdapat dawai-dawai halus yang mengeluarkan chahaya apabila di-lalui oleh aliran letrik. Ada pula mentol-mentol lampu yang mengandong gas yang menyala apabila di-lalui oleh aliran letrik. Ada orang yang berpendapat bahawa lampu letrik ada-lah lebeh baik dari alat-alat penerangan apa pun juga.

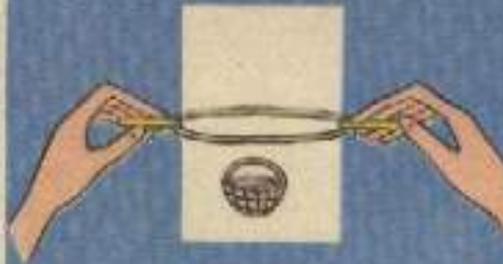
Perchobaan-perchobaan menggunakan alat-alat lain untok beroleh penerangan sedang di-jalankan terus menerus. Mithal-nya, ada sa-macham chat yang menyala dengan terang bila chahaya dari beberapa jenis lampu jatuh pada permukaan-nya. Boleh jadi tidak lama lagi dinding-dinding bilek kamu akan dapat di-lapisi dengan chat sa-macham ini, sa-hingga kamu tidak lagi memerlukan banyak lampu seperti sekarang ini.





BELAKANG

Pensil Yang di-Tegangkan Pada  
sa-Keping Kad Dengan Getah  
Chiochin



HADAPAN



### Choba-lah Sendiri

1. Tengok-lah keluar jendela melalui sa-buah prisma. Sa-kira-nya kamu tidak melihat warna-warna pelangi, putar-lah prisma itu perlahan-lahan sampai warna-warna pelangi kelihatan. Lalu pegang-lah prisma itu dalam sa-berkas sinar cahaya matahari. Bayangkan dengan prisma itu pelangi tadi ka-siling atau dinding.

Prisma memisah-misahkan cahaya matahari menjadi warna-warna tersendiri. Bila kamu pandai melihat melalui prisma itu, maka sa-tiap benda yang kamu lihat nampak-nya mempunyai tepi-tepi pelangi. Agak susah membayangkan pelangi dengan prisma tepat di-tempat yang kita mahukan, kerana sinar-sinar membias ketika masuk dari udara ka-dalam kaca dan ketika keluar dari kaca ka-udara sa-mula.

2. Gambarkan-lah sa-ekor singa dengan menggunakan kapur berwarna coklat. Kemudian kandang singa itu dengan kapur kuning. Di-sabelah kandang itu gambarkan sa-batang pohon kayu dengan kapur coklat dan hijau. Lalu tengok-lah gambar itu dengan sa-keping kaca berwarna merah yang jernih. Apa-kah yang terjadi dengan kandang itu?

Kerana kaca berwarna merah itu, garis-garis kuning itu akan nampak seperti kertas dasar gambar itu sahaja, dan singa itu akan nampak sa-olah-olah ia berada di-luar kandang-nya.

3. Buat-lah mainan-putar seperti yang nampak pada gambar di-muka ini. Letakkan mainan itu di-tepi meja, sa-hingga kad-nya berada di-luar daun meja, tetapi biarkan-lah agak dua atau tiga inchi dari sa-belah tangkai-nya terletak di-hujung meja itu. Putar-lah tangkai mainan itu chepat-chepat maju dan mundur di-sapanjang daun meja itu. Perhatikan gambar-gambar yang di-sabelah hadapan dan belakang kad itu. Choba-lah memutar kad itu sa-berapa chepat, sa-hingga buah-buah epel kelihatan-nya sa-akan-akan berada dalam keranjang itu.

Kalau kamu memutar mainan itu dengan kecepatan yang cukup, dalam penglihatan kamu kedua buah gambar itu menjadi satu.

4. Gambarkan sa-buah lingkaran yang mempunyai garis-lintang lebih kurang dua inchi di-tengah-tengah sa-helai kertas putih. Warnakan lingkaran itu tebal-tebal dengan merah yang terang. Pegang kertas itu dengan tangan kanan-mu dengan jarak sa-panjang lengan kamu. Dan dengan tangan kiri-mu pegang pula sa-helai kertas putih yang kosong dengan jarak sa-panjang lengan kamu. Perhatikan lingkaran merah itu lebih kurang sa-lama satu menit. Sa-sudah itu alihkan pandangan-mu ka-kertas putih yang kosong itu. Nampak-kah oleh-mu sa-buah lingkaran di-situ? Kalau ada, apa-kah warna-nya? Kalau tidak nampak, ulang-lah percobaan itu.

Pada kertas yang kosong itu akan nampak oleh-mu sa-buah lingkaran hijau. Hijau ada-lah warna penggenap warna merah—jika kedua-dua-nya di-champur, maka terjadi-lah warna putih. Bila mata-mu sudah leteh memperhatikan lingkaran merah itu, maka mata-mu itu tidak lagi sanggup melihat warna merah. Mata-mu tidak dapat lagi melihat sinar-sinar merah dalam cahaya putih yang memantul dari kertas putih itu. Yang nampak oleh-mu hanya warna penggenap hijau.

Choba-lah selideki warna penggenap dari warna biru. Ulang-lah percobaan itu dengan lingkaran biru.

5. Ambil-lah sa-helai kertas blueprint yang belum kena cahaya. Apa-kah warna-nya? Chuchi-lah dengan ayer sejok. Warna apa-kah yang keluar?

Ambil-lah kertas blueprint yang kedua. Letakkan dalam cahaya matahari yang terang, lalu hitung perlahan-lahan sampai angka 25. Chuchi kertas itu dengan ayer sejok. Warna apa-kah yang keluar?

Ambil-lah pula kertas blueprint yang ketiga. Letakkan sa-helai daun kayu di-atas-nya. Himpit-lah daun itu dengan sa-keping kaca supaya tempat-nya tidak berpindah-pindah. Hadapkan kertas blueprint itu kapada cahaya matahari yang terang hingga kamu selesai menghitung sampai 25. Angkat kaca dan daun itu, dan chuchi kertas blueprint itu dengan ayer sejok. Apa-kah yang terjadi?

Letakkan pula sa-helai kertas blueprint di-atas sa-buah meja dalam cahaya matahari. Jangan letakkan benda apa pun di-atas kertas itu, tetapi tegakkan sa-buah benda sa-hingga bayang-bayang-nya jatuh pada kertas itu. Biarkan kertas itu dalam cahaya matahari hingga kamu selesai menghitung perlahan-lahan sampai 25. Kemudian chuchi kertas itu dengan ayer sejok. Apa-kah yang terjadi?

Sa-kira-nya tidak mengerti apa-apa yang akan terjadi, ulang-lah membaca muka 28.

# CHAHAYA

