

Bab 18

Alat-Alat Optik

Sumber: www.google.com

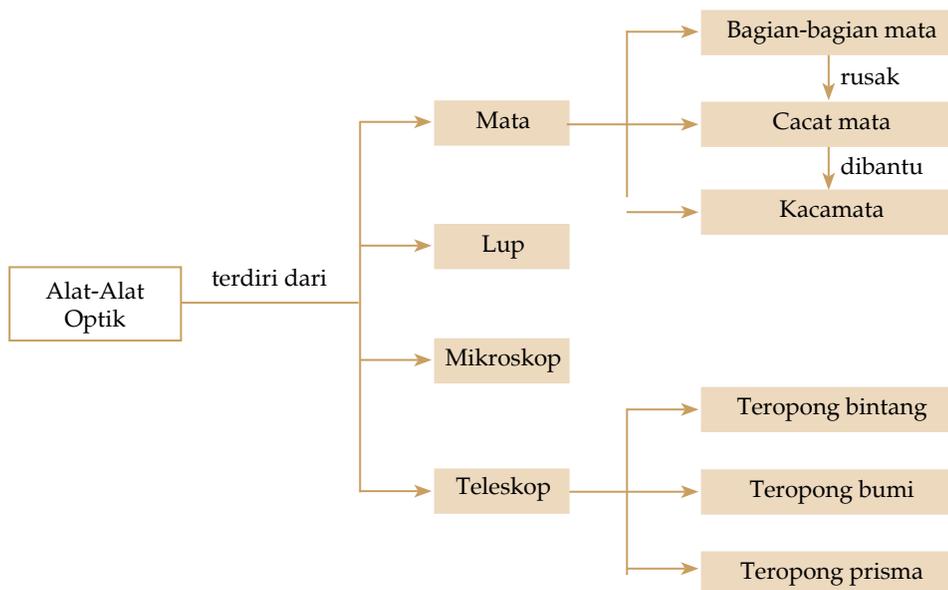


Gambar 18.1
Pengamatan dengan menggunakan mikroskop

Coba kamu perhatikan orang yang sedang melakukan pengamatan dengan menggunakan mikroskop. Orang tersebut menggunakan matanya dan mikroskop untuk mengamati objek penelitiannya. Mata dan mikroskop merupakan alat-alat optik. Apa yang dimaksud dengan alat optik? Apa fungsi dari masing-masing alat optik tersebut? Ayo pelajari bab ini untuk menemukan jawabannya.

Setelah mempelajari bab ini, diharapkan kamu dapat mendeskripsikan pengertian alat optik, jenis-jenis alat optik, dan fungsi dari alat-alat optik tersebut.

Peta Konsep



Alat optik adalah alat yang bekerja berdasarkan pada sifat cahaya sebagai gelombang elektromagnetik, di antaranya adalah pemantulan dan pembiasan. Alat optik yang terpenting adalah mata.

Dengan mata, kita dapat melihat benda di sekitar. Pada pembahasan sebelumnya, mata dapat melihat sebuah benda karena adanya pantulan berkas cahaya dari sebuah benda yang menuju mata. Pada mata terdapat lensa yang berfungsi untuk mengatur bayangan benda agar tepat jatuh di retina. Karena mata bekerja berdasarkan pada prinsip pembiasan lensa, maka mata adalah sebuah alat optik.



Sumber: google.co.id

Gambar 18.2
Mata adalah alat optik terpenting

A. Mata

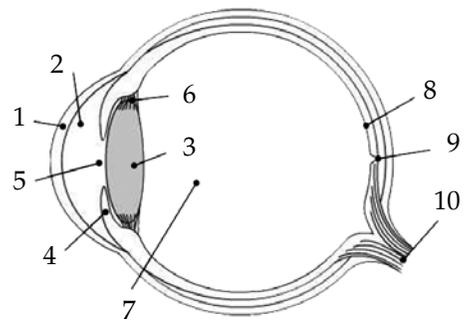
Berikut ini adalah uraian tentang bagian-bagian mata, cacat mata, dan kacamata. Simaklah dengan baik agar kamu memahaminya.

1. Bagian-Bagian Mata

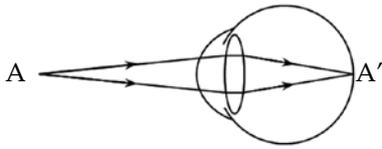
Sebagai salah satu alat optik, bagian-bagian mata bekerja berdasarkan pada sifat-sifat cahaya. Perhatikan gambar bagian-bagian mata berikut ini!

Keterangan:

- (1) Kornea, merupakan lapisan terluar dari mata yang bersifat kuat dan tembus cahaya.
- (2) Aqueous humor, merupakan cairan di antara kornea dan lensa mata.
- (3) Lensa kristalin, lensa mata yang berperan penting mengatur letak bayangan agar tepat jatuh di bintik kuning.
- (4) Iris, selaput yang membentuk celah lingkaran di tengah-tengahnya. Iris memberikan warna pada mata dan berfungsi untuk mengatur besar-kecil pupil untuk membatasi jumlah cahaya yang masuk.
- (5) Pupil, celah yang dibentuk oleh iris berfungsi sebagai tempat masuk cahaya.
- (6) Otot mata, otot yang menyangga lensa kristalin dan mengatur besar kecilnya lensa.
- (7) Vitreus humor, cairan bening yang mengisi rongga mata.
- (8) Retina, lapisan pada dinding belakang bola mata tempat bayangan dibentuk.
- (9) Bintik kuning, lengkungan pada retina yang merupakan bagian yang paling peka pada retina.



Gambar 18.3
Bagian-bagian mata



Gambar 18.4
Proses pembentukan bayangan pada mata

Pikirkanlah !

Jelaskan gangguan penglihatan yang terjadi pada penderita rabun dekat dan rabun jauh!

(10) Syaraf optik, penerus rangsang cahaya dari retina ke otak.

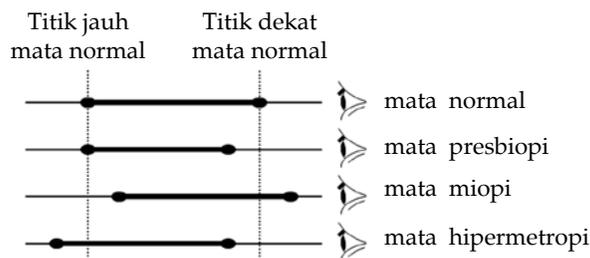
Mata normal dapat melihat dengan jelas segala sesuatu yang berada pada jarak 25 cm di depan mata sampai di tak terhingga. Pada saat mata melihat sebuah benda yang dekat, lensa mata akan berkontraksi menjadi lebih cembung. Sedangkan pada saat melihat benda-benda di kejauhan, lensa mata berelaksasi sehingga lensa mata menjadi semakin pipih. Hal itu dilakukan agar bayangan benda tepat jatuh di daerah sekitar titik kuning pada retina. Kemampuan lensa mata untuk berkontraksi dan berelaksasi disebut daya akomodasi mata.

Jarak terjauh sebuah benda yang masih dapat dilihat oleh mata disebut titik jauh. Sedangkan, jarak terdekat suatu benda yang masih dapat dilihat dengan jelas oleh mata disebut titik dekat.

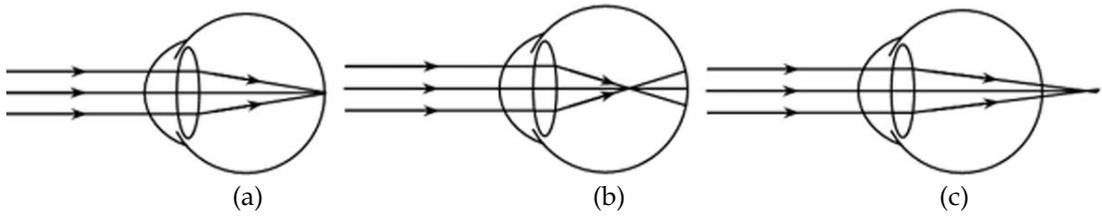
2. Cacat Mata

Cacat mata dapat terjadi jika titik jauh dan titik dekat bergeser dari titik jauh dan titik dekat pada mata normal (mata emetrop). Ada tiga macam cacat mata yang disebabkan oleh bergesernya titik jauh atau titik dekat, yaitu rabun jauh (miopi), rabun dekat (hipermetropi), dan mata tua (presbiopi).

Rabun jauh terjadi jika titik jauh dan titik dekat lebih dekat dibandingkan pada mata normal yang dikarenakan lensa mata terlalu kuat dalam berakomodasi sehingga bayangan benda jatuh di depan retina. Rabun dekat terjadi jika titik jauh dan titik dekat lebih jauh dibandingkan pada mata normal yang dikarenakan lensa mata terlalu lemah berakomodasi sehingga bayangan benda jatuh di belakang retina. Sedangkan, mata tua merupakan mata normal (emetrop), namun otot-otot lensa mata tidak dapat berkontraksi dengan maksimal dikarenakan usia lanjut sehingga pada mata tua, titik dekat lebih jauh dibanding dengan mata normal dan titik jauhnya tetap berada di tak terhingga.

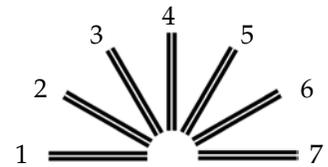


Gambar 18.5
Perbandingan letak titik jauh dan titik dekat pada jenis-jenis cacat mata



Gambar 18.6 Pembentukan bayangan pada mata: (a) Normal, (b) Miopi, (c) Hipermetropi

Selain dari tiga cacat mata tersebut, terdapat cacat mata yang lain yang disebut astigmatisma. Cacat mata ini terjadi karena kornea tidak berbentuk bola, namun lebih condong ke satu arah. Penderita astigmatisma tidak dapat melihat garis-garis vertikal dan horizontal secara bersamaan.



Gambar 18.7 Penderita astigmatisma tidak dapat melihat garis-garis vertikal dan horizontal secara bersamaan

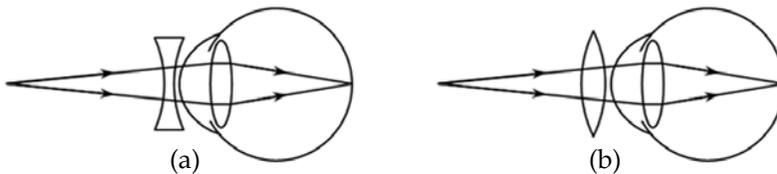
3. Kacamata

Untuk membantu mereka yang cacat mata, dapat digunakan alat optik yang disebut dengan kacamata. Kacamata adalah lensa yang terbuat dari kaca untuk membantu lensa mata dalam membentuk bayangan agar tepat pada retina.

Cacat mata miopi dapat dibantu dengan kacamata lensa negatif (bikonkaf), cacat mata hipermetropi dan presbiopi dapat dibantu dengan kacamata lensa positif (bikonveks), sedangkan untuk cacat mata astigmatisma dapat dibantu dengan kacamata silindris atau kacamata toris, yaitu kacamata dengan lensa yang tidak sama kuat dalam segala arah.

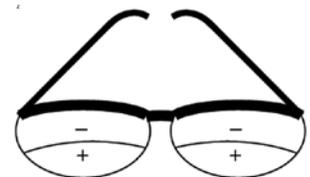


Gambar 18.8 Kacamata



Gambar 18.9 Penggunaan lensa pada mata: (a) Miopi, (b) Hipermetropi

Karena pada penderita presbiopi titik jauhnya tetap, maka penderita presbiopi hanya menggunakan kacamata pada saat akan melihat benda-benda dekat. Biasanya penderita presbiopi bersamaan dengan miopi, yaitu titik dekatnya terlalu jauh dan titik jauhnya terlalu dekat. Untuk kasus seperti ini dapat digunakan kacamata bifokal, yaitu kacamata dengan menggunakan lensa positif dan negatif yang digabungkan.



Gambar 18.10 Kacamata bifokal



1. Jelaskan perbedaan di antara cacat mata miopi, hipermetropi, presbiopi, dan astigmatisma!
2. Seseorang tidak dapat melihat dengan jelas benda-benda yang berada lebih jauh dari 4 meter. Mengalami cacat mata apakah orang tersebut? Dapat ditolong dengan kacamata berlensa apakah orang tersebut? Jelaskan!

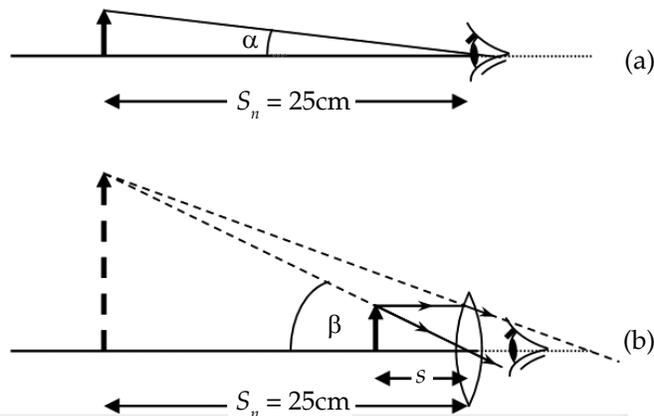


Gambar 18.11
Lup merupakan alat optik yang menggunakan lensa bikonveks

B. Lup

Jika kita perhatikan, buku telepon (*Yellow Pages*) ditulis dengan ukuran huruf yang sangat kecil. Untuk dapat membacanya, maka kita harus meletakkan mata kita sedekat mungkin dengan buku tersebut agar diperoleh sudut pandang yang sebesar-besarnya dan mata berakomodasi maksimum. Namun, karena titik dekat kita berada pada jarak ± 25 cm, maka kita tidak dapat meletakkan mata kita lebih dekat lagi. Karena itu digunakan sebuah alat optik yang menggunakan lensa bikonveks yang disebut lup.

Benda diletakkan di antara titik fokus lup dan titik pusat optik lup, sehingga bayangan yang terbentuk maya dan diperbesar.



Gambar 18.12

Mengamati benda dengan mata:

(a) Tanpa menggunakan lup, (b) Dengan menggunakan lup

Perbesaran angular (M_a) pada lup dihitung dengan membandingkan antara sudut α dan sudut β :

$$M_a = \frac{\alpha}{\beta}$$

Karena benda sangat kecil, maka sudut α dan β juga kecil, maka perhitungan perbesaran anguler menjadi:

$$M_a = \frac{S_n}{S}$$

- dengan: M_a = Perbesaran anguler
 α = Sudut antara mata dan benda tanpa lup
 β = Sudut antara mata dan benda dengan menggunakan lup
 S_n = Jarak antara lensa dan bayangan benda dengan menggunakan lup (atau titik dekat mata)
= Jarak antara lensa dan benda dengan menggunakan lup

Contoh:

Agar kita memperoleh perbesaran anguler sebesar 5 kali, pada jarak berapakah sebuah lup harus ditempatkan dari benda jika titik dekat pandangan kita 25 cm!

Penyelesaian:

Diketahui: $M_a = 5$
 $S_n = 25 \text{ cm}$

Ditanya: $S = ?$

Jawab:

$$M_a = \frac{S_n}{S}$$

$$S = \frac{S_n}{M_a}$$

$$= \frac{25}{5}$$

$$= 5$$

Jadi, lup harus ditempatkan pada jarak 5 cm dari benda.

Menguji Diri



Seseorang memiliki jarak titik dekat 30 cm. Jika ia menempatkan lup sejauh 3 cm dari benda, berapakah perbesaran anguler yang ia dapatkan?



Gambar 18.13
Mikroskop

C. Mikroskop

Untuk melihat benda dengan ukuran yang sangat kecil atau renik dapat digunakan alat optik yang disebut dengan mikroskop. Mikroskop biasanya terdapat di laboratorium-laboratorium yang digunakan untuk melihat benda berukuran renik seperti sel, hewan bersel satu (contoh: *amoeba*), dan sebagainya.

Mikroskop sederhana menggunakan dua buah lensa bikonveks. Lensa yang dekat dengan benda disebut lensa objektif, dan lensa yang dekat dengan mata disebut lensa okuler. Jarak titik fokus lensa objektif lebih kecil daripada jarak fokus lensa okuler.

Perbesaran pada lensa objektif (M_{ob}) dapat dirumuskan sebagai berikut:

$$M_{ob} = \frac{S_{ob}'}{S_{ob}}$$

dengan: M_{ob} = Perbesaran lensa objektif
 S_{ob} = Jarak benda terhadap lensa objektif
 S_{ob}' = Jarak bayangan yang dibentuk oleh lensa objektif

Perbesaran pada lensa okuler (M_{ok}), untuk mata berakomodasi maksimum:

$$M_{ok} = \frac{S_n}{f_{ok}} + 1$$

dengan: M_{ok} = Perbesaran lensa okuler
 S_n = Jarak benda terhadap lensa okuler
 f_{ok} = Jarak titik fokus lensa okuler

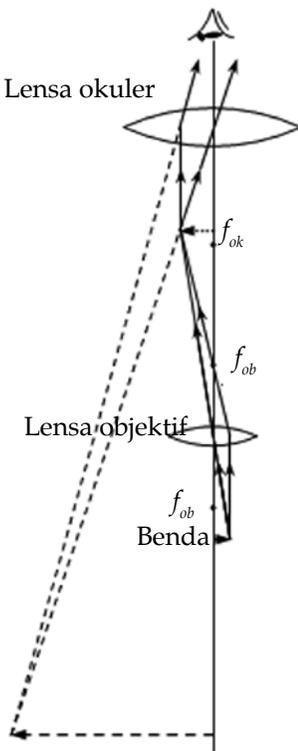
Untuk mata tidak berakomodasi, perbesaran lensa okulernya dapat dirumuskan sebagai berikut:

$$M_{ok} = \frac{S_n}{f_{ok}}$$

dengan: M_{ok} = Perbesaran lensa okuler
 S_n = Jarak benda terhadap lensa okuler
 f_{ok} = Jarak titik fokus lensa okuler

Perbesaran total yang terjadi pada mikroskop (M) adalah:

$$M = M_{ob} M_{ok}$$



Gambar 18.14
Pembentukan bayangan pada mikroskop

dengan: M = Perbesaran mikroskop
 M_{ob} = Perbesaran lensa objektif
 M_{ok} = Perbesaran lensa okuler

Contoh:

Sebuah mikroskop sederhana menggunakan lensa objektif dan lensa okuler dengan jarak titik fokus masing-masing 3 cm dan 5 cm. Jika jarak titik dekat mata pengamat 25 cm dan jarak antara kedua lensa adalah 15,17 cm, berapakah perbesaran total mikroskop jika mata berakomodasi maksimum?

Penyelesaian:

Diketahui: $f_{ob} = 3 \text{ cm}, f_{ok} = 5 \text{ cm}, S_n = -25 \text{ cm}, d = 15,17 \text{ cm}$

Ditanya: $M = ?$

Jawab:

- Perbesaran lensa okuler

$$M_{ok} = \frac{S_n}{f_{ok}} + 1$$

$$= \frac{25}{5} + 1 = 6$$

Jadi, perbesaran lensa okulernya adalah 6 kali

- Perbesaran lensa objektif

$$\frac{1}{f_{ok}} = \frac{1}{S_{ok}} + \frac{1}{S_n}$$

$$\frac{1}{S_{ok}} = \frac{1}{f_{ok}} - \frac{1}{S_n}$$

$$= \frac{1}{5} - \frac{1}{-25}$$

$$= \frac{5 + 1}{25}$$

$$= \frac{6}{25}$$

$$S_{ok} = \frac{25}{6} = 4,17$$

$$S_{ob}' = d - S_{ok}$$

$$= 15,17 - 4,17$$

$$= 10$$

$$\frac{1}{f_{ob}} = \frac{1}{S_{ob}} + \frac{1}{S_{ob}'}$$

$$\frac{1}{S_{ob}} = \frac{1}{f_{ob}} - \frac{1}{S_{ob}'}$$

$$= \frac{1}{3} - \frac{1}{10}$$

$$= \frac{10 - 3}{30}$$

$$= \frac{7}{30}$$

$$S_{ob} = \frac{30}{7} = 4,29$$

$$M_{ob} = \frac{S_{ob}'}{S_{ob}}$$

$$= \frac{10}{4,29}$$

$$= 2,33$$

Jadi, perbesaran lensa objektifnya 2,33 kali

- Perbesaran total

$$\begin{aligned}M &= M_{ob} \cdot M_{ok} \\ &= 2,33 \cdot 6 \\ &= 13,98\end{aligned}$$

Jadi, perbesaran total mikroskop adalah 13,98 kali.

Menguji Diri



Jarak fokus lensa objektif dan lensa okuler sebuah mikroskop masing-masing 0,5 cm dan 5 cm. Mata mengamati objek dengan berakomodasi maksimum dan jarak kedua lensa 15 cm. Jika jarak titik dekat mata 25 cm, berapakah perbesaran angulernya?

Sumber: google.co.id



Gambar 18.15
Teleskop

Info



Teropong atau teleskop adalah alat yang digunakan untuk melihat benda-benda yang jauh agar tampak dekat dan jelas.

D. Teleskop

Teropong atau teleskop adalah alat yang digunakan untuk melihat benda-benda yang jauh agar tampak lebih dekat dan jelas.

Ada beberapa jenis teropong, yaitu teropong bintang, teropong bumi, dan teropong prisma. Berikut ini adalah uraian tentang jenis-jenis teropong.

1. Teropong Bintang

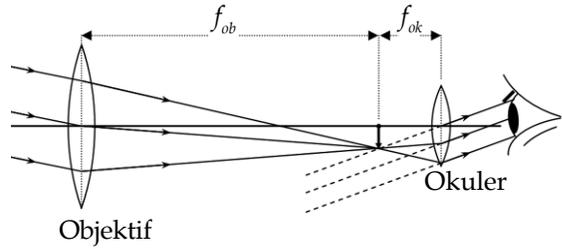
Teropong bintang sederhana terdiri dari dua buah lensa bikonveks, yaitu lensa objektif yang dekat ke benda dan lensa okuler yang dekat ke mata. Benda-benda yang diamati oleh teropong bintang adalah benda-benda yang sangat jauh (seperti bulan, planet, bintang, dan sebagainya), karena itu benda ini dianggap berada di tak terhingga.

Benda di tak hingga akan dibiarkan sehingga bayangannya berada di titik fokus lensa objektif. Karena untuk mengamati benda-benda astronomi biasanya diperlukan waktu yang lama, maka diusahakan agar mata tidak berakomodasi agar tidak mudah lelah. Agar mata tidak berakomodasi, maka bayangan dari lensa objektif harus berada tepat di titik fokus lensa okuler. Hal ini menyebabkan titik fokus lensa objektif dan titik fokus lensa okuler berimpit.

Perbesaran pada teropong bintang adalah:

$$M = \frac{f_{ob}}{f_{ok}}$$

dengan: M = Perbesaran teropong
 f_{ob} = Jarak fokus lensa objektif
 f_{ok} = Jarak fokus lensa okuler



Gambar 18.16
 Pembentukan bayangan pada teropong bintang atau teropong astronomi

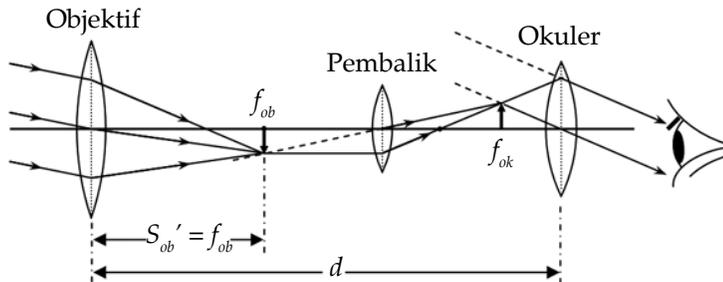
Panjang teropong bintang adalah:

$$d = f_{ob} + f_{ok}$$

dengan: d = Panjang teropong bintang
 f_{ob} = Jarak fokus lensa objektif
 f_{ok} = Jarak fokus lensa okuler

2. Teropong Bumi

Teropong bumi adalah alat optik yang digunakan untuk melihat benda-benda jauh di permukaan bumi. Prinsip kerja teropong bumi sama dengan prinsip kerja teropong bintang. Hanya saja, bayangan yang terbentuk oleh teropong bintang terbalik, dan hal ini akan menyulitkan jika objek yang diamati berada di bumi. Karena itu, pada teropong bumi ditambahkan sebuah lensa bikonveks sebagai pembalik.



Gambar 18.17 Struktur teropong bumi

Perbesaran pada teropong bumi adalah:

$$M = \frac{S_{ob}'}{f_{ok}}$$

dengan: M = Perbesaran teropong bumi
 S_{ob}' = Jarak bayangan benda pada lensa objektif
 f_{ok} = Jarak fokus lensa okuler

Sahabatku, Ilmuwan



Roger Bacon (1214-1294) adalah ilmuwan dan ahli filsafat bahasa. Ia merupakan salah satu guru yang sangat berpengaruh pada abad ke-13. Ia dilahirkan di Ilchester, Somersetshire. Bacon menempuh studinya di Universitas Oxford dan Paris. Ia kembali ke Inggris pada 1251. Setelah itu, ia kembali lagi ke Oxford dan menetap di sana. Ia melanjutkan kembali penelitiannya di bidang ilmu kimia, ilmu optik, dan astronomi.

Panjang teropong bumi adalah:

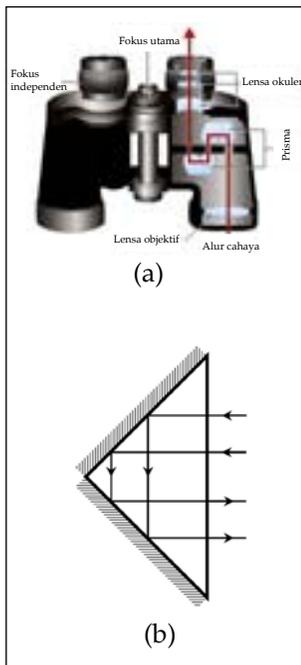
$$d = S_{ob}' + 4f_p + f_{ok}$$

dengan: d = Panjang teropong bumi
 S_{ob}' = Jarak bayangan benda pada lensa objektif
 f_p = Jarak fokus lensa pembalik
 f_{ok} = Jarak fokus lensa okuler

3. Teropong Prisma

Teropong bumi dengan lensa pembalik menjadi relatif panjang. Masalah ini dapat dipecahkan dengan menggunakan prisma sebagai pengganti lensa pembalik. Dengan demikian, teropong bumi yang menggunakan prisma sebagai pembalik disebut teropong prisma.

Teropong prisma menggunakan dua buah prisma segitiga yang berfungsi sebagai cermin dengan sudut 90° . Prisma ini membalikkan berkas sinar sehingga bayangan benda yang terbentuk sama besar dan terbalik. Selain itu, dengan menggunakan dua buah prisma, panjang teropong dapat diperpendek.



Gambar 18.18
 (a) Teropong prisma
 (b) Pembalikan sinar pada prisma

Contoh:

Lensa objektif sebuah teropong bintang memiliki titik fokus 3 m, sedangkan titik fokus lensa okulernya 10 cm. Jika teropong tersebut digunakan untuk mengamati benda luar angkasa tanpa berakomodasi, tentukan:

- Perbesaran anguler teropong
- Panjang teropong

Penyelesaian:

Diketahui: $f_{ob} = 3 \text{ m} = 300 \text{ cm}$
 $f_{ok} = 10 \text{ cm}$

- Untuk mata tidak berakomodasi:

$$M_a = \frac{f_{ob}}{f_{ok}} = \frac{300}{10} = 30$$

Jadi, perbesaran angulernya adalah 30 kali.

- Panjang teropong:

$$d = f_{ob} + f_{ok} = 300 + 10 = 310$$

Jadi, panjang teropong adalah 310 cm.

Menguji Diri



Seseorang mengamati benda pada jarak 500 m dengan teropong bumi yang memiliki lensa objektif dengan jarak fokus 50 cm, lensa pembalik dengan jarak fokus 5 cm, dan lensa okuler dengan jarak fokus 8 cm. Jika orang tersebut mengamati dengan mata berakomodasi maksimum pada jarak 25 cm, tentukan:

- Panjang teropong
- Perbesaran anguler



Kilasan Materi

- Alat optik adalah alat yang bekerja berdasarkan pada sifat cahaya sebagai gelombang elektromagnetik.
- Daya akomodasi mata adalah kemampuan lensa mata untuk berkontraksi dan berelaksasi.
- Titik jauh adalah jarak terjauh sebuah benda yang masih dapat dilihat oleh mata.
- Titik dekat adalah jarak terdekat suatu benda yang masih dapat dilihat dengan jelas oleh mata.
- Cacat mata disebabkan oleh bergesernya titik jauh dan/atau titik dekat.
- Cacat mata astigmatisma terjadi karena kornea tidak berbentuk bola, namun lebih condong ke satu arah.
- Kacamata adalah lensa yang terbuat dari kaca untuk membantu lensa mata dalam membentuk bayangan agar tepat pada retina.
- Kacamata bifokal adalah kacamata yang menggunakan lensa positif dan negatif yang digabungkan.
- Lup adalah alat optik yang menggunakan lensa bikonveks.
- Lensa pada mikroskop yang dekat dengan benda disebut lensa objektif, dan lensa yang dekat dengan mata disebut lensa okuler.
- Teropong atau teleskop adalah alat yang digunakan untuk melihat benda-benda yang jauh agar tampak lebih dekat dan jelas.
- Teropong bumi adalah alat optik yang digunakan untuk melihat benda-benda jauh di permukaan bumi.
- Teropong prisma adalah teropong bumi yang menggunakan prisma sebagai pembalik

Refleksi

Setelah kamu mempelajari tentang alat optik, coba kamu jelaskan kembali jenis-jenis alat optik dan prinsip kerjanya! Bagian mana yang belum kamu mengerti? Diskusikanlah bersama guru dan teman-temanmu! Manfaat apa yang kamu peroleh setelah mempelajarinya?



Uji Kemampuan

A. Pilihlah jawaban yang paling tepat!

- Kemampuan mata untuk mengubah ketebalan lensa mata disebut
 - punctum proximum*
 - punctum remotum*
 - daya akomodasi
 - pupil
- Cacat mata miopi dapat ditolong dengan menggunakan kacamata
 - lensa positif
 - lensa negatif
 - cermin cembung
 - cermin cekung
- Alat optik di bawah ini yang menggunakan sebuah lensa bikonveks adalah
 - mata
 - lup
 - teleskop
 - mikroskop
- Bagian dari mikroskop yang berfungsi sama dengan pupil pada mata adalah
 - kondenser
 - lensa objektif
 - revolver
 - diafragma
- Lensa yang dekat dengan benda pada mikroskop disebut lensa
 - objektif
 - okuler
 - pembalik
 - cekung
- Agar mata yang melihat benda menggunakan mikroskop tidak cepat lelah, maka benda harus diletakkan
 - antara titik fokus dan titik pusat lensa
 - pada titik fokus lensa
 - antara titik pusat kelengkungan dan titik fokus lensa
 - lebih besar dari titik pusat kelengkungan lensa
- Bayangan yang dibentuk oleh lensa objektif pada teropong bintang adalah
 - nyata, tegak, dan diperbesar
 - nyata, terbalik, dan diperbesar
 - maya, tegak, dan diperkecil
 - maya, terbalik, dan diperbesar
- Sebuah teropong bintang memiliki lensa objektif dan lensa okuler dengan jarak fokus masing-masing 5 cm dan 2 cm. Jika panjang mikroskop tersebut adalah 20 cm maka perbesaran maksimum adalah
 - 2,5 kali
 - 6,5 kali
 - 8 kali
 - 10 kali
- Fungsi prisma siku-siku pada binokuler adalah
 - penguat cahaya
 - pengganti lensa okuler
 - pengganti lensa pembalik
 - pembias cahaya
- Sebuah alat optik yang berguna untuk melihat benda-benda yang jauh agar tampak lebih dekat dan jelas adalah
 - teleskop
 - lup
 - mikroskop
 - mata

B. Jawablah pertanyaan-pertanyaan di bawah ini!

1. Sebutkan bagian-bagian dari mata dan jelaskan cara kerjanya!
2. Sebutkan fungsi dari:
 - a. lup
 - b. mikroskop
 - c. teleskop
3. Apa perbedaan antara teropong bintang, teropong prisma, dan teropong bumi?
4. Sebuah benda diletakkan 6 cm di depan sebuah lup. Jika bayangan yang terbentuk nyata pada jarak 3 cm, tentukan perbesaran lup untuk:
 - a. mata berakomodasi maksimum
 - b. mata tidak berakomodasi
5. Sebuah teropong bumi dengan jarak fokus lensa objektif 40 cm dan jarak fokus 3 cm digunakan Yopi untuk mengamati sebuah benda dengan mata tidak berakomodasi. Jika panjang teropong yang digunakan Yopi adalah 143 cm, tentukanlah:
 - a. perbesaran teropong
 - b. panjang teropong jika digunakan dengan mata berakomodasi maksimum



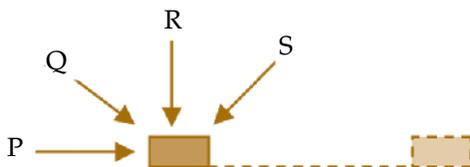
1. Apakah kamu dapat membaca suatu tulisan pada jarak 10 cm di depan matamu dengan jelas? Mengapa!
 2. Alat optik memiliki banyak kegunaan bagi kepentingan riset di bidang astronomi dan sains. Namun, alat optik juga bermanfaat bagi kehidupan sehari-hari kita. Sebutkan manfaat yang kamu rasakan dengan adanya alat optik!
 3. Jelaskan manfaat mata sebagai alat optik! Diskusikanlah dengan teman sebangkumu!
-



Uji Kemampuan Semester 2

A. Pilihlah satu jawaban yang paling tepat!

1. Dua gaya $F_1 = 300$ N dan $F_2 = 330$ N memiliki titik tangkap yang sama, namun arahnya berlawanan. Maka resultan kedua gaya itu adalah
 - a. 30 ke arah F_2
 - b. 30 ke arah F_1
 - c. 630 ke arah F_1
 - d. 630 ke arah F_2
2. Dua buah gaya dikatakan seimbang apabila
 - a. sama besar dan searah
 - b. sama besar dan berlawanan arah
 - c. tidak sama besar tetapi searah
 - d. tidak sama besar dan berlawanan arah
3. Jika sebuah bola yang massanya 16 kg bergerak dengan percepatan 4 m/s^2 maka gaya yang bekerja pada bola itu adalah
 - a. 4 N
 - b. 16 N
 - c. 32 N
 - d. 64 N
4. Perhatikan gambar berikut!



Usaha paling besar dilakukan oleh gaya

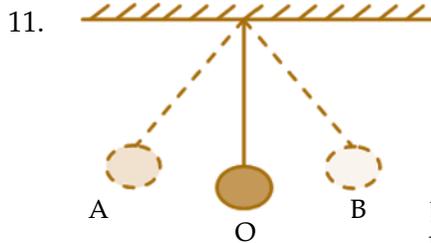
- a. P
 - b. Q
 - c. R
 - d. S
5. Urutan perubahan energi yang terjadi pada lampu senter adalah
 - a. kimia - cahaya - listrik
 - b. listrik - cahaya - kimia
 - c. kimia - listrik - cahaya
 - d. listrik - kimia - cahaya

6. Perhatikan gambar berikut!



Jika diketahui $m_2 = 3 m_1$, dan panjang batang $l = 2 \text{ m}$, maka agar kedua benda dalam keadaan setimbang, titik tumpu harus diletakkan pada jarak

- a. 0,25 dari m_1 c. 0,5 dari m_1
 b. 0,25 dari m_2 d. 0,5 dari m_2
7. Seongkah kayu yang massanya 75 kg akan diangkat menuju ketinggian 50 cm. Jika $g = 10 \text{ m/s}^2$, maka usaha yang harus dilakukan adalah
- a. 125 J c. 1250 J
 b. 375 J d. 3750 J
8. Sebuah balok yang massanya 2 kg diletakkan dengan alas yang menyentuh lantai adalah bidang A_1 . Jika balok tersebut diletakkan dengan alas yang menyentuh lantai adalah A_2 , dan $A_1 = 3A_2$, maka pernyataan berikut yang benar adalah
- a. gaya berat balok akan menjadi tiga kalinya
 b. tekanan balok akan menjadi tiga kalinya
 c. tekanan balok akan berkurang sebanyak $2/3$ -nya
 d. massa balok akan menjadi 3 kalinya
9. Sebuah kubus dengan panjang rusuk 1 m dicelupkan ke dalam air. Apabila bagian yang terendam air adalah seperempatnya dan massa jenis kubus adalah 4 g/cm^3 , maka berat air yang dipindahkan kubus adalah
- a. 1250 N c. 4000 N
 b. 2750 N d. 5000 N
10. Jika perbandingan volume gas di kelas A dan kelas B adalah 2:3, maka perbandingan tekanan di kelas B dan kelas A adalah
- a. 1:3 c. 3:1
 b. 2:3 d. 3:2

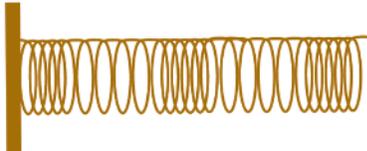


Bandul bergerak dari B - O - A - O - B - O - A, berarti bandul mengalami

- a. satu getaran c. satu seperempat getaran
 b. satu setengah getaran d. dua getaran

12. Gelombang air laut mendekati mercusuar dengan cepat rambat 6 m/s. Jika jarak antara dua dasar gelombang yang berdekatan adalah 3 m, maka frekuensi gelombang tersebut adalah
- 0,5 Hz
 - 2 Hz
 - 5 Hz
 - 18 Hz

13. Perhatikan gambar berikut!



Jika panjang satu gelombang pegas adalah λ , maka panjang gelombang pegas di atas adalah

- 20 λ
 - 5 λ
 - 2,5 λ
 - 1 λ
14. Suatu gelombang yang panjangnya 500 cm merambat dengan kecepatan 72 km/jam. Periode gelombang tersebut adalah
- 0,25 s
 - 4 s
 - 6,7 s
 - 25 s
15. Andi mendengar bunyi petir 2 detik setelah ia melihat kilatan cahaya. Jika cepat rambat bunyi saat itu 340 m/s, maka jarak andi dari tempat terjadinya petir adalah
- $6,8 \times 10^{-2}$ m
 - $6,8 \times 10^{-1}$ m
 - $6,8 \times 10^1$ m
 - $6,8 \times 10^2$ m
16. Sifat bayangan yang dibentuk oleh cermin cekung jika benda berada di antara pusat dan fokus cermin adalah
- nyata, terbalik, diperbesar
 - nyata, terbalik, sama besar
 - maya, terbalik, diperbesar
 - nyata, tegak, diperbesar
17. Sebuah benda yang tingginya 20 cm diletakkan 15 cm di depan cermin cekung yang jarak fokusnya 10 cm. Jarak bayangan benda ke cermin adalah
- 15 cm
 - 20 cm
 - 25 cm
 - 30 cm

18. Sebuah lensa cekung memiliki kekuatan lensa 20 dioptri. Jari-jari kelengkungan lensa tersebut adalah
 - a. 0,05 m
 - b. 0,1 m
 - c. 5 m
 - d. 10 m

19. Seorang penderita hipermetropi tidak dapat membaca dengan jelas pada jarak 150 cm. Kacamata yang diperlukan untuk membantunya harus mempunyai kuat lensa sebesar
 - a. 20 dioptri
 - b. 5 dioptri
 - c. 0,2 dioptri
 - d. 0,05 dioptri

20. Sebuah mikroskop memiliki lensa objektif dan lensa okuler dengan jarak fokus masing-masing 1,2 cm dan 2,5 cm. Jika panjang mikroskop tersebut adalah 23 cm maka perbesaran maksimum adalah
 - a. 11 kali
 - b. 179 kali
 - c. 228 kali
 - d. 160 kali

B. Jawablah pertanyaan-pertanyaan berikut ini!

1. Jelaskan pengertian usaha dan energi! Apa perbedaan di antara keduanya?
2. Jelaskan tentang Hukum Newton!
3. Jelaskan prinsip Archimedes tentang konsep terapung, melayang, dan tenggelam!
4. Jelaskan perbedaan antara pemantulan cahaya pada cermin datar dengan pemantulan cahaya pada cermin lengkung!
5. Jelaskan fungsi alat optik bagi kehidupan manusia!

C. Merangkai Huruf

Rangkaikan huruf-huruf pada kata berikut ini sehingga menjadi sebuah kata yang ada hubungannya dengan materi semester 2 ini!

1. SAUHA
2. IRENGE
3. HCAYAA
4. PITOK
5. PROPDLE
6. NOMBLEGAG
7. WOTNEN
8. RIDHLOIK
9. PETSOKLE
10. PAMTODUIL

Glosarium

Alat optik adalah alat yang bekerja berdasarkan pada sifat cahaya sebagai gelombang elektromagnetik.

Amfiartrosis adalah bentuk hubungan antartulang oleh kartilago yang menyebabkan adanya sedikit gerakan.

Amplitudo adalah simpangan terjauh.

Anemia adalah penyakit ini disebabkan oleh kurangnya sel darah merah (eritrosit) dalam tubuh.

Anion adalah atom atau kumpulan atom yang bermuatan listrik negatif.

Anti oksidan adalah zat aditif pada makanan berupa senyawa yang mudah teroksidasi.

Apendiksitis adalah peradangan pada apendiks (umbai cacing) yang disebabkan infeksi bakteri.

Arteri adalah pembuluh darah yang mengangkut darah dari jantung ke seluruh tubuh.

Asam absisat adalah hormon yang menghambat pertumbuhan tumbuhan.

Atom adalah bagian terkecil dari suatu unsur.

Auksin adalah hormon yang berasal dari titik tumbuh tumbuhan seperti ujung tunas, kambium, bunga, buah, dan ujung akar.

Baji adalah pesawat sederhana yang menggunakan dua bidang miring yang disatukan.

Bakterisida adalah obat kimia yang digunakan untuk memberantas hama tanaman berupa bakteri dan virus.

Bejana berhubungan adalah suatu wadah atau bejana yang tidak memiliki sekat atau saling berhubungan.

Benda gelap adalah benda-benda yang tidak dapat memancarkan cahaya.

Cepat rambat gelombang adalah jarak yang ditempuh oleh gelombang selama satu detik.

Daya adalah laju dalam suatu usaha atau perubahan laju energi dari satu bentuk ke bentuk lain.

Daya akomodasi adalah kemampuan lensa untuk berkontraksi dan berelaksasi.

Depresan adalah obat yang dapat menurunkan kerja sistem saraf, menurunkan kesadaran, dan mengantuk.

Desah adalah bunyi yang berfrekuensi tidak teratur.

Diartrosis adalah hubungan antara tulang yang satu dengan tulang yang lain oleh persendian sehingga bisa bergerak dengan leluasa.

Dislokasi adalah pergeseran kedudukan sendi karena sobek atau tertariknya ligamen.

Dongkrak hidrolik adalah alat yang digunakan untuk mengangkat mobil ketika mengganti ban mobil.

Ekspirasi adalah proses menghembuskan udara.

Energi adalah kemampuan untuk melakukan suatu usaha.

Energi kinetik adalah energi yang dimiliki benda karena geraknya atau kelajuannya.

Energi mekanik adalah energi yang berkaitan dengan gerak atau kemampuan untuk bergerak.

Energi potensial adalah energi yang dimiliki benda karena posisinya.

Fotosintesis adalah proses kimia yang terjadi pada tumbuhan hijau dengan bantuan energi sinar matahari untuk membentuk gula atau karbohidrat dan oksigen, dari karbon dioksida dan air.

Frekuensi adalah banyaknya getaran dalam satu detik.

Frekuensi audio (range audible) adalah bunyi dengan frekuensi 20 Hz sampai 20.000 Hz.

Frekuensi infrasonik adalah bunyi dengan frekuensi dibawah 20 Hz.

Frekuensi ultrasonik adalah bunyi dengan frekuensi diatas 20.000 Hz.

Fungisida adalah obat kimia yang digunakan untuk memberantas hama tanaman berupa jamur atau cendawan.

Gaung adalah bunyi pantul yang terdengar bersamaan dengan bunyi asli yang lain sehingga terdengar tidak jelas.

Gaya adalah suatu dorongan atau tarikan.

Gaya gesekan adalah gaya yang timbul akibat pergeseran antara dua permukaan yang bersentuhan.

Gaya sentuh adalah gaya yang bekerja pada benda dengan titik kerjanya berada pada permukaan benda.

Gaya tak sentuh adalah gaya yang bekerja pada benda dengan titik kerjanya tidak bersentuhan dengan benda.

Gelombang adalah getaran atau energi yang merambat.

Gelombang berjalan adalah gelombang yang memindahkan energi ketika sedang merambat dari sumber usikan.

Gelombang longitudinal adalah gelombang yang arah getarannya sejajar dengan arah rambatannya.

Gelombang transversal adalah gelombang yang arah getarannya tegak lurus dengan arah rambatannya.

Gema adalah bunyi pantul yang terdengar setelah bunyi asli sehingga terdengar jelas.

Gerak endonom adalah gerak bagian tumbuhan karena disebabkan faktor dari dalam tumbuhan sendiri.

Gerak esionom adalah gerak pada tumbuhan yang dipengaruhi oleh rangsangan dari luar tumbuhan.

Gerak higroskopis adalah gerak pada tumbuhan karena disebabkan pengaruh perubahan kadar air dan pengaruh kelembapan.

Gerak nasti adalah gerak bagian tumbuhan yang tidak dipengaruhi oleh arah datangnya rangsangan.

Gerak peristaltik adalah gerakan melebar dan menyempit, bergelombang dan meremas-remas guna mendorong makanan masuk.

Gerak taksis adalah gerak perpindahan tumbuhan karena adanya rangsangan yang diterima.

Gerak tropisme adalah gerak bagian tumbuhan yang dipengaruhi arah datangnya rangsangan.

Getaran adalah peristiwa gerak bolak-balik sebuah benda terhadap suatu titik kesetimbangan.

Halusinogen adalah obat yang dapat menimbulkan halusinasi, yaitu mendengar atau melihat sesuatu yang tidak nyata.

Hama adalah hewan yang merusak bagian organ tumbuhan.

Hemofili adalah merupakan penyakit turunan, di mana darah yang keluar dari pembuluh darah tidak dapat membeku.

Herbisida adalah jenis pestisida yang digunakan untuk membasmi tanaman pengganggu (gulma).

Hernia abdominalis adalah sobeknya otot dinding perut yang lemah sehingga usus melorot masuk ke rongga perut.

Hipertensi adalah tekanan darah yang melebihi normal sehingga dapat menyebabkan pecahnya pembuluh darah dan stroke (penyumbatan pembuluh darah pada otak).

Hormon adalah senyawa organik tumbuhan yang mampu menimbulkan respons fisiologi pada tumbuhan.

Indeks bias adalah perbandingan antara cepat rambat cahaya pada medium 1 dan medium 2.

Insektisida adalah obat (bahan) kimia yang digunakan untuk memberantas hama tanaman berupa serangga.

Inspirasi adalah proses menghirup udara.

Ion adalah atom atau gabungan beberapa atom yang mempunyai muatan listrik positif atau negatif.

Jaringan adalah kumpulan sel yang mempunyai bentuk, asal, fungsi, dan struktur sama.

Jaringan dewasa adalah jaringan yang telah mengalami diferensiasi.

Jaringan epidermis adalah jaringan paling luar yang menutupi seluruh permukaan tubuh tumbuhan.

Jaringan meristem adalah jaringan muda yang bersifat embrional dan spesialisasi.

Kacamata adalah lensa yang terbuat dari kaca untuk membantu lensa mata dalam membentuk bayangan agar tepat pada retina.

Kacamata bifokal adalah kacamata yang menggunakan lensa positif dan negatif yang digabungkan.

Kaca planparalel adalah benda optik yang dibatasi oleh dua bidang yang rata dan sejajar.

Kation adalah atom atau kumpulan atom yang memiliki muatan listrik positif.

Klorosis adalah penyakit pada tumbuhan dengan gejala daun berwarna pucat karena kekurangan magnesium dan kalsium.

Kuat lensa adalah kemampuan sebuah lensa untuk mengumpulkan atau menyebarkan berkas sinar.

Lensa adalah benda optik yang dibatasi oleh dua permukaan lengkung.

Leukimia adalah merupakan penyakit yang ditimbulkan akibat adanya sel darah putih yang terlalu tinggi.

Lup adalah alat optik yang menggunakan lensa bikonveks.

Metamorfosis adalah proses perkembangan menjadi hewan dewasa yang mengalami perubahan bentuk yang berbeda dengan tahap sebelumnya.

Molekul senyawa adalah partikel terkecil dari suatu senyawa yang masih memiliki sifat yang sama dengan senyawa itu.

Nada adalah bunyi dengan frekuensi yang teratur.

Nikotin adalah racun yang terdapat pada tembakau dan dapat menimbulkan efek ketagihan serta dapat menaikkan tekanan darah.

Panjang gelombang adalah jarak yang ditempuh oleh gelombang dalam satu periode.

Pemanis adalah zat yang ditambahkan kepada makanan atau minuman sehingga menimbulkan rasa manis.

Pencernaan adalah proses pemecahan makanan menjadi molekul yang lebih sederhana.

Pengawet adalah bahan kimia yang sering digunakan untuk mengawetkan makanan sehingga dapat bertahan dalam jangka waktu yang lama.

Periode adalah selang waktu yang diperlukan sebuah benda untuk melakukan satu getaran lengkap.

Perkecambahan adalah pertumbuhan awal pada tumbuhan dari biji menjadi tanaman baru.

Perkembangan adalah perubahan atau diferensiasi sel menuju keadaan yang lebih dewasa.

Pernapasan adalah proses pengambilan oksigen dari udara dan mengeluarkan karbon dioksida ke udara.

Persendian adalah jaringan penyambung antara tulang yang satu dengan tulang yang lain untuk membentuk rangka tubuh.

Pertumbuhan adalah suatu proses penambahan ukuran, baik volume, bobot, dan jumlah sel yang bersifat irreversible (tidak dapat kembali ke asal).

Pestisida adalah sebutan untuk semua jenis obat (bahan kimia) pembasmi hama yang ditujukan

terhadap serangga, jamur, bakteri, dan hama lainnya.

Plasma darah adalah cairan berwarna kuning yang dalam reaksi bersifat sedikit alkali.

Prisma adalah benda optik yang dibatasi oleh dua bidang pembatas yang rata dan berpotongan (tidak sejajar).

Psikotropika adalah suatu zat atau obat yang dapat berpengaruh pada pikiran dan sistem saraf penggunaannya.

Rakhitis adalah penyakit tulang menjadi rapuh karena kekurangan vitamin D dengan gejala tulang kaki berbentuk X atau O.

Resultan gaya adalah keseluruhan gaya yang diberikan pada suatu benda.

Sekrup adalah pesawat sederhana yang dibentuk dari bidang miring yang dililitkan mengitari sebuah batang atau silinder sebagai pusatnya sehingga terlihat sebagai spiral.

Simpangan adalah jarak antara posisi benda saat bergetar dengan posisi pada keadaan setimbang.

Sinartrosis adalah hubungan antartulang yang tidak memungkinkan adanya pergerakan.

Sistem peredaran darah adalah sistem yang berfungsi untuk mengedarkan makanan dan O_2 ke seluruh tubuh.

Stimulan adalah obat yang dapat memberikan rangsangan kepada syaraf sehingga dapat menimbulkan efek lebih percaya diri.

Sudut deviasi (d) adalah sudut antara berkas sinar datang dan berkas sinar keluar prisma.

Sumber cahaya adalah setiap benda yang dapat memancarkan cahaya sendiri.

Tar adalah zat kimia yang muncul ketika tembakau dibakar.

TBC (Tuberculosis) adalah penyakit paru-paru yang diakibatkan oleh serangan bakteri *Mycobacteria tuberculosis* yang menyebabkan difusi oksigen akan terganggu karena adanya bintik-bintik atau peradangan pada dinding alveolus.

Tekanan adalah besaran skalar yang menunjukkan besarnya gaya per satuan luas permukaan tempat gaya itu bekerja.

Tekanan hidrostatik adalah tekanan yang disebabkan oleh zat cair yang berada pada kedalaman tertentu.

Tekanan udara adalah gaya persatuan luas yang bekerja pada suatu bidang oleh gaya berat kolom udara yang berada di atasnya.

Teleskop adalah alat yang digunakan untuk melihat benda-benda yang jauh agar tampak lebih dekat dan jelas.

Teropong bumi adalah alat optik yang digunakan untuk melihat benda-benda jauh di permukaan bumi.

Teropong prisma adalah teropong bumi yang menggunakan prisma sebagai pembalik.

Titik dekat adalah jarak terdekat suatu benda yang masih dapat dilihat dengan jelas oleh mata.

Titik jauh adalah jarak terjauh sebuah benda yang masih dapat dilihat oleh mata.

Tuas atau pengungkit adalah sebuah batang yang dapat diputar di sekitar titik tumpu.

Usaha adalah suatu gaya yang dilakukan pada sebuah benda dan menyebabkan benda itu bergerak.

Varises adalah pelebaran pembuluh darah (vena).

Vena adalah pembuluh darah yang mengangkut darah dari seluruh tubuh ke jantung.

Zat adiktif adalah zat yang dapat menyebabkan efek ketagihan bagi pemakainya.

Zat aditif adalah zat-zat tambahan yang digunakan pada makanan dengan tujuan tertentu.

Indeks

- Alat optik 247, 248, 250, 259, 251, 253, 256, 258, 260
- Alkohol 135, 136, 137, 138, 140, 141
- Amfiartrosis 24, 25, 34, 35
- Amplitudo 198, 199, 201, 203, 206, 207, 208
- Anemia 64, 66, 67
- Anion 99, 100, 104, 105, 106
- Anti oksidan 121, 128, 129, 130
- Apendiksitis 43, 44,
- Asam absisat 6, 18, 19,
- Atom 96, 97, 98, 99, 100, 101, 105, 106
- Auksin 5, 6, 18, 19,
- Baji 172, 174
- Bakterisida 114
- Bayangan 226, 229, 230, 232, 233, 239, 240, 241, 242, 246
- Bejana berhubungan 177, 188, 194
- Benda gelap 224, 225, 237, 244
- Bidang miring 161, 168, 171, 172, 173, 174, 174, 175, 176
- Boraks 125, 131
- Candu 138, 141
- Cepat rambat gelombang 197, 204, 205, 206, 207, 208
- Daya 161, 166, 167, 168, 174, 175, 176
- Daya akomodasi 249, 258, 259
- Depresan 138, 140, 141
- Desah 212, 220
- Diartrosis 24, 25, 34, 35,
- Dislokasi 31, 34,
- Dongkrak hidrolik 182, 183, 194, 195
- Ekspirasi 47, 48, 49, 54,
- Energi 161, 163, 164, 165, 166, 167, 174, 175, 176
- Energi kinetik 163, 164, 165, 174, 175
- Energi mekanik 161, 163, 165, 166, 174, 175
- Energi potensial 163, 164, 165, 174
- Eritrosit 61, 62, 63, 64, 66, 67
- Formalin 123, 125, 131
- Fotosintesis 83, 84, 85, 86, 92, 93, 94
- Frekuensi 197, 200, 204, 205, 206, 208
- Frekuensi audio 213, 220
- Fungisida 114
- Gaung 217, 218, 220, 221, 222,
- Gaya 147, 148, 149, 150, 151, 152, 153, 154, 155, 156, 157, 158, 159
- Gaya gesekan 147, 148, 149, 153, 155, 156, 158, 159
- Gaya sentuh 149, 158, 159
- Gaya tak sentuh 149, 159
- Gelombang 197, 200, 201, 202, 203, 204, 205, 206, 207, 208

Gelombang berjalan 202, 206
 Gelombang longitudinal 202, 203, 204, 206, 207, 208
 Gelombang transversal 202, 203, 204, 206, 208
 Gema 219, 220, 222
 Gerak endonom 83, 86, 89, 91, 92
 Gerak esionom 83, 86, 87, 91, 92, 94
 Gerak higroskopis 83, 86, 89, 92,
 Gerak nasti 87, 91, 92,
 Gerak taksis 87, 88, 92,
 Gerak tropisme 87, 92,
 Gerakan peristaltik 40, 43, 44
 Getaran 197, 198, 199, 201, 203, 206, 208
 Halusinogen 138, 140, 141,
 Hama 83, 90, 91, 92, 94
 Hemofili 64, 66, 67
 Herbisida 115,
 Hernia abdominalis 33, 34,
 Hipertensi 64, 66,
 Hormon 1, 5, 6, 18, 19
 Indeks bias 235, 236, 237, 244
 Infrasonik 213, 220
 Insektisida 114
 Inspirasi 47, 48, 49, 54
 Ion 95, 96, 99, 100, 103, 104, 105, 106,
 Jaringan 69, 70, 71, 72, 74, 75, 76, 77, 78,
 Jaringan dewasa 69, 70, 79, 80, 81
 Jaringan epidermis 70, 71, 80, 82
 Jaringan meristem 69, 70, 72, 80, 82
 Kaca planparalel 237, 244
 Kacamata 247, 248, 250, 251, 258, 259
 Kacamata bifokal 250, 258
 Kation 99, 100, 104, 105, 106
 Klorofil 84, 85, 86, 92, 93
 Klorosis 7, 18
 Kuat lensa 223, 243, 244
 Lensa 238, 239, 240, 241, 242, 243
 Leukimia 64, 67
 Leukosit 61, 62, 66, 67
 Lup 251, 252, 258, 259, 260
 Metamorfosis 9, 10, 18
 Molekul 96, 100, 101, 102, 103, 104, 105, 106
 Monosodium glutamat 123, 125, 127, 129, 131
 Nada 209, 212, 213, 218, 220, 221
 Nikotin 135, 140, 141
 Panjang gelombang 197, 204, 205, 206, 207,
 Pemanis 122, 124, 125, 128, 129, 130, 131,
 Pemantulan 223, 224, 227, 228, 231, 235, 236, 237, 244, 246
 Pembersih 110, 118, 119, 120,
 Pembiasan 223, 224, 235, 236, 237, 244, 245, 246
 Pemutih 107, 110, 111, 112, 118, 119, 120
 Pencernaan 37, 38, 40, 41, 42, 43, 44, 45, 46,
 Pengawet 121, 122, 125, 127, 128, 129, 130, 131,
 Penyedap rasa 121, 127, 128
 Periode 198, 199, 201, 204, 205, 206, 207, 208
 Perkecambahan 3, 6, 18, 20
 Perkembangan 1, 2, 3, 5, 6, 8, 9, 10, 11, 12, 14, 16, 17, 18, 20
 Pernapasan 47, 48, 49, 50, 51, 53, 55, 56
 Persendian 21, 24, 25, 30, 31, 32, 33, 34,
 Pertumbuhan 1, 2, 3, 4, 5, 6, 7, 8, 10, 11, 12, 14, 15, 16, 17, 18, 20
 Pestisida 114, 115, 116, 118, 119, 120
 Pewangi 107, 108, 112, 113, 118, 119,
 Pewarna 122, 125, 126, 131
 Plasma darah 61, 63, 66, 67
 Prisma 223, 237, 238, 244, 245

Psikotropika 133, 137, 138, 139, 140, 141, 142
Rakhitis 30, 34,
Resultan gaya 151, 152, 153, 158, 159, 160
Sekrup 172, 173, 174
Simpangan 198, 199, 202, 206, 207
Sinartrosis 24, 34, 35
Sistem peredaran darah 57, 58, 63, 64, 65, 66, 68,
Stimulan 138, 140, 141
Sudut deviasi 238, 244
Sumber cahaya 224, 236, 244
Surfaktan 109
Tar 135, 136, 140, 141
TBC (Tuberculosis) 47, 53, 54, 55
Tekanan 178, 179, 180, 181, 182, 183, 185, 186, 188, 195, 196
Tekanan hidrostatik 180, 181, 188, 194
Tekanan udara 190, 191, 192, 194, 195
Teleskop 247, 255, 258, 259, 260
Teropong bumi 247, 255, 256, 257, 258, 260
Teropong prisma 247, 255, 257, 258, 260
Titik dekat 249, 251, 252, 254, 255, 258
Titik jauh 249, 258
Trombosit 61, 62, 66, 67, 68
Tuas 161, 168, 169, 170, 174, 175, 176
Ultrasonik 213, 218, 220
Usaha 161, 162, 163, 166, 167, 168, 170, 173, 174, 175, 176
Varises 64, 66, 67,
Vena 58, 59, 60, 63, 64, 66,
Zat adiktif 133, 134, 136, 137, 141, 142
Zat aditif 121, 122, 123, 125, 128, 129, 130, 132