



KEMENTERIAN PENDIDIKAN MALAYSIA

FIZIK

Tingkatan

5





rukun Negara

Bahawasanya Negara Kita Malaysia
mendukung cita-cita hendak;

Mencapai perpaduan yang lebih erat dalam kalangan
seluruh masyarakatnya;

Memelihara satu cara hidup demokrasi;

Mencipta satu masyarakat yang adil di mana kemakmuran negara
akan dapat dinikmati bersama secara adil dan saksama;

Menjamin satu cara yang liberal terhadap
tradisi-tradisi kebudayaannya yang kaya dan pelbagai corak;

Membina satu masyarakat progresif yang akan menggunakan
sains dan teknologi moden;

MAKA KAMI, rakyat Malaysia,
berikrar akan menumpukan
seluruh tenaga dan usaha kami untuk mencapai cita-cita tersebut
berdasarkan prinsip-prinsip yang berikut:

**KEPERCAYAAN KEPADA TUHAN
KESETIAAN KEPADA RAJA DAN NEGARA
KELUHURAN PERLEMBAGAAN
KEDAULATAN UNDANG-UNDANG
KESOPANAN DAN KESUSILAAN**

KURIKULUM STANDARD SEKOLAH MENENGAH

FIZIK

Tingkatan

5

PENULIS

Koay Kheng Chuan
Chia Song Choy
Nor Rizah binti Bongkek
Juhaida binti Kasron
Mohd Khairul Anuar bin Md Mustafa
Pradeep Kumar Chakrabarty

EDITOR

Norazlina binti Hamat
Kanageaswarry Thangarajan

PEREKA BENTUK

Sarimah binti Mohamed Tap

ILUSTRATOR

Arman bin Saat



PENERBIT BESTARI SDN. BHD.

2020



KEMENTERIAN PENDIDIKAN MALAYSIA

NO SIRI BUKU: 0102

KPM2020 ISBN 978-983-092-446-5
Cetakan Pertama 2020
© Kementerian Pendidikan Malaysia

Hak cipta terpelihara. Mana-mana bahan dalam buku ini tidak dibenarkan diterbitkan semula, disimpan dalam cara yang boleh dipergunakan lagi, ataupun dipindahkan dalam sebarang bentuk atau cara, baik dengan cara bahan elektronik, mekanik, penggambaran semula mahupun dengan cara perakaman tanpa kebenaran terlebih dahulu daripada Ketua Pengarah Pelajaran Malaysia, Kementerian Pendidikan Malaysia. Perundingan tertakluk kepada perkiraan royalti atau honorarium.

Diterbitkan untuk Kementerian Pendidikan Malaysia oleh:

Penerbit Bestari Sdn. Bhd.
199301003520 (258257-P)
No. 22-01, Jalan Molek 1/10,
Taman Molek, 81100 Johor Bahru,
Johor Darul Takzim.
Tel: 07-3612868 Faks: 07-3526292
Laman sesawang: www.pbestarisb.com

Reka letak dan atur huruf oleh:
Penerbit Bestari Sdn. Bhd.
199301003520 (258257-P)

Muka Taip Teks: Minion Pro
Saiz Taip Teks: 11 poin

Dicetak oleh:
Percetakan Rina Sdn. Bhd.
197701000987 (31964-X)
Lot 45, Persiaran Mewah,
Bandar Tun Razak, Cheras
56000 Kuala Lumpur.

Penghargaan

Penerbitan buku teks ini melibatkan kerjasama banyak pihak. Sekalung penghargaan dan terima kasih ditujukan kepada semua pihak yang terlibat:

- Jawatankuasa Penambahbaikan Prof Muka Surat, Bahagian Sumber dan Teknologi Pendidikan, Kementerian Pendidikan Malaysia.
- Jawatankuasa Penyemakan Naskhah Sedia Kamera, Bahagian Sumber dan Teknologi Pendidikan, Kementerian Pendidikan Malaysia.
- Pegawai-pegawai Bahagian Sumber dan Teknologi Pendidikan dan Bahagian Pembangunan Kurikulum Kementerian Pendidikan Malaysia.
- Akademi Seni Budaya dan Warisan Kebangsaan (ASWARA).
- Sekolah Tun Fatimah, Johor Bahru.

KANDUNGAN



Pendahuluan

Tema 1 Mekanik Newton

Bab 1 Daya dan Gerakan II

1.1	Daya Paduan	2
1.2	Leraian Daya	13
1.3	Keseimbangan Daya	18
1.4	Kekenyalan	24
	Praktis Sumatif	34

Bab 2 Tekanan

2.1	Tekanan Cecair	40
2.2	Tekanan Atmosfera	49
2.3	Tekanan Gas	56
2.4	Prinsip Pascal	60
2.5	Prinsip Archimedes	66
2.6	Prinsip Bernoulli	78
	Praktis Sumatif	86



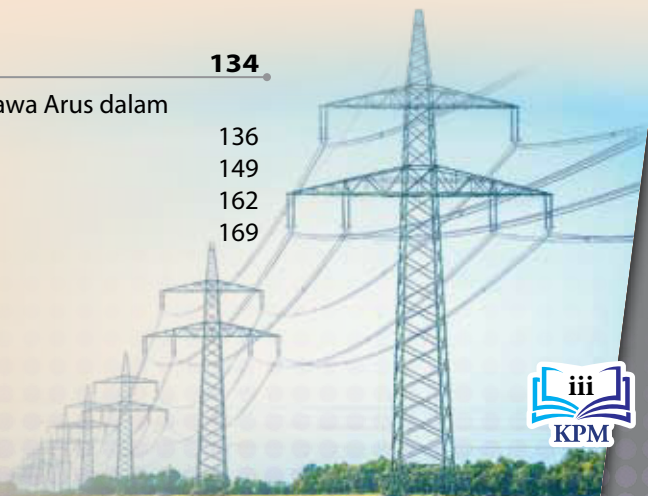
Tema 2 Elektrik dan Keelektromagnetan

Bab 3 Elektrik

3.1	Arus dan Beza Keupayaan	92
3.2	Rintangan	100
3.3	Daya Gerak Elektrik (d.g.e) dan Rintangan Dalam	114
3.4	Tenaga dan Kuasa Elektrik	124
	Praktis Sumatif	130

Bab 4 Keelektromagnetan

4.1	Daya ke Atas Konduktor Pembawa Arus dalam suatu Medan Magnet	136
4.2	Aruhan Elektromagnet	149
4.3	Transformer	162
	Praktis Sumatif	169



Tema 3 Fizik Gunaan

Bab 5 Elektronik

172

5.1	Elektron	174
5.2	Diod Semikonduktor	181
5.3	Transistor	187
	Praktis Sumatif	195



Tema 4 Fizik Moden

Bab 6 Fizik Nuklear

198

6.1	Reputan Radioaktif	200
6.2	Tenaga Nuklear	208
	Praktis Sumatif	219



Bab 7 Fizik Kuantum

222

7.1	Teori Kuantum Cahaya	224
7.2	Kesan Fotoelektrik	234
7.3	Teori Fotoelektrik Einstein	238
	Praktis Sumatif	247

Jawapan	251
Glosari	254
Rujukan	255
Indeks	256



Pendahuluan



Buku Teks **Fizik Tingkatan 5** Kurikulum Standard Sekolah Menengah (KSSM) ini ditulis berdasarkan Dokumen Standard Kurikulum dan Pentaksiran (DSKP) Fizik Tingkatan 5 yang disediakan oleh Kementerian Pendidikan Malaysia. Bagi menjayakan pelaksanaan KSSM dan memenuhi keperluan DSKP, buku ini ditulis berasaskan tiga domain, iaitu pengetahuan, kemahiran dan nilai. Buku ini dilengkapi dengan pelbagai ciri-ciri istimewa yang memberi penekanan terhadap penerapan Sains, Teknologi, Kejuruteraan dan Matematik (STEM), kemahiran berfikir, kemahiran saintifik dan pemikiran komputasional (PK) supaya murid dapat menguasai kemahiran yang diperlukan pada abad ke-21 dan menjadi individu yang fikrah sains.

Ciri-ciri istimewa dalam buku ini adalah seperti berikut:

Kod QR

Kod QR pada kulit buku untuk mendapatkan

- (a) Huraian tema buku
- (b) Biodata penulis
- (c) Maklumat dan fakta yang dikemaskini (Sekiranya ada).



Sains, Teknologi, Kejuruteraan dan Matematik

STEM

Aktiviti yang melibatkan pembelajaran berasaskan projek melalui pendekatan STEM (Sains, Teknologi, Kejuruteraan dan Matematik).

Pendekatan STEM ialah pengajaran dan pembelajaran yang mengaplikasikan pengetahuan, kemahiran dan nilai STEM.

Aktiviti Pembelajaran Abad ke-21 (PAK-21)

Pelbagai aktiviti yang menekankan pembelajaran berpusatkan murid dan berunsur Kemahiran Berfikir Aras Tinggi (KBAT).

Kemahiran Abad ke-21

Aktiviti yang melibatkan:

- Kemahiran berfikir dan menyelesaikan masalah **KBMM**
- Kemahiran interpersonal dan arah sendiri **KIAK**
- Kemahiran maklumat dan komunikasi **KMK**

Pemikiran Komputasional

Aktiviti yang melibatkan:

- **Leraian** (Decomposition)
- **Pengecaman Corak** (Pattern Recognition)
- **Peniskalaan** (Abstraction)
- **Algoritma** (Algorithms)
- **Pemikiran Logik** (Logical Reasoning)
- **Penilaian** (Evaluation)

Alat berfikir

Penggunaan pelbagai alat berfikir seperti alat lembaran pengurusan grafik, peta minda dan peta pemikiran untuk membantu murid menguasai kemahiran berfikir.

SP 1.1.1

Menunjukkan Standard Pembelajaran pada setiap halaman.

EMK

Mengaplikasikan elemen merentas kurikulum yang berkaitan dengan kurikulum pembelajaran.

Jom Cuba

Aktiviti ringkas yang boleh dijalankan oleh murid.



Soalan **KBAT** yang menguji keupayaan murid dalam mengaplikasikan pengetahuan, kemahiran dan nilai dalam membuat penaaakulan dan refleksi bagi menyelesaikan masalah, membuat keputusan, berinovasi serta berupaya mencipta sesuatu.

Langkah Berjaga-jaga

Langkah yang perlu diambil oleh murid untuk mendapatkan keputusan yang jitu dan mengelakkan daripada berlakunya sebarang kemalangan semasa menjalankan penyiasatan saintifik.

Rantaian Konsep

Rumusan ringkas pada akhir setiap bab dalam bentuk peta konsep.

Galeri MAKLUMAT

Maklumat tambahan yang menarik berkaitan dengan sesuatu topik.

INFO Celik

Nota ringkas dan mudah untuk murid menghafal.

Gerbang SAINS, TEKNOLOGI dan MASYARAKAT

Maklumat mengenai aplikasi sains dan teknologi.

Getus Minda

Soalan yang mencabar pemikiran murid.

IMBAS KEMBALI

Maklumat mengenai tajuk yang telah dipelajari.

Nota

Keterangan ringkas untuk menjelas atau menghuraikan sesuatu yang berkaitan dengan topik.

Refleksi

Membolehkan murid menilai tahap penguasaan mereka mengenai bab yang telah dipelajari.

Malaysiaku Gemilang

Maklumat mengenai elemen patriotik, budaya atau pencapaian masyarakat Malaysia.

Kios Kerjaya

Maklumat mengenai kerjaya yang berkaitan dengan bidang fizik.



Contoh soalan berserta penyelesaian masalah yang menguji pemahaman murid.



Laman sesawang diberikan untuk mendapatkan maklumat tambahan.



Permainan silang kata untuk mengingat kembali kata kunci penting yang berkaitan dengan topik.



Menyediakan kuiz interaktif yang ringkas di akhir setiap bab.

Cabaran Abad ke-21

Latihan pengayaan dengan soalan-soalan KBAT Aras 5 (Menilai) dan Aras 6 (Mencipta)

Praktis Formatif

Soalan-soalan untuk menguji kefahaman murid pada akhir setiap subtopik.

Praktis Sumatif

Soalan-soalan berbentuk KBAR dan KBAT pelbagai aras untuk menguji kefahaman murid pada akhir setiap bab.

Aktiviti dalam buku ini terdiri daripada:



Panduan Mengimbas AR (Augmented Reality) untuk Animasi Tiga Dimensi yang Interaktif

Imbas kod QR di sebelah untuk memuat turun aplikasi.



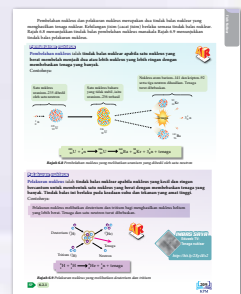
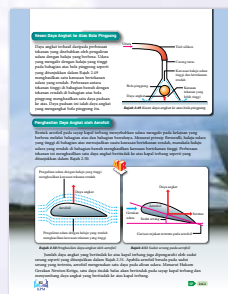
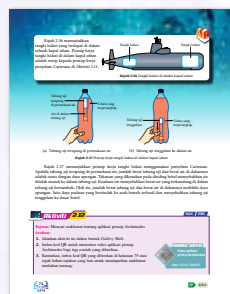
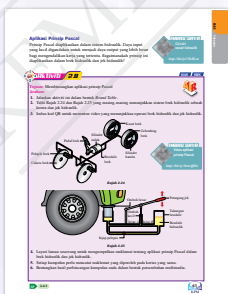
Gunakan aplikasi pengimbas QR dan imbas kod QR di sebelah untuk memuat turun AR Buku Teks.



Seterusnya, gunakan aplikasi tersebut untuk mengimbas halaman yang mempunyai ikon AR (halaman 63, 74, 82, 152 dan 209).



Halaman 152



BAB

1

Daya dan Gerakan II

Bagaimanakah daya paduan boleh ditentukan?

Bagaimanakah satu daya boleh dilaraikan kepada dua komponen?

Bagaimanakah daya-daya dalam keseimbangan diwakili oleh gambar rajah vektor?

Apakah faktor-faktor yang mempengaruhi pemalar spring?

Anda akan mempelajari:

- 1.1** Daya Paduan
- 1.2** Leraian Daya
- 1.3** Keseimbangan Daya
- 1.4** Kekenyalan



Portal Informasi

Jambatan gantung Langkawi atau Langkawi *Skybridge* terletak di puncak Gunung Mat Cincang di Pulau Langkawi, Kedah. Jambatan ini merupakan laluan pejalan kaki melengkung yang terpanjang di dunia.

Rentang jambatan sepanjang 125 meter digantung menggunakan lapan utas kabel pada satu pilon sahaja. Walaupun pilon dengan ketinggian 81.5 meter dalam keadaan condong dan rentang jambatan itu melengkung, Langkawi *Skybridge* sentiasa dalam keadaan stabil. Reka bentuk struktur jambatan ini telah mengambil kira tindakan daya luar seperti tiupan angin, pergerakan pelancong dan pengagihan beban. Semua daya yang dikenakan ke atas jambatan haruslah mencapai suatu keseimbangan bagi menjamin keteguhan struktur jambatan dan keselamatan penggunaanya.



<http://bit.ly/37V5Dah>

Kepentingan Bab Ini

Jurutera dan pereka bentuk struktur perlu memahami dan mengaplikasikan konsep asas fizik seperti daya paduan, leraian daya dan keseimbangan daya semasa mereka bentuk sesuatu struktur yang unik. Aspek-aspek ini penting bagi menjamin keteguhan struktur binaan sesebuah bangunan.

Lensa Futuristik

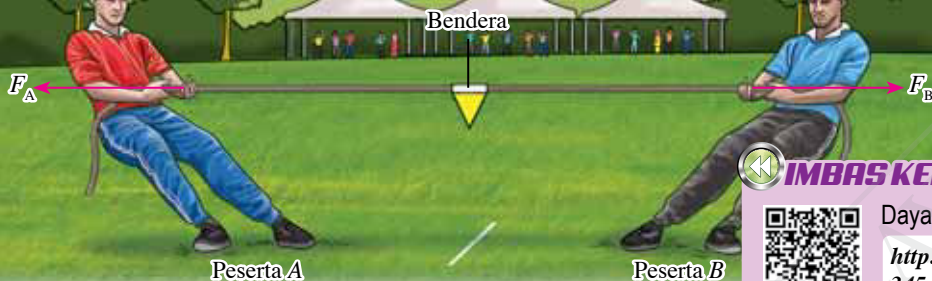
Seni bina futuristik (*futuristic architecture*) menggabungkan pengetahuan dan kemahiran daripada bidang fizik, kejuruteraan, sains bahan dan pemikiran kreatif untuk menghasilkan struktur binaan di luar imaginasi biasa manusia. Oleh itu, konsep dan prinsip fizik dalam tajuk ini merupakan asas kepada bidang seni bina futuristik.



<http://bit.ly/2s968yb>

1.1

Daya Paduan



Rajah 1.1 Tarik tali

IMBASKEMBALI



Daya

<http://bit.ly/345A8Yt>

Rajah 1.1 menunjukkan dua orang peserta yang sedang bertanding dalam suatu pertandingan tarik tali. Peserta A dan peserta B masing-masing mengenakan daya F_A dan F_B ke atas tali. Apakah yang menentukan sama ada bendera yang diikat pada tali itu berada dalam keadaan pegun, bergerak ke kiri atau bergerak ke kanan?



Aktiviti

1.1

Tujuan: Menjana idea daya paduan dan menentukan arahnya

Radas: Dua buah neraca spring dan pemberat 1.0 kg

Bahan: Bongkah kayu dengan cangkuk di kedua-dua hujung bongkah

Arahan:

1. Sediakan susunan radas seperti yang ditunjukkan dalam Gambar foto 1.1.
2. Tarik bongkah kayu menggunakan neraca spring A dan neraca spring B pada arah yang bertentangan sehingga keadaan bongkah kayu pegun.
3. Rekodkan bacaan neraca spring dalam Jadual 1.1.
4. Ulangi langkah 2 dan 3 masing-masing untuk keadaan bongkah kayu;
 - (a) bergerak ke kanan dan
 - (b) bergerak ke kiri.



Gambar foto 1.1

Keputusan:

Jadual 1.1

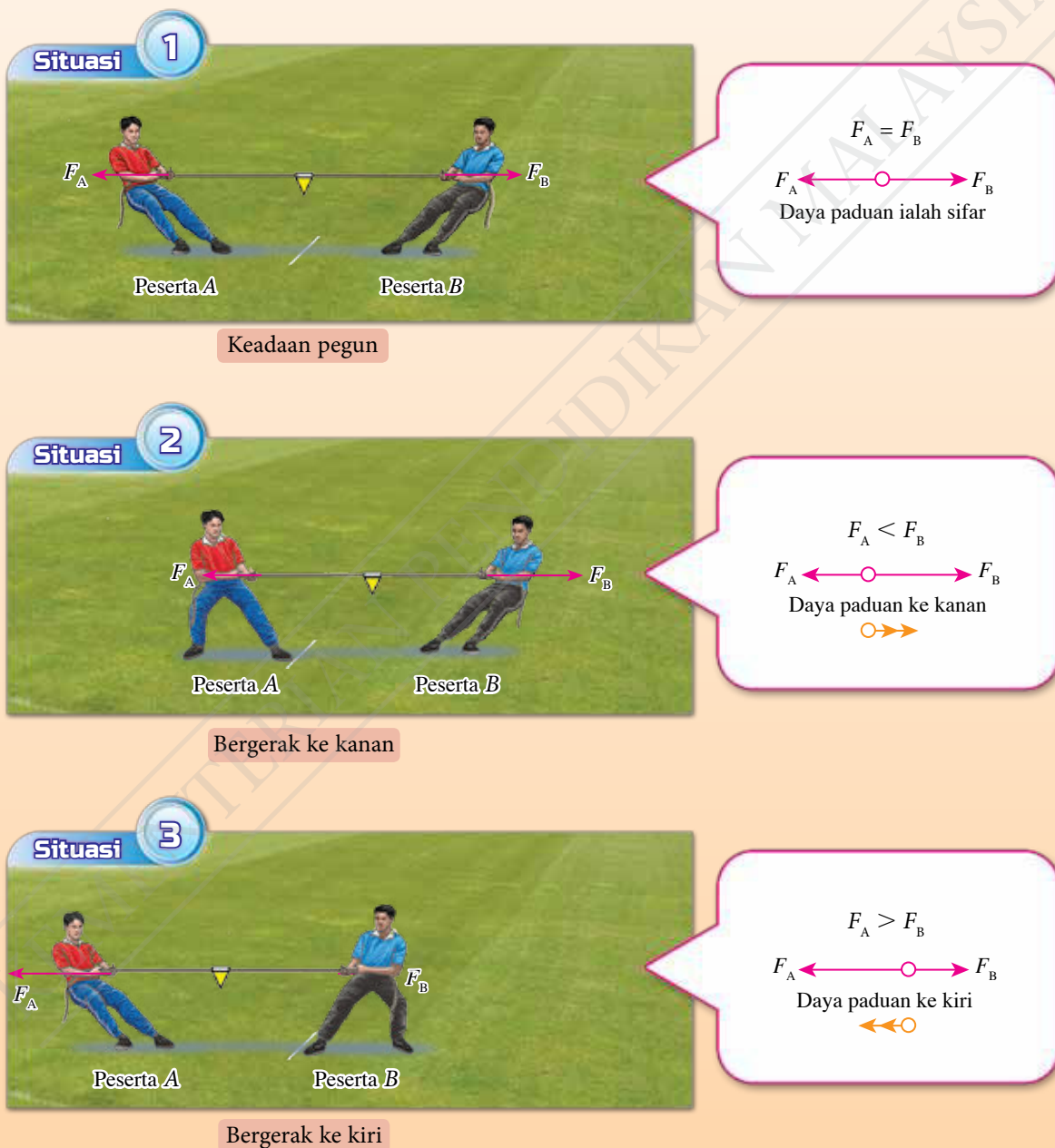
Keadaan bongkah kayu	Bacaan neraca spring A / N	Bacaan neraca spring B / N
Pegun		
Bergerak ke kanan		
Bergerak ke kiri		

Perbincangan:

1. Bandingkan bacaan kedua-dua neraca spring apabila bongkah kayu itu;
 - (a) pegun,
 - (b) bergerak ke kanan, dan
 - (c) bergerak ke kiri.
2. Nyatakan hubungan antara arah gerakan bongkah kayu dengan arah daya yang bertindak ke atas bongkah kayu itu.

Apabila suatu objek yang pegun dikenakan dua daya yang magnitudnya sama pada arah yang bertentangan, objek itu akan kekal dalam keadaan pegun. Seandainya dua daya yang bertentangan bertindak dengan magnitud yang berbeza, objek itu akan bergerak pada arah daya yang lebih besar. **Daya paduan** ialah **daya tunggal yang mewakili jumlah secara vektor dua atau lebih daya yang bertindak ke atas sesuatu objek**.

Rajah 1.2 menunjukkan tiga situasi yang dapat dilihat dalam pertandingan tarik tali antara peserta A dengan peserta B. Perhatikan juga magnitud daya F_A dan F_B yang diwakili oleh panjang anak panah serta keadaan gerakan yang dihasilkan.



Rajah 1.2 Tiga situasi dalam pertandingan tarik tali antara peserta A dengan peserta B

Menentukan Daya Paduan

Daya paduan merupakan hasil tambah vektor bagi daya-daya yang bertindak pada satu titik. Bagaimanakah daya paduan dapat ditentukan bagi dua daya yang bertindak ke atas satu titik?



Aktiviti 1.2

Pengecaman corak

Tujuan: Menentukan daya paduan yang terhasil apabila dua daya bertindak pada satu objek dalam satu satah

Arahan:

1. Jalankan aktiviti ini dalam bentuk *Think-Pair-Share*.
2. Perhatikan empat situasi yang melibatkan dua daya yang bertindak ke atas suatu titik.
3. Teliti kaedah yang dicadangkan dan contoh penghitungan.
4. Imbas kod QR dan cetak lembaran kerja. Hitungkan daya paduan bagi setiap situasi.



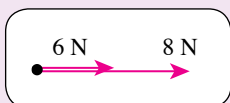
IMBAS SAYA

Lembaran kerja
Aktiviti 1.2

<http://bit.ly/31zFP3A>

Situasi 1: Dua daya bertindak ke atas satu objek pada arah yang sama

Kaedah dan contoh penghitungan



- (i) Magnitud daya paduan sama dengan hasil tambah dua daya.
- (ii) Arah daya paduan sama dengan arah bagi dua daya.
- (iii) Daya paduan dinyatakan dengan memberikan magnitud dan arah.

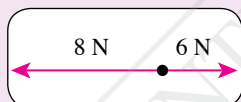
Andaikan daya ke kanan adalah positif:

- (i) Magnitud daya paduan,
 $F = 6 + 8$
 $= 14 \text{ N}$
- (ii) Arah daya paduan adalah ke kanan
- (iii) Daya paduan,
 $F = 14 \text{ N ke kanan}$



Situasi 2: Dua daya bertindak ke atas satu objek pada arah yang bertentangan

Kaedah dan contoh penghitungan



- (i) Magnitud daya paduan diperoleh daripada hasil tambah vektor dua daya.
- (ii) Arah daya paduan sama dengan arah daya dengan magnitud yang lebih besar.
- (iii) Daya paduan dinyatakan dengan memberikan magnitud dan arah.

Andaikan daya ke kanan adalah positif:

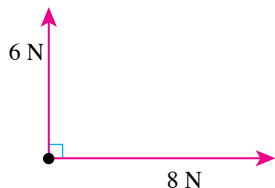
- (i) Daya paduan,
 $F = -8 + 6$
 $= -2 \text{ N}$
Magnitud daya paduan = 2 N
- (ii) Arah daya paduan adalah ke kiri
- (iii) Daya paduan,
 $F = 2 \text{ N ke kiri atau}$
 $F = -2 \text{ N}$



Situasi 3: Dua daya bertindak ke atas satu objek pada arah yang berserenjang antara satu sama lain

Kaedah dan contoh penghitungan

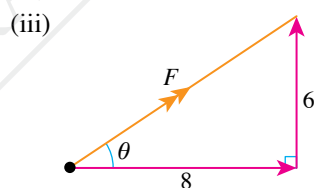
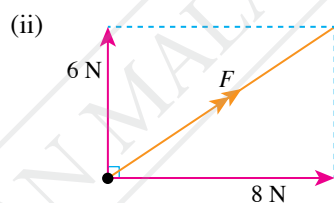
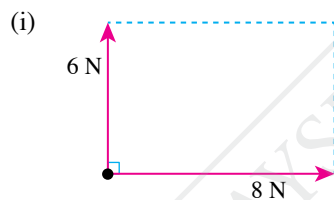
Andaikan dua daya sebagai sisi bagi sebuah segi empat tepat.



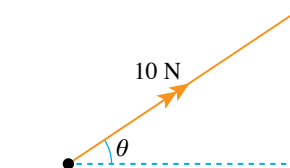
- Lengkapkan gambar rajah segi empat dengan sisinya terdiri daripada dua daya yang saling berserenjang.
- Lukiskan pepenjurui segi empat tepat yang mewakili daya paduan, F bagi dua daya tersebut.
- Hitungkan panjang pepenjurui menggunakan teorem Pythagoras.
- Hitungkan sudut antara pepenjurui dengan satu sisi segi empat tepat tersebut.

Galeri MAKLUMAT

Daya paduan juga boleh ditentukan menggunakan gambar rajah berskala.

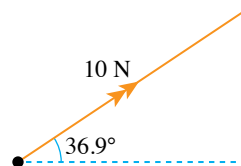


$$F = \sqrt{6^2 + 8^2}$$
$$F = 10 \text{ N}$$



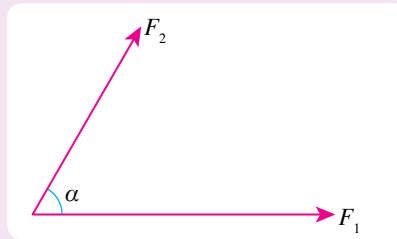
(iv) $\tan \theta = \frac{6}{8}$

$$= 0.75$$
$$\theta = \tan^{-1}(0.75)$$
$$= 36.9^\circ$$

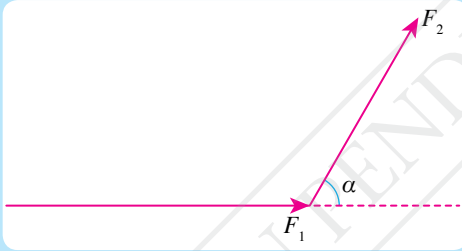
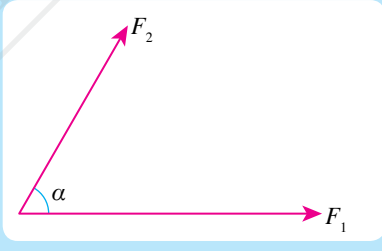
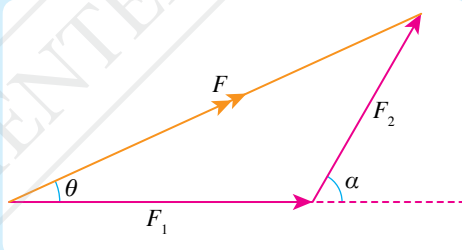
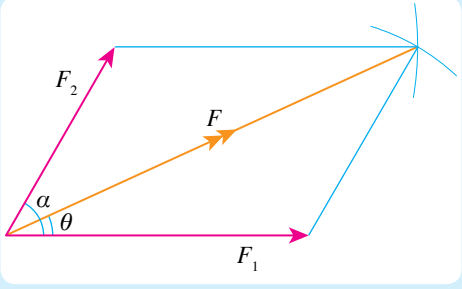


Situasi 4: Dua daya bertindak ke atas satu objek pada arah yang tidak berserenjang antara satu sama lain

Kaedah dan contoh rajah berskala



Jadual 1.2

Kaedah segi tiga daya	Kaedah segi empat selari daya
(i) Pilih skala yang sesuai untuk melukis garis yang mewakili magnitud daya.	(i) Pilih skala yang sesuai untuk melukis garis yang mewakili magnitud daya.
(ii) Dengan menggunakan pembaris dan jangka sudut, lukiskan daya F_1 dan daya F_2 mengikut tertib untuk membentuk dua sisi sebuah segi tiga.	(ii) Dengan menggunakan pembaris dan jangka sudut, lukiskan daya F_1 dan daya F_2 dari satu titik untuk membentuk dua sisi bersebelahan segi empat selari.
	
(iii) Lengkapkan segi tiga. Sisi ketiga mewakili daya paduan, F .	(iii) Dengan menggunakan jangka lukis, lengkapkan segi empat selari. Lukiskan pepenjuru dari titik tindakan daya. Pepenjuru itu mewakili daya paduan, F .
	
(iv) Ukur panjang F dan hitungkan magnitud daya paduan menggunakan skala yang dipilih.	(iv) Ukur panjang pepenjuru dan hitungkan magnitud daya paduan menggunakan skala yang dipilih.
(v) Ukur sudut θ .	(v) Ukur sudut θ .

Magnitud dan arah daya paduan bagi dua daya yang membuat satu sudut antara satu sama lain boleh ditentukan secara amali menggunakan Kit Meja Daya Vektor.



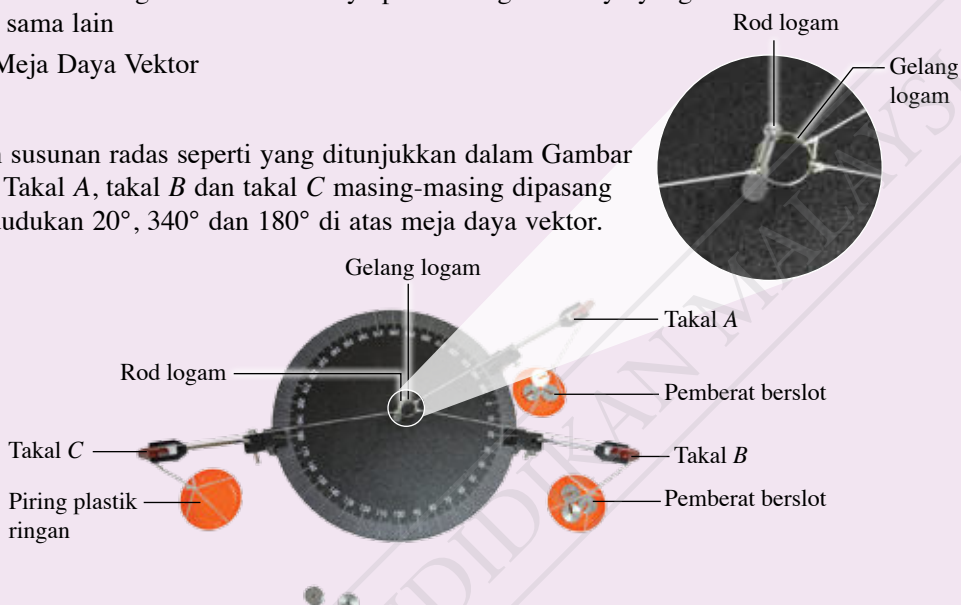
Aktiviti 1.3

Tujuan: Menentukan magnitud dan arah daya paduan bagi dua daya yang membuat satu sudut antara satu sama lain

Radas: Kit Meja Daya Vektor

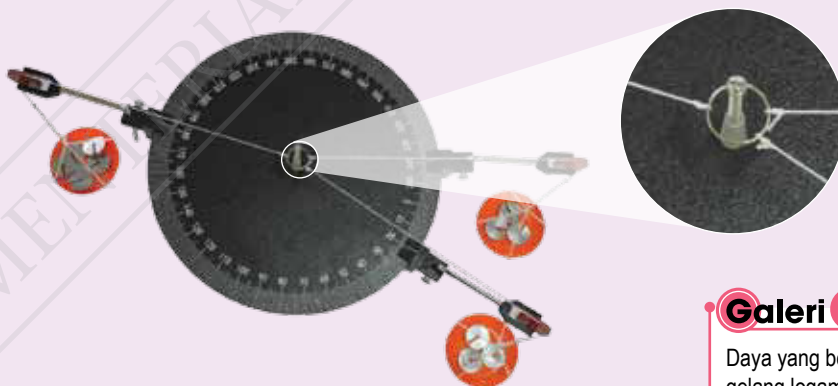
Arahan:

1. Sediakan susunan radas seperti yang ditunjukkan dalam Gambar foto 1.2. Takal A, takal B dan takal C masing-masing dipasang pada kedudukan 20° , 340° dan 180° di atas meja daya vektor.



Gambar foto 1.2

2. Letakkan pemberat berslot berjisim 150 g masing-masing di dalam piring takal A dan piring takal B. Gelang logam akan tersesar dan menyentuh rod logam di pusat meja daya vektor.
3. Tambahkan pemberat berslot ke dalam piring takal C sehingga gelang logam tidak lagi menyentuh rod logam seperti yang ditunjukkan dalam Gambar foto 1.3.



Gambar foto 1.3

4. Rekodkan jumlah jisim di dalam piring takal C dalam Jadual 1.3.
5. Ulangi langkah 1 hingga 4 dengan:
 - (i) takal A di kedudukan 40° dan takal B di kedudukan 320°
 - (ii) takal A di kedudukan 60° dan takal B di kedudukan 300°

Galeri MAKLUMAT

Daya yang bertindak ke atas gelang logam melalui takal C mengimbangi daya paduan bagi daya-daya yang bertindak ke atas gelang logam melalui takal A dan takal B.

Keputusan:

Jadual 1.3

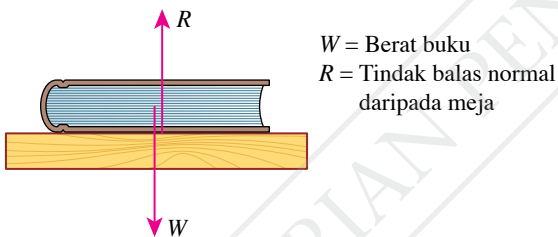
Takal A			Takal B			Takal C	
Kedudukan	Jisim / g	Daya yang dikenakan / N	Kedudukan	Jisim / g	Daya yang dikenakan / N	Jisim / g	Daya yang dikenakan / N
20°	150	1.5	340°	150	1.5		
40°	150	1.5	320°	150	1.5		
60°	150	1.5	300°	150	1.5		

Perbincangan:

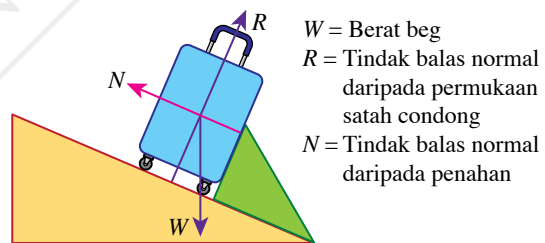
1. Apakah arah bagi daya paduan daripada dua daya yang bertindak ke atas gelang logam melalui takal A dan takal B?
2. Mengapakah magnitud bagi daya yang bertindak ke atas gelang logam melalui takal C adalah sama dengan magnitud daya paduan tersebut?
3. Bagaimanakah magnitud daya paduan berubah apabila sudut di antara dua daya itu bertambah?

Daya Paduan pada Objek dalam Pelbagai Keadaan Gerakan

Gambar rajah jasad bebas suatu objek ialah gambar rajah yang menunjukkan semua daya yang bertindak ke atas objek itu sahaja. Rajah 1.3 menunjukkan gambar rajah jasad bebas bagi senaskhah buku di atas meja. Daya-daya yang dilabel merupakan daya-daya yang bertindak ke atas buku manakala daya ke atas meja tidak ditunjukkan. Rajah 1.4 pula menunjukkan gambar rajah jasad bebas bagi sebuah beg di atas satah condong.

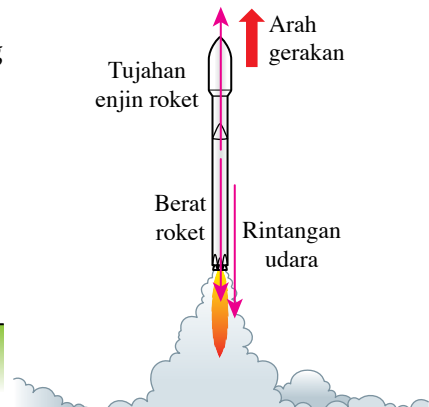
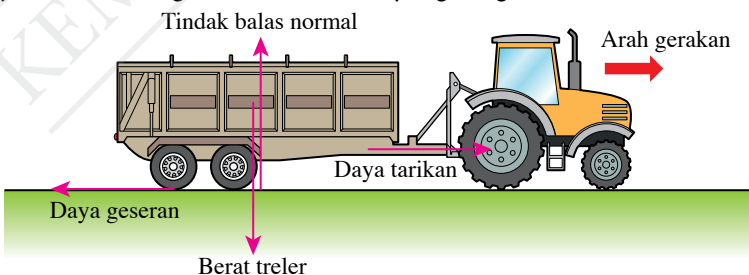


Rajah 1.3 Gambar rajah jasad bebas bagi senaskhah buku di atas meja



Rajah 1.4 Gambar rajah jasad bebas bagi sebuah beg di atas satah condong

Apabila mempertimbangkan kesan daya paduan ke atas suatu objek, gambar rajah jasad bebas bagi jasad itu sahaja yang perlu dilukis. Rajah 1.5 menunjukkan dua contoh gambar rajah jasad bebas bagi treler dan roket yang bergerak.



Rajah 1.5 Gambar rajah jasad bebas bagi treler dan roket yang bergerak

Hukum Gerakan Newton Kedua boleh diungkapkan sebagai $F = ma$. Jika suatu objek mengalami beberapa daya pada satu masa, F mewakili daya paduan ke atas objek itu. Rajah 1.6 menunjukkan maklumat tentang magnitud daya paduan bagi objek dalam keadaan gerakan yang berlainan.

Objek dalam keadaan pegun

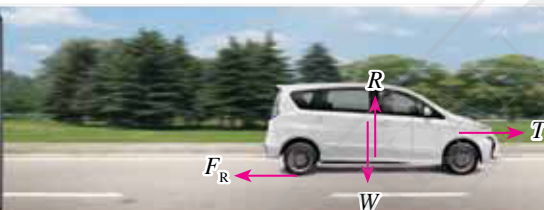
- Halaju, $v = 0$
- Pecutan, $a = 0$
- Daya paduan, $F = 0 \text{ N}$



Berat kereta, $W =$ Tindak balas normal, R

Objek bergerak dengan halaju seragam

- Halaju adalah malar atau tidak berubah
- Pecutan, $a = 0$
- Daya paduan, $F = 0 \text{ N}$



Berat kereta, $W =$ Tindak balas normal, R
Tujahan enjin, $T =$ Seretan, F_R

Objek bergerak dengan pecutan seragam

- Halaju semakin bertambah
- Pecutan, $a \neq 0$
- Daya paduan, $F \neq 0 \text{ N}$

Berat kereta, $W =$ Tindak balas normal, R
Tujahan enjin, $T >$ Seretan, F_R
Daya paduan, $F = T - F_R$



Rajah 1.6 Daya-daya yang bertindak pada objek dalam keadaan gerakan yang berbeza



Aktiviti

1.4

Penilaian

Tujuan: Membincangkan daya paduan yang bertindak ke atas satu objek dengan bantuan gambar rajah jasad bebas

Arahan:

1. Jalankan aktiviti ini secara berpasangan.
2. Anda diberikan objek dalam keadaan gerakan seperti dalam Jadual 1.4. Bagi setiap keadaan;
 - (a) lakarkan gambar rajah jasad bebas dengan melabelkan semua daya yang bertindak ke atas objek itu,
 - (b) nyatakan nilai pecutan sama ada sifar atau bukan sifar,
 - (c) nyatakan nilai magnitud daya paduan, F sama ada sifar atau bukan sifar, dan
 - (d) nyatakan perbandingan antara daya-daya yang bertindak ke atas objek itu.

Jadual 1.4

Kedadaan gerakan	Pegun di atas permukaan tanah (enjin dimatikan)	Bergerak ke atas dengan suatu pecutan	Terus bergerak ke atas dengan halaju seragam
Gambar rajah jasad bebas			
Nilai pecutan, a			
Nilai daya paduan, F			
Perbandingan antara daya-daya yang bertindak			

3. Imbas kod QR dan cetak Jadual 1.4.

Perbincangan:

Berdasarkan contoh dalam aktiviti ini, rumuskan hubungan antara daya paduan dengan keadaan gerakan suatu objek dalam bentuk peta pemikiran yang sesuai.



IMBAS SAYA

Lembaran kerja
(Jadual 1.4)

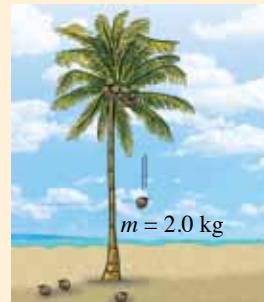
<http://bit.ly/2P9PUNN>

Menyelesaikan Masalah yang Melibatkan Daya Paduan, Jisim dan Pecutan Suatu Objek

Contoh 1

Rajah 1.7 menunjukkan sebiji buah kelapa berjisim 2.0 kg yang sedang jatuh dengan pecutan 9.0 m s^{-2} .

- Lakarkan gambar rajah jasad bebas bagi buah kelapa tersebut.
- Hitungkan daya paduan, F yang bertindak ke atas buah kelapa.
- Nyatakan arah daya paduan tersebut.
- Berapakah magnitud rintangan udara yang bertindak ke atas buah kelapa? [Pecutan graviti, $g = 9.81 \text{ m s}^{-2}$]



Rajah 1.7

CUBA JAWAB



<http://bit.ly/34QvSwC>

Penyelesaian

- Daya yang bertindak ke atas buah kelapa ialah berat dan rintangan udara (Rajah 1.8).

Rintangan udara, R



Berat, W

Rajah 1.8

(b)

Langkah 1:
Mengenal pasti masalah**Langkah 2:**
Mengenal pasti maklumat yang diberikan**Langkah 3:**
Mengenal pasti rumus yang boleh digunakan**Langkah 4:**
Menyelesaikan masalah secara numerikal**1** Daya paduan yang bertindak ke atas buah kelapa, F

3 $F = ma$

2 Jisim buah kelapa, $m = 2.0 \text{ kg}$
Pecutan buah kelapa, $a = 9.0 \text{ m s}^{-2}$

4 $F = 2.0 \times 9.0$
 $= 18.0 \text{ N}$

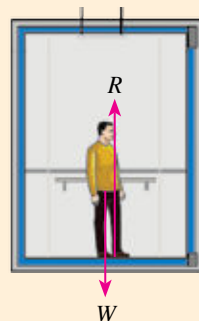
(c) Buah kelapa memecut ke bawah. Maka, arah daya paduan adalah ke bawah.

(d) Jisim buah kelapa, $m = 2.0 \text{ kg}$
Pecutan graviti, $g = 9.81 \text{ m s}^{-2}$
Berat buah kelapa, $W = mg$
 $= 2.0 \times 9.81$
 $= 19.62 \text{ N}$

$$F = W - R$$
$$18.0 = 19.62 - R$$
$$R = 19.62 - 18.0$$
$$= 1.62 \text{ N}$$

Contoh 2Seorang penumpang berjisim 60 kg berada di dalam sebuah lif.

- (a) Lakarkan gambar rajah jasad bebas menggunakan simbol W untuk berat penumpang dan simbol R untuk tindak balas normal daripada lantai lif.
- (b) Hitungkan magnitud tindak balas normal, R apabila lif;
- (i) dalam keadaan pegun,
 - (ii) bergerak ke atas dengan pecutan 1.2 m s^{-2} , dan
 - (iii) bergerak dengan halaju seragam 8.0 m s^{-1} .
- [Pecutan graviti, $g = 9.81 \text{ m s}^{-2}$]

**Rajah 1.9****Penyelesaian**

- (a) Rajah 1.9 menunjukkan gambar rajah jasad bebas bagi penumpang di dalam lif.

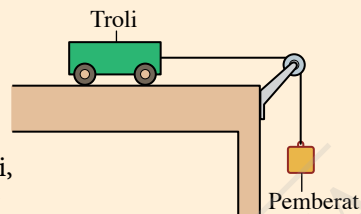
(b) (i) Daya paduan, $F = 0$
 $R = W$
 $R = mg$
 $= 60 \times 9.81$
 $= 588.6 \text{ N}$

(ii) Daya paduan bertindak ke atas
 $F = ma$
 $R - W = ma$
 $R - 588.6 = 60 \times 1.2$
 $R = 72 + 588.6$
 $= 660.6 \text{ N}$

(iii) Daya paduan, $F = 0$
 $R = W$
 $R = 588.6 \text{ N}$

Contoh 3

Rajah 1.10 menunjukkan sebuah troli berjisim 1.2 kg di atas meja ditarik oleh sebuah pemberat melalui sebuah takal. Troli itu bergerak dengan pecutan 4.0 m s^{-2} menentang geseran 6.0 N .



Rajah 1.10

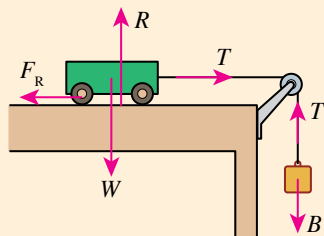
- Lakarkan gambar rajah jasad bebas bagi troli dan pemberat. Gunakan W = berat troli, R = tindak balas normal ke atas troli, F_R = daya geseran yang menentang troli, T = tegangan benang dan B = berat bagi pemberat.
- Bandingkan berat troli, W dengan tindak balas, R .
- Hitungkan daya paduan yang bertindak ke atas troli, F .
- Hitungkan tegangan benang yang menarik troli, T .
- Berapakah jisim bagi pemberat, m ?
[Pecutan graviti, $g = 9.81 \text{ m s}^{-2}$]



Berdasarkan Rajah 1.11, dua daya, T ialah daya tindakan dan daya tindak balas antara troli dengan pemberat yang bertindak di sepanjang tali. Oleh sebab troli dan pemberat disambungkan oleh tali, kedua-duanya bergerak dengan pecutan yang sama.

Penyelesaian

- Rajah 1.11 menunjukkan gambar rajah jasad bebas bagi troli dan pemberat.



Rajah 1.11

- Berat troli, W = tindak balas normal, R
- Jisim troli, $m = 1.2 \text{ kg}$
Pecutan troli, $a = 4.0 \text{ m s}^{-2}$
 $F = ma$
 $= 1.2 \times 4.0$
 $= 4.8 \text{ N}$

- Daya paduan, $F = 4.8 \text{ N}$

Geseran, $F_R = 6.0 \text{ N}$

$$F = T - F_R, \text{ maka } T = F + F_R$$

$$T = 4.8 + 6.0$$

$$= 10.8 \text{ N}$$

- Pecutan pemberat, $a = 4.0 \text{ m s}^{-2}$
Pecutan graviti, $g = 9.81 \text{ m s}^{-2}$

$$F = ma$$

$$= m \times 4.0$$

$$= 4m$$

$$B = mg$$

$$= m \times 9.81$$

$$= 9.81m$$

$$F = B - T$$

$$4m = 9.81m - 10.8$$

$$5.81m = 10.8$$

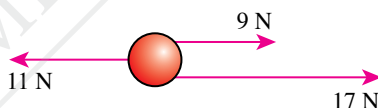
$$m = \frac{10.8}{5.81}$$

$$= 1.86 \text{ kg}$$

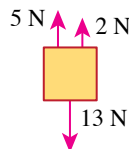
Praktis Formatif 1.1

- Tentukan magnitud dan arah daya paduan dalam keadaan berikut.

(a)

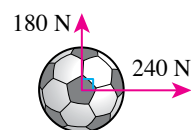


(b)



- Rajah 1.12 menunjukkan daya-daya yang bertindak ke atas sebiji bola yang ditendang serentak oleh dua orang pemain.

- Lakarkan gambar rajah yang menunjukkan daya 240 N, daya 180 N dan daya paduan.
- Hitungkan magnitud daya paduan ke atas bola itu.
- Tentukan arah gerakan bola itu.



Rajah 1.12

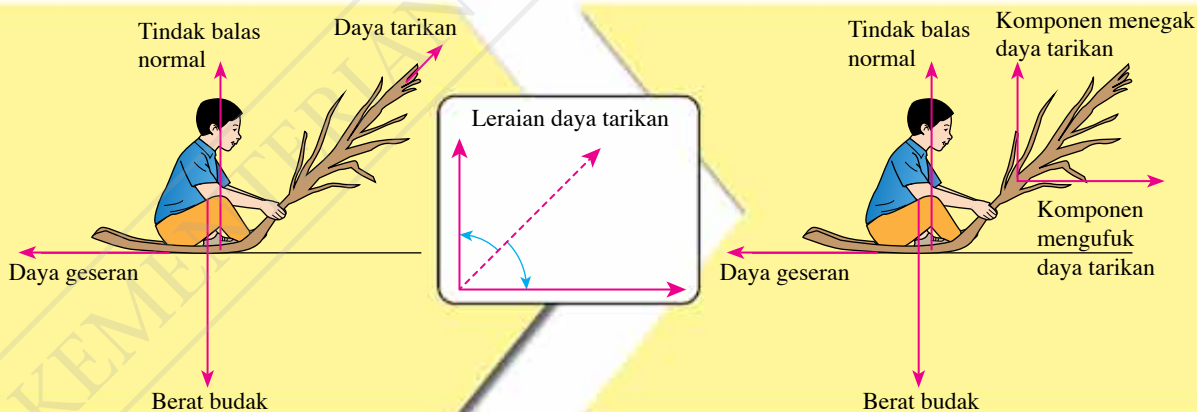
1.2

Leraian Daya



Rajah 1.13 Permainan tarik upih

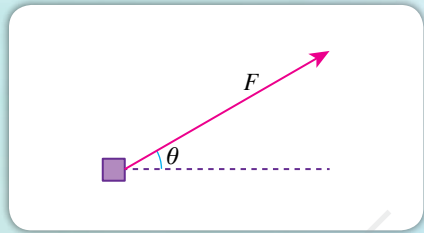
Rajah 1.13 menunjukkan seorang budak sedang menarik seorang kawannya dalam permainan tarik upih pada hari sukaneka di sekolah. Mengapakah arah gerakan kawannya adalah ke kanan walaupun arah tindakan daya tarikan mencondong ke atas? Hal ini disebabkan daya tarikan itu mempunyai dua komponen daya yang berserenjang, iaitu komponen mengufuk dan komponen menegak. **Proses meleraikan satu daya tunggal kepada komponen-komponen daya** dinamakan **leraian daya**.



Rajah 1.14 Leraian daya tarikan apabila budak ditarik

Daya tarikan yang bertindak ke atas budak boleh dilarikan kepada dua komponen serenjang seperti yang ditunjukkan dalam Rajah 1.14. Komponen menegak bertujuan untuk mengimbangi berat budak manakala komponen mengufuk dapat mengatasi daya geseran dan menggerakkan budak ke arah kanan. Bagaimanakah magnitud bagi dua komponen daya ini ditentukan?

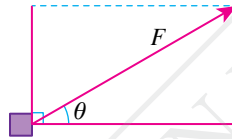
Rajah 1.15 menunjukkan satu daya, F yang bertindak ke atas sebuah bongkah kecil pada sudut condong, θ di atas ufukan. Leraian daya, F kepada dua komponen dan magnitud bagi dua komponen tersebut boleh dilakukan dengan mengikut langkah-langkah yang berikut (Rajah 1.16).



Rajah 1.15 Daya, F bertindak ke atas bongkah

1

Lukiskan komponen mengufuk, F_x dan komponen menegak, F_y di sisi F untuk membentuk segi empat seperti yang ditunjukkan dalam rajah.

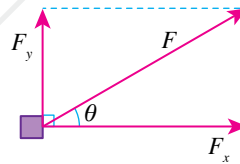


2

Hitungkan magnitud komponen.

$$F_x = F \cos \theta$$

$$F_y = F \sin \theta$$



Rajah 1.16 Langkah-langkah untuk penentuan leraian daya

INFO Celik

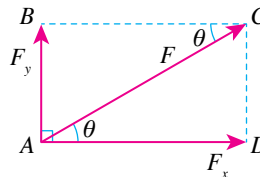
Penjelasan trigonometri:

Segi tiga ACD : $\cos \theta = \frac{F_x}{F}$

$$F_x = F \cos \theta$$

Segi tiga ABC : $\sin \theta = \frac{F_y}{F}$

$$F_y = F \sin \theta$$





Aktiviti 1.5

Leraian

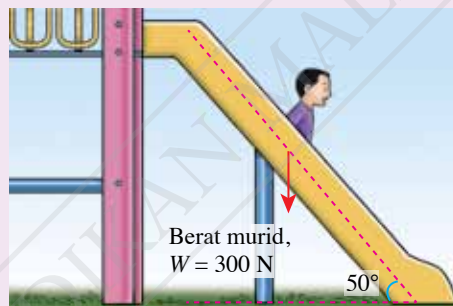
Tujuan: Meleraikan daya kepada dua komponen daya bagi objek yang bergerak pada arah yang tidak selari dengan arah tindakan daya

Arahan:

1. Jalankan aktiviti ini secara berpasangan.
2. Teliti Rajah 1.17 dan tentukan magnitud bagi;
 - (a) komponen mengufuk bagi daya tolakan, dan
 - (b) komponen menegak bagi daya tolakan.
3. Teliti Rajah 1.18 dan tentukan magnitud bagi;
 - (a) komponen bagi berat murid yang selari dengan satah condong, dan
 - (b) komponen bagi berat murid yang serenjang dengan satah condong.



Rajah 1.17 Membersihkan lantai



Rajah 1.18 Menuruni papan gelongsor

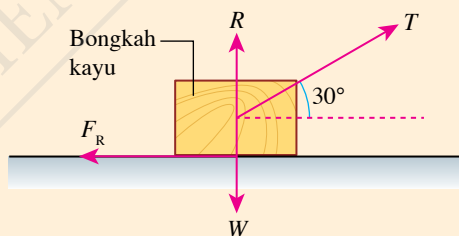
Perbincangan:

1. Apakah tujuan meleraikan satu daya kepada dua komponen serenjang?
2. Bincangkan kesesuaian meleraikan satu daya kepada dua komponen yang tidak serenjang.

Menyelesaikan Masalah Melibatkan Daya Paduan dan Leraian Daya

Contoh 1

Rajah 1.19 menunjukkan sebuah bongkah kayu sedang ditarik oleh daya, T yang mencondong pada sudut 30° di atas permukaan mengufuk. Jadual 1.5 menunjukkan magnitud daya yang bertindak ke atas bongkah itu.



Rajah 1.19

Jadual 1.5

Daya yang bertindak	Magnitud
Tarikan, T	36 N
Berat, W	24 N
Tindak balas normal, R	6 N
Daya geseran, F_R	20 N

- (a) Hitungkan magnitud bagi komponen mengufuk dan komponen menegak bagi tarikan, T .
- (b) Tentukan magnitud dan arah daya paduan yang bertindak ke atas bongkah itu.
- (c) Berapakah pecutan bongkah itu jika jisimnya ialah 2.4 kg?

CUBA JAWAB



<http://bit.ly/372ocZu>

Penyelesaian

(a)

Langkah 1:

Mengenal pasti masalah

Langkah 2:

Mengenal pasti maklumat yang diberikan

Langkah 3:

Mengenal pasti rumus yang boleh digunakan

Langkah 4:

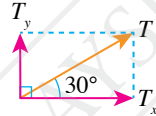
Menyelesaikan masalah secara numerikal

- 1 Magnitud bagi komponen mengufuk, T_x dan komponen menegak, T_y bagi daya tarikan, T

- 2 Sudut condong di permukaan mengufuk = 30°
Magnitud daya tarikan, $T = 36 \text{ N}$

- 3 $T_x = T \cos 30^\circ$
 $T_y = T \sin 30^\circ$

- 4 $T_x = 36 \cos 30^\circ$
 $= 31.18 \text{ N (ke kanan)}$
 $T_y = 36 \sin 30^\circ$
 $= 18.00 \text{ N (ke atas)}$



- (b) Komponen mengufuk ke kanan,

$$T_x = 31.18 \text{ N}$$

$$\text{Daya geseran, } F_R = 20 \text{ N}$$

Paduan komponen mengufuk

$$= T_x + F_R$$

$$= 31.18 + (-20)$$

$$= 11.18 \text{ N}$$

Komponen menegak ke atas, $T_y = 18.00 \text{ N}$

Tindak balas normal, $R = 6 \text{ N}$

Berat, $W = 24 \text{ N}$

Paduan komponen menegak

$$= T_y + R + W$$

$$= 18 + 6 + (-24)$$

$$= 0 \text{ N}$$

Daya paduan ke atas bongkah, F ialah

11.18 N ke arah kanan.

- (c) Daya paduan, $F = 11.18 \text{ N}$

Jisim bongkah, $m = 2.4 \text{ kg}$

$$F = ma$$

$$\text{Pecutan bongkah, } a = \frac{F}{m}$$

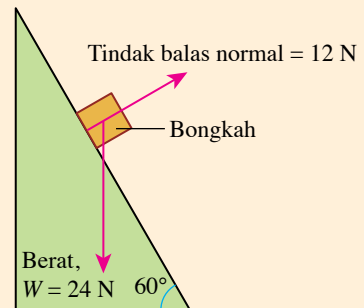
$$= \frac{11.18}{2.4}$$

$$= 4.66 \text{ m s}^{-2}$$

Contoh 2

Rajah 1.20 menunjukkan gambar rajah jasad bebas bagi sebuah bongkah yang sedang menggelongsor menuruni satah condong yang licin.

- (a) Lakarkan komponen berat bongkah yang selari dengan permukaan condong dan komponen berat bongkah yang serenjang dengan satah condong itu.
(b) Seterusnya, tentukan daya paduan yang bertindak ke atas bongkah itu.
(c) Hitungkan pecutan bongkah jika jisimnya ialah 2.4 kg .



Rajah 1.20

Penyelesaian

- (a) Rajah 1.21 menunjukkan lakaran komponen berat bongkah yang selari dengan satah condong, W_x dan komponen berat bongkah yang serenjang dengan satah condong itu, W_y .

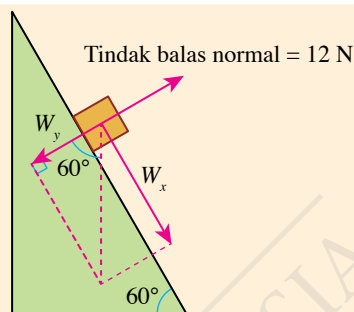
$$\begin{aligned} (b) \quad W_x &= 24 \sin 60^\circ \\ &= 20.78 \text{ N} \\ W_y &= 24 \cos 60^\circ \\ &= 12 \text{ N} \end{aligned}$$

Paduan daya-daya yang serenjang dengan satah condong = $12 + (-12)$
= 0 N

Daya paduan ke atas bongkah = 20.78 N

- (c) Daya paduan, $F = 20.78 \text{ N}$
Jisim bongkah, $m = 2.4 \text{ kg}$
 $F = ma$

$$\begin{aligned} \text{Pecutan bongkah, } a &= \frac{F}{m} \\ &= \frac{20.78}{2.4} \\ &= 8.66 \text{ m s}^{-2} \end{aligned}$$



Rajah 1.21

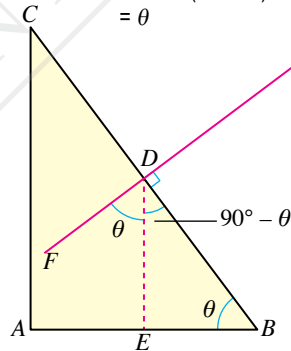
INFO Celik

Leraian daya untuk objek di atas satah condong:

Diberi $\angle ABC = \theta$

Maka, $\angle BDE = 90^\circ - \theta$

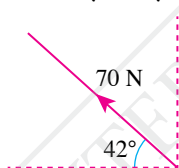
dan $\angle EDF = 90^\circ - (90^\circ - \theta)$
= θ



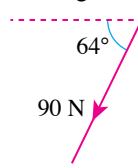
Praktis Formatif 1.2

1. Leraikan daya-daya yang berikut kepada komponen mengufuk dan komponen menegak.

(a)



(b)



2. Rajah 1.22 menunjukkan seorang lelaki menolak mesin rumput dengan daya 90 N.



Rajah 1.22

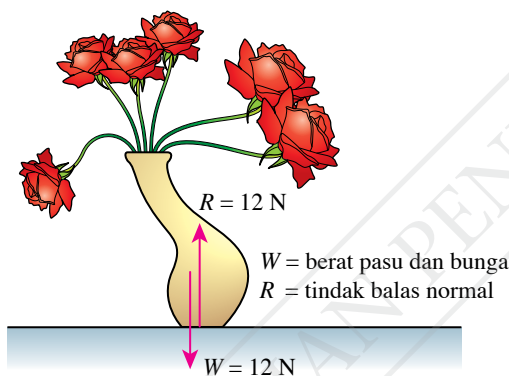
- (a) Leraikan daya tolakan itu kepada komponen mengufuk dan komponen menegak.
(b) Nyatakan fungsi komponen mengufuk dan komponen menegak daya tolakan semasa mesin rumput itu ditolak.

1.3

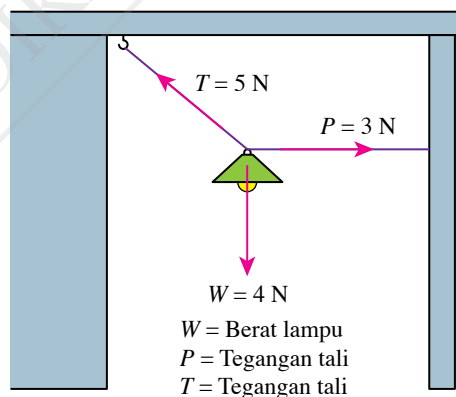
Keseimbangan Daya

Gambar foto 1.4 menunjukkan seorang penari tarian ngajat yang berdiri pegun sebentar semasa menari. Apakah hubungan antara daya-daya yang bertindak ke atas penari itu? Oleh sebab pecutan penari itu adalah sifar, tiada daya paduan yang bertindak ke atasnya. Maka, daya-daya itu dikatakan berada dalam keseimbangan.

Suatu objek dikatakan berada dalam **keseimbangan daya** apabila daya-daya yang bertindak ke atasnya menghasilkan daya paduan sifar. Perhatikan gambar rajah jasad bebas bagi dua contoh daya dalam keseimbangan seperti yang ditunjukkan dalam Rajah 1.23.



Daya paduan W dan $R = 0$
(a) Pasu bunga di atas meja



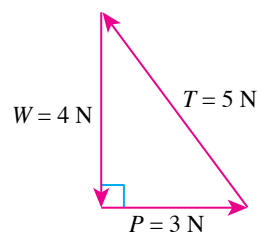
Daya paduan W , P dan $T = 0$
(b) Lampu yang digantung dengan dua tali

Rajah 1.23 Contoh daya-daya dalam keseimbangan

Dalam Rajah 1.23(a), pasu berada dalam keseimbangan daya. Daya paduan bagi W dan R ialah sifar. Dalam Rajah 1.23(b), lampu juga berada dalam keseimbangan daya. Namun, terdapat tiga daya yang bertindak ke atas lampu. Hal ini boleh diwakili oleh **segi tiga daya**.

Segi tiga daya boleh dilukis untuk menunjukkan keseimbangan daya suatu objek yang ditindak oleh tiga daya. Magnitud ketiga-tiga daya diwakili oleh panjang sisi sebuah segi tiga dan dilukis secara berturutan pada arah daya-daya tersebut.

Tiga daya, W , P dan T dalam Rajah 1.24 berada dalam keseimbangan. Maka, tiga daya itu mengikut turutan membentuk satu segi tiga.



Rajah 1.24 Segi tiga daya



Aktiviti 1.6

Tujuan: Melakar segi tiga daya

Arahan:

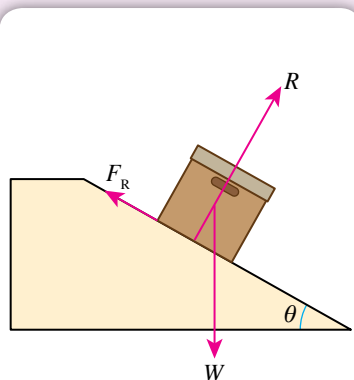
1. Jalankan aktiviti ini secara berpasangan.
2. Imbas kod QR di sebelah untuk panduan kaedah melukis segi tiga daya.
3. Dengan merujuk kepada Rajah 1.25, lakarkan segi tiga daya bagi keadaan yang berikut:



IMBAS SAYA

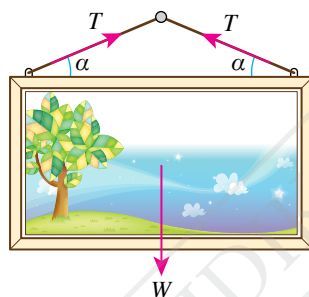
Kaedah melukis
segi tiga daya

<http://bit.ly/2LIX1KV>



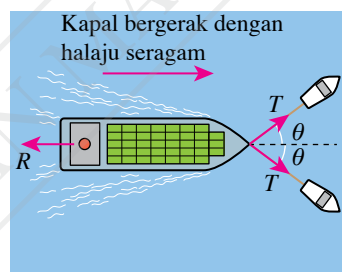
W = Berat kotak
 R = Tindak balas normal
 F_R = Daya geseran

(a) Kotak pegun di atas satah condong



W = Berat gambar dan bingkai
 T = Tegangan tali

(b) Bingkai gambar yang digantung dengan tali



T = Tegangan kabel
 R = Rintangan air

(c) Kapal kontena yang ditarik oleh dua buah kapal tunda dengan halaju seragam

Rajah 1.25

4. Bentangkan hasil lakaran anda di Sudut Fizik pada papan kenyataan di dalam kelas.

Perbincangan:

1. Bincangkan dua contoh lain bagi tiga daya dalam keseimbangan.
2. Lakarkan segi tiga daya bagi dua contoh yang anda telah cadangkan.

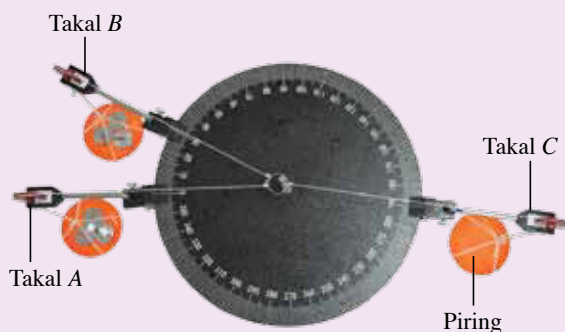
Aktiviti 1.7

Tujuan: Menggunakan Kit Meja Daya Vektor untuk menunjukkan daya dalam keseimbangan

Radas: Kit Meja Daya Vektor dan pemberat berslot pelbagai jisim

Arahan:

1. Sediakan susunan radas seperti yang ditunjukkan dalam Gambar foto 1.5. Takal A dan takal B masing-masing dipasang pada kedudukan 0° dan 30° di atas meja daya vektor.



Gambar foto 1.5



Gambar foto 1.6

2. Letakkan pemberat berslot berjisim 200 g di dalam piring takal A dan pemberat berslot berjisim 150 g di dalam piring takal B. Gelang logam akan tersesar dan menyentuh rod logam di pusat meja daya vektor.
3. Tambahkan pemberat berslot ke dalam piring takal C sehingga gelang logam tidak lagi menyentuh rod logam seperti yang ditunjukkan dalam Gambar foto 1.6. Catatkan jisim pemberat berslot dan tentukan kedudukan takal C.
4. Ulangi langkah 1 hingga 3 dengan takal B pada kedudukan 90° dan 150° .
5. Rekodkan keputusan anda dalam Jadual 1.6.



IMBAS SAYA

Video kaedah
mencapai
keseimbangan
daya

<http://bit.ly/35TYdU0>

Keputusan:

Jadual 1.6

Takal A			Takal B			Takal C		
Kedudukan	Jisim / g	Daya yang dikenakan / N	Kedudukan	Jisim / g	Daya yang dikenakan / N	Jisim / g	Kedudukan	Daya yang dikenakan / N
0°	200	2.0	30°	150	1.5			
0°	200	2.0	90°	150	1.5			
0°	200	2.0	150°	150	1.5			

Perbincangan:

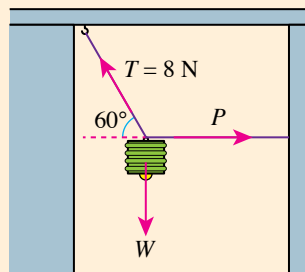
Berdasarkan keputusan aktiviti ini, ramalkan sudut-sudut antara tiga daya dalam keseimbangan apabila tiga daya tersebut mempunyai magnitud yang sama.

Menyelesaikan Masalah Melibatkan Keseimbangan Daya

Contoh 1

Rajah 1.26 menunjukkan sebuah lampu yang digantung dengan dua utas tali. Tegangan tali, T ialah 8 N dan tali itu mencondong pada sudut 60° seperti yang ditunjukkan dalam rajah. Hitungkan magnitud;

- (a) tegangan tali, P dan
(b) berat lampu, W .



Rajah 1.26

CUBA JAWAB

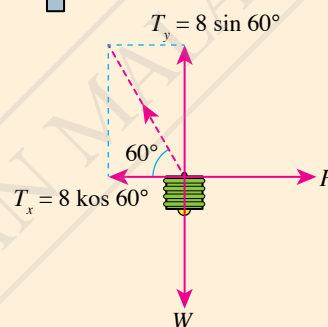


<http://bit.ly/2Mnz646>

Penyelesaian**Kaedah 1: Leraian daya**

Tegangan tali, T boleh dilaraikan kepada komponen mengufuk, T_x dan komponen menegak, T_y seperti yang ditunjukkan dalam Rajah 1.27.

Lampu berada dalam keseimbangan, maka daya paduan ke atas lampu = 0.



Rajah 1.27

- | | |
|---|--|
| <p>(a) Paduan daya-daya mengufuk = 0, iaitu daya-daya mengufuk adalah seimbang.
Tegangan tali, $P = T_x$
$= 8 \cos 60^\circ$
$= 4 \text{ N}$</p> | <p>(b) Paduan daya-daya menegak = 0, iaitu daya-daya menegak adalah seimbang.
Berat lampu, $W = T_y$
$= 8 \sin 60^\circ$
$= 6.93 \text{ N}$</p> |
|---|--|

Kaedah 2: Segi tiga daya berskala**Langkah 1:**

Pilih skala. Lukis daya, T dengan magnitud dan arah yang diketahui.

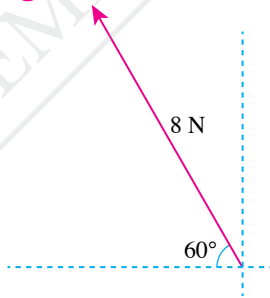
Langkah 2:

Lukiskan garis menegak ke bawah yang mewakili W dan garis mengufuk ke kanan yang mewakili P untuk membentuk satu segi tiga.

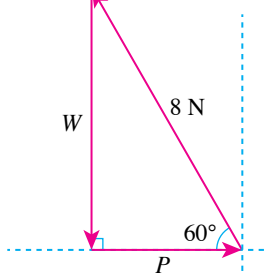
Langkah 3:

Ukur panjang sisi segi tiga. Gunakan skala yang dipilih untuk menghitung magnitud daya.

1 Skala: 1 cm = 2 N



2



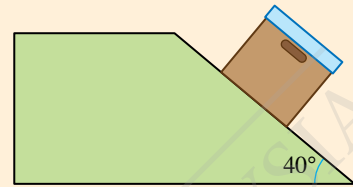
3

- (a) $P = 2.0 \text{ cm}$
 $= 2.0 \times 2 \text{ N}$
 $= 4.0 \text{ N}$
(b) $W = 3.5 \text{ cm}$
 $= 3.5 \times 2 \text{ N}$
 $= 7.0 \text{ N}$

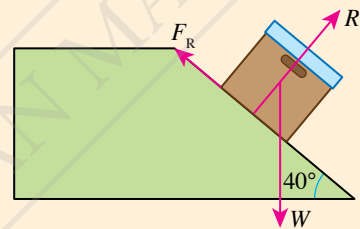
Contoh 2

Rajah 1.28 menunjukkan sebuah kotak dengan berat 50 N dalam keadaan pegun di atas satah condong.

- Lukiskan gambar rajah jasad bebas bagi kotak itu dengan menunjukkan berat kotak, W , tindak balas normal, R dan daya geseran, F_R .
- Dengan melukis segi tiga daya berskala, tentukan magnitud tindak balas normal, R dan daya geseran, F_R .
- Dengan meleraikan berat kotak, W kepada komponen yang selari dengan permukaan satah condong dan komponen yang serenjang dengan permukaan satah condong, tentukan magnitud tindak balas normal, R dan daya geseran, F_R .



Rajah 1.28



Rajah 1.29

Penyelesaian

- Rajah 1.29 menunjukkan gambar rajah jasad bebas bagi kotak.
- Skala: 1 cm = 10 N

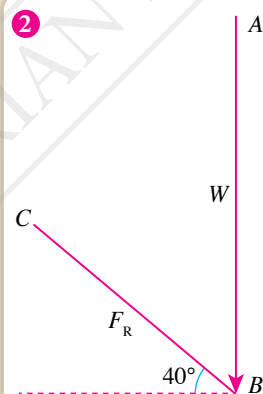
Langkah 1:

Lukiskan garis AB sepanjang 5.0 cm untuk mewakili berat, W .



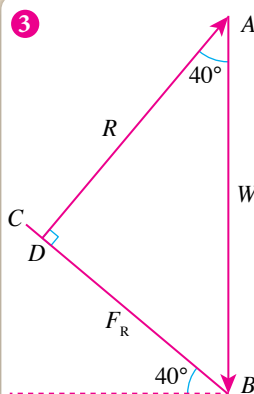
Langkah 2:

Tanda sudut 40° dan lukis garis BC untuk menunjukkan arah daya, F_R .



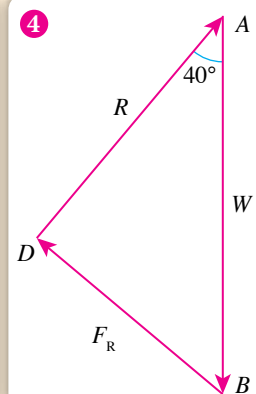
Langkah 3:

Tanda sudut 40° dan lukis garis AD untuk mewakili daya, R .



Langkah 4:

Lengkapkan segi tiga daya ABD dengan arah daya.



Langkah 5:

Ukur panjang sisi BD yang mewakili daya, F_R .

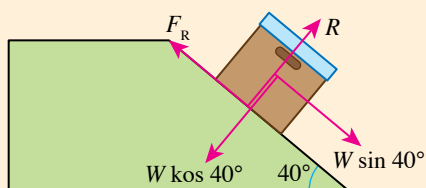
$$\begin{cases} BD = 3.2 \text{ cm} \\ F_R = 3.2 \times 10 \\ = 32 \text{ N} \end{cases}$$

Langkah 6:

Ukur panjang sisi AD yang mewakili daya, R .

$$\begin{cases} AD = 3.8 \text{ cm} \\ R = 3.8 \times 10 \\ = 38 \text{ N} \end{cases}$$

(c)



Kotak berada dalam keseimbangan.

Daya paduan = 0 N

Daya-daya yang selari dengan permukaan satah condong adalah seimbang.

Daya-daya yang serenjang dengan permukaan satah condong adalah seimbang.

$$\begin{aligned} F_R &= W \sin 40^\circ \\ &= 50 \sin 40^\circ \\ &= 32.14 \text{ N} \\ R &= W \cos 40^\circ \\ &= 50 \cos 40^\circ \\ &= 38.30 \text{ N} \end{aligned}$$

Galeri MAKLUMAT

Kaedah penghitungan memberi jawapan yang lebih jitu berbanding dengan jawapan yang diperolehi melalui kaedah gambar rajah berskala.

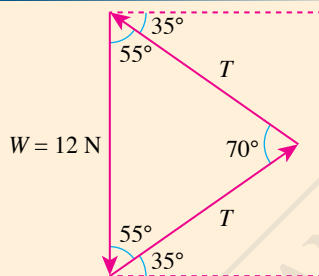
Contoh 3

Rajah 1.30 menunjukkan sebuah poster digantung pada dinding makmal dengan tali dan paku. Berat poster, W ialah 12.0 N.

- Lukiskan segi tiga daya bagi berat poster dan tegangan tali yang bertindak ke atas poster itu.
- Hitungkan nilai T .

Penyelesaian

(a)

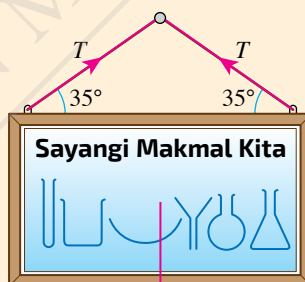


- Dengan menggunakan hukum sinus:

$$\begin{aligned} \frac{T}{\sin 55^\circ} &= \frac{12}{\sin 70^\circ} \\ T &= \frac{12 \times \sin 55^\circ}{\sin 70^\circ} \\ &= 10.46 \text{ N} \end{aligned}$$

- Dengan menggunakan hukum kosinus:

$$\begin{aligned} W^2 &= T^2 + T^2 - 2(T \times T \times \cos 70^\circ) \\ 12^2 &= T^2 + T^2 - 2(T \times T \times \cos 70^\circ) \\ 144 &= T^2 (1 + 1 - 2 \cos 70^\circ) \\ T^2 &= \frac{144}{(1 + 1 - 2 \cos 70^\circ)} \\ T &= 10.46 \text{ N} \end{aligned}$$

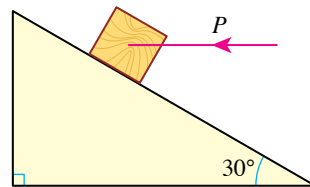


W = Berat poster
 T = Tegangan tali

Rajah 1.30

Praktis Formatif 1.3

- Nyatakan maksud keseimbangan daya.
- Rajah 1.31 menunjukkan sebuah bongkah yang pegun di atas satah condong yang licin apabila satu daya penahan, P dikenakan secara mengufuk.
 - Lakar dan labelkan berat bongkah, W dan tindak balas normal daripada permukaan satah, R .
 - Lakarkan segi tiga daya bagi P , W dan R .



Rajah 1.31

1.4

Kekenyalan

Seorang lelaki menarik tali elastik semasa melakukan senaman regangan seperti yang ditunjukkan dalam Gambar foto 1.7. Selepas bersenam, tali tersebut kembali kepada panjang asalnya. Apakah sifat bahan yang ditunjukkan oleh tali elastik itu?



(a) Semasa senaman



(b) Selepas senaman

Gambar foto 1.7 Senaman regangan dengan tali elastik



Aktiviti

1.8

Tujuan: Menjana idea tentang kekenyalan

Radas: Pembaris separuh meter

Bahan: Spring, span, plastisin dan kertas putih saiz A4

A Spring

Arahan:

1. Ukur panjang satu spring.
2. Kenakan daya yang kecil ke atas spring untuk mengubah bentuk dan saiznya dengan beberapa cara seperti tarik, bengkok dan sebagainya seperti yang ditunjukkan dalam Gambar foto 1.8.
3. Perhatikan sama ada spring itu boleh kembali kepada bentuk dan panjang asal setelah daya luar dialihkan dengan mengukurnya semula.



Gambar foto 1.8

B Span

Arahan:

1. Pegang span dalam tangan anda seperti yang ditunjukkan dalam Gambar foto 1.9 dan perhatikan bentuk serta saiznya.
2. Kenakan daya ke atas span untuk mengubah bentuk dan saiznya dengan beberapa cara seperti tekan, perah, pulas dan sebagainya.
3. Perhatikan sama ada span itu boleh kembali kepada bentuk dan saiz yang asal.



Gambar foto 1.9

C Plastisin

1. Letakkan seketul plastisin di atas sekeping kertas putih. Perhatikan saiz dan bentuk plastisin itu.
2. Tekan plastisin dengan ibu jari untuk mengubah bentuknya seperti yang ditunjukkan dalam Gambar foto 1.10.
3. Alihkan ibu jari. Perhatikan saiz dan bentuk plastisin itu.



Gambar foto 1.10

Perbincangan:

1. Bincangkan perubahan bentuk dan saiz spring serta span apabila daya dikenakan dan dialihkan.
2. Bincangkan sama ada plastisin dapat kembali kepada saiz dan bentuk yang asal selepas daya yang dikenakan dialihkan.

Daya yang bertindak ke atas suatu objek boleh mengubah bentuk dan saiz objek itu. **Kekenyalan** ialah **sifat bahan yang membolehkan suatu objek kembali kepada bentuk dan saiz asalnya selepas daya yang bertindak ke atasnya dialihkan**.



IMBAS SAYA

Video demonstrasi kekenyalan

<http://bit.ly/37lfyp5>

Hubungan antara Daya dengan Pemanjangan Spring

Spring akan memanjang apabila daya tarikan dikenakan ke atasnya. Apakah hubungan antara daya yang dikenakan dengan pemanjangan spring?



Eksperimen 1.1

Inferens: Daya yang dikenakan ke atas suatu spring mempengaruhi pemanjangan spring itu

Hipotesis: Semakin besar daya yang dikenakan, semakin besar pemanjangan spring

Tujuan: Menentukan hubungan antara daya dengan pemanjangan spring

Pemboleh ubah:

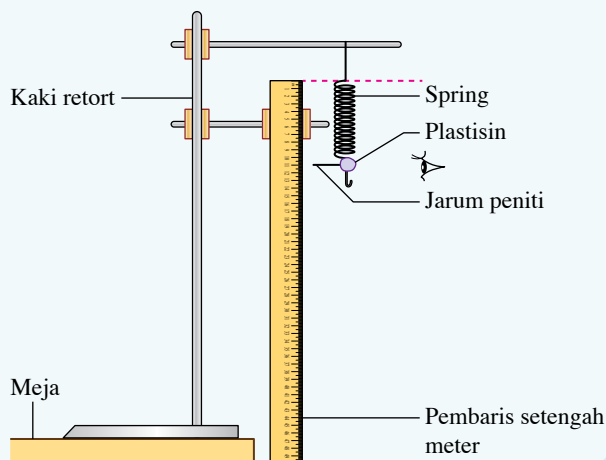
- (a) Dimanipulasikan: Daya, F
- (b) Bergerak balas: Pemanjangan spring, x
- (c) Dimalarkan: Kekerasan spring

Radas: Spring dengan panjang sekurang-kurangnya 10 cm, lima keping pemberat berslot 10 g, lima keping pemberat berslot 20 g, lima keping pemberat berslot 50 g, pembaris setengah meter dan dua buah kaki retort

Bahan: Jarum peniti, plastisin dan benang

Prosedur:

1. Sediakan susunan radas seperti yang ditunjukkan dalam Rajah 1.32. Pastikan tanda sifar pembaris setengah meter sama paras dengan hujung bahagian atas spring.



Rajah 1.32

2. Tentukan kedudukan asal jarum peniti, iaitu panjang asal spring, l_0 .
3. Rancang langkah-langkah untuk:
 - (a) Menambah daya yang dikenakan ke atas spring menggunakan pemberat berslot yang dibekalkan
 - (b) Mengukur pemanjangan spring itu
4. Jalankan eksperimen mengikut langkah-langkah yang telah anda rancang.

Keputusan:

Sediakan jadual untuk merekodkan:

- (a) Jisim pemberat yang digunakan untuk meregangkan spring
- (b) Daya yang dikenakan ke atas spring
- (c) Panjang spring yang diregangkan
- (d) Pemanjangan spring

Analisis data:

Kenal pasti dan plotkan graf untuk membantu anda menyemak hipotesis.

Kesimpulan:

Apakah kesimpulan yang dapat dibuat daripada eksperimen ini?

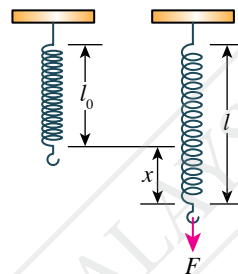
Sediakan laporan yang lengkap bagi eksperimen ini.

Perbincangan:

1. Apakah langkah berjaga-jaga yang perlu diambil supaya spring tidak mengalami pemanjangan yang berlebihan?
2. Adakah graf yang diplot merupakan satu garis lurus yang melalui semua titik? Bincangkan.

Galeri MAKLUMAT

Pemanjangan spring ialah penambahan panjang spring apabila daya regangan dikenakan ke atas spring itu.



Pemanjangan spring, x ialah hasil tolak panjang spring yang diregang, l dengan panjang asal spring, l_0 .

$$x = l - l_0$$



Nota

Pastikan pemanjangan spring tidak melebihi setengah daripada panjang asal spring supaya spring itu tidak mengalami pemanjangan lampau dan boleh kembali kepada panjang asalnya.

Keputusan Eksperimen 1.1 menghasilkan graf garis lurus yang melalui titik asalan seperti yang ditunjukkan dalam Rajah 1.33. Hal ini menunjukkan bahawa pemanjangan spring berkadar terus dengan daya yang dikenakan ke atas spring.


IMBAS SAYA

Had kenyal

<http://bit.ly/2rDY5ZI>

Hukum Hooke menyatakan bahawa **pemanjangan suatu spring adalah berkadar terus dengan daya yang bertindak ke atas spring jika tidak melebihi had kenyal spring itu.**

Hubungan itu boleh ditulis sebagai:

$$x \propto F$$

$$F \propto x$$

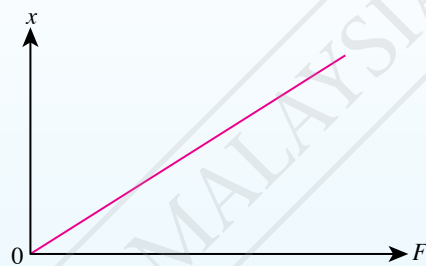
$$F = kx$$

iaitu F = daya yang dikenakan

x = pemanjangan spring

k = pemalar spring

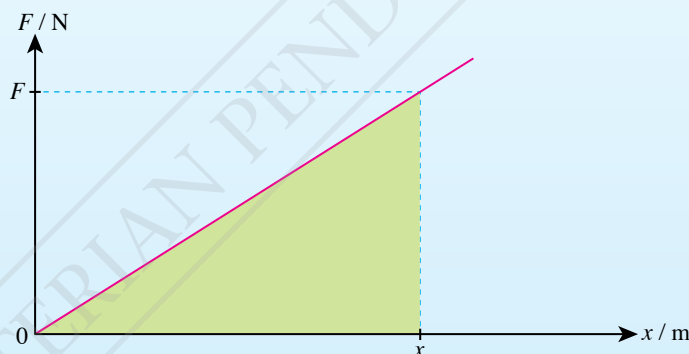
$F = kx$ ialah rumus bagi Hukum Hooke



Rajah 1.33 Graf x melawan F

Analisis Graf Daya Melawan Pemanjangan Spring

Rajah 1.34 menunjukkan graf daya melawan pemanjangan spring.



Rajah 1.34 Graf F melawan x

Hukum Hooke: $F = kx$

Pemalar spring, $k = \frac{F}{x}$

Berdasarkan graf F melawan x ,

kecerunan graf = $\frac{F}{x}$

Pemalar spring, k = Kecerunan graf F melawan x

Rajah 1.35 Hubungan antara pemalar spring dengan kecerunan graf


IMBAS SAYA

Pemalar spring

<http://bit.ly/2RHPU9E>

Rajah 1.36 menunjukkan cara untuk menerbitkan formula tenaga keupayaan kenyal daripada luas di bawah graf daya melawan pemanjangan spring.

Tenaga keupayaan kenyal, E_p
 = kerja yang dilakukan untuk meregangkan spring
 = (daya purata) $\times$ pemanjangan spring
 = $\frac{(0 + F)}{2} \times x$
 = $\frac{1}{2}Fx$

Berdasarkan graf F melawan x :
 Luas di bawah graf = luas segi tiga tepat
 = $\frac{1}{2} \times F \times x$
 = $\frac{1}{2}Fx$

Tenaga keupayaan kenyal = luas di bawah graf F melawan x
 $E_p = \frac{1}{2}Fx$
 Gantikan $F = kx$, $E_p = \frac{1}{2}(kx) \times x$
 $E_p = \frac{1}{2}kx^2$

Rajah 1.36 Formula bagi tenaga keupayaan kenyal dalam spring



Aktiviti 1.9

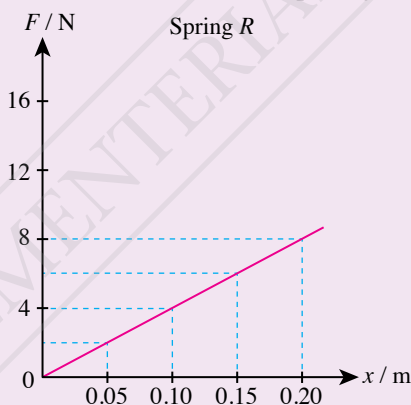
Penilaian

Tujuan: Menganalisis graf F melawan x untuk menentukan nilai:

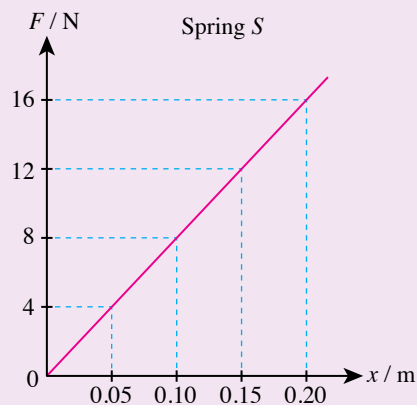
- Pemalar spring, k
- Tenaga keupayaan kenyal, E_p

Arahan:

1. Jalankan aktiviti ini secara berpasangan.



Rajah 1.37 Graf F melawan x bagi spring R



Rajah 1.38 Graf F melawan x bagi spring S

2. Daripada graf F melawan x bagi spring R dalam Rajah 1.37:

- tentukan nilai pemalar spring, k dengan menghitung kecerunan graf
- tentukan tenaga keupayaan kenyal, E_p apabila spring diregangkan sehingga pemanjangan spring, $x = 0.20$ m dengan menghitung luas di bawah graf

3. Daripada graf F melawan x bagi spring S dalam Rajah 1.38:
- tentukan nilai pemalar spring, k dengan menghitung kecerunan graf
 - tentukan tenaga keupayaan kenyal, E_p apabila spring diregangkan sehingga pemanjangan spring, $x = 0.20$ m dengan menghitung luas di bawah graf

Perbincangan:

Berdasarkan jawapan anda di langkah 2 dan 3, bandingkan spring R dan spring S dari segi:

- kekerasan spring
- tenaga keupayaan kenyal yang boleh disimpan oleh spring

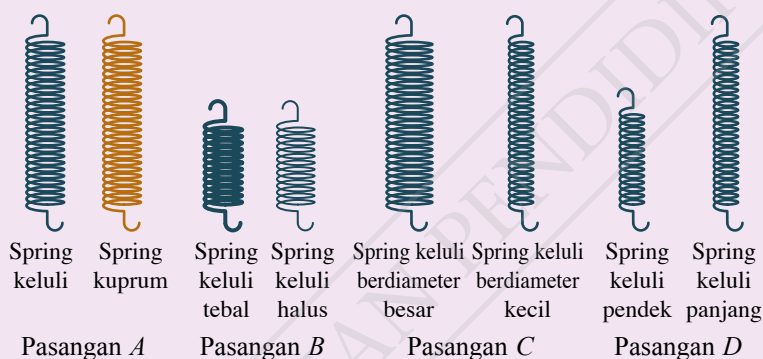
Spring yang berbeza mempunyai pemalar spring yang berbeza. Apakah faktor-faktor yang mempengaruhi nilai pemalar spring?

Aktiviti 1.10

Tujuan: Membincangkan faktor-faktor yang mempengaruhi nilai pemalar spring

Radas: Dua buah pemberat berslot 50 g, pembaris separuh meter dan kaki retort

Bahan: Empat pasangan spring dengan ciri-ciri yang berbeza (Rajah 1.39)



Rajah 1.39

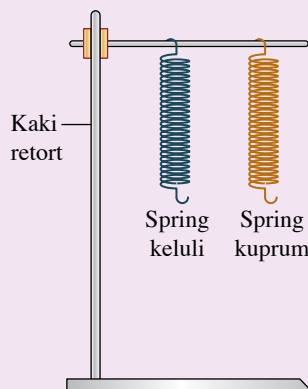


Nota

Pasangan spring B, C dan D diperbuat daripada bahan yang sama.

Arahan:

- Gantungkan dua spring daripada pasangan A pada kaki retort seperti yang ditunjukkan dalam Rajah 1.40.
- Regangkan dua spring itu dengan menggantungkan pemberat berslot 50 g dari hujung bahagian bawah spring.
- Perhatikan pemanjangan spring bagi dua spring itu. Bandingkan pemalar spring bagi dua spring itu.
- Catatkan pemerhatian anda.
- Ulangi langkah 1 hingga 4 bagi pasangan spring B, C dan D.



Rajah 1.40

Perbincangan:

- Kenal pasti empat faktor yang mempengaruhi nilai pemalar spring.
- Bagaimanakah empat faktor tersebut mempengaruhi nilai pemalar spring? Terangkan pemerhatian anda dalam bentuk peta pemikiran yang sesuai.

Nilai pemalar spring dipengaruhi oleh bahan spring, panjang spring, diameter spring dan ketebalan dawai spring. Jadual 1.7 menunjukkan ringkasan empat faktor yang mempengaruhi nilai pemalar spring.

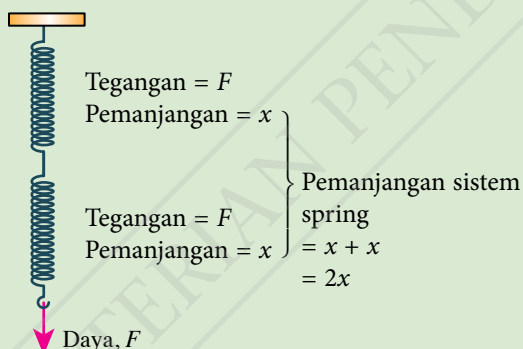
Jadual 1.7 Empat faktor yang mempengaruhi nilai pemalar spring

Faktor	Perubahan faktor	Kesan ke atas nilai pemalar spring
Bahan spring	Bahan berlainan	Berubah mengikut jenis bahan
Panjang spring	Lebih pendek	Lebih tinggi
	Lebih panjang	Lebih rendah
Diameter spring	Diameter kecil	Lebih tinggi
	Diameter besar	Lebih rendah
Ketebalan dawai spring	Diameter dawai kecil	Lebih rendah
	Diameter dawai besar	Lebih tinggi

Menyelesaikan Masalah Melibatkan Daya dan Pemanjangan Spring

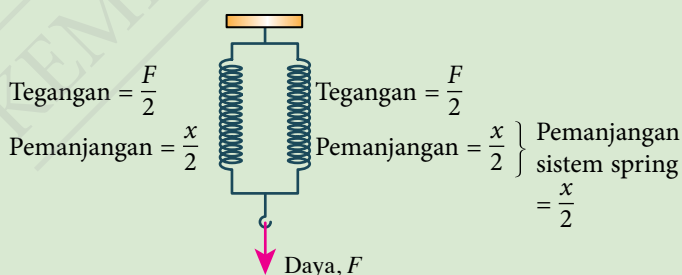
Dalam sistem yang terdiri daripada dua atau lebih spring yang serupa, susunan spring adalah sama ada sesiri atau selari. Rajah 1.41 menunjukkan dua spring yang serupa disusun secara sesiri dan selari.

Susunan spring yang serupa secara sesiri



Daya regangan yang dikenakan ke atas spring bertindak pada setiap spring dalam susunan sesiri.

Susunan spring yang serupa secara selari

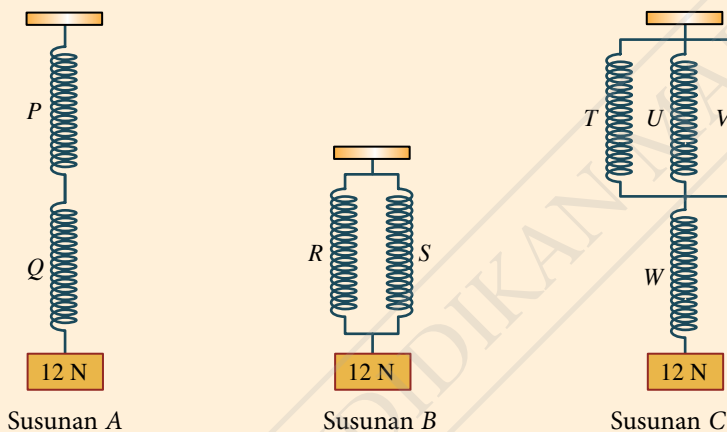


Daya regangan yang dikenakan ke atas spring dibahagikan sama rata kepada dua spring.

Rajah 1.41 Susunan spring secara sesiri dan selari

Contoh 1

- (a) Suatu spring dengan panjang asal 50 mm memanjang sebanyak 6 mm apabila diregangkan oleh daya 12 N. Hitungkan pemalar spring itu.
- (b) Rajah 1.42 menunjukkan tiga susunan spring yang terdiri daripada spring yang sama dengan spring di (a). Bagi setiap susunan spring, tentukan:
- Tegangan dalam setiap spring
 - Pemanjangan setiap spring
 - Pemanjangan sistem spring itu
 - Jumlah panjang susunan spring itu

CUBA JAWAB
<http://bit.ly/35SYdDP>
**Rajah 1.42****Penyelesaian**

(a)

Langkah 1:

Mengenal pasti masalah

Langkah 2:

Mengenal pasti maklumat yang diberikan

Langkah 3:

Mengenal pasti rumus yang boleh digunakan

Langkah 4:

Menyelesaikan masalah secara numerikal

❶ Pemalar spring, k

$$\begin{aligned} \text{❸ } F &= kx \\ k &= \frac{F}{x} \end{aligned}$$

❷ Daya, $F = 12 \text{ N}$
Pemanjangan spring, $x = 6 \text{ mm}$

$$\begin{aligned} \text{❹ } k &= \frac{12}{6} \\ &= 2 \text{ N mm}^{-1} \end{aligned}$$

(b)

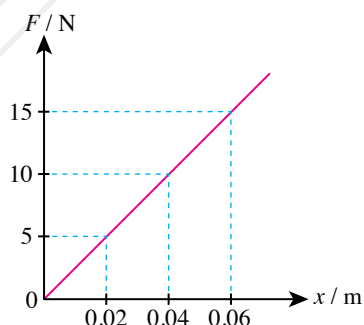
Susunan spring	Susunan A: Dua spring sesiri		Susunan B: Dua spring selari		Susunan C: Tiga spring <i>T</i> , <i>U</i> dan <i>V</i> selari dengan spring <i>W</i> sesiri			
	<i>P</i>	<i>Q</i>	<i>R</i>	<i>S</i>	<i>T</i>	<i>U</i>	<i>V</i>	<i>W</i>
(i) Tegangan / <i>N</i>	12	12	$\frac{12}{2} = 6$	$\frac{12}{2} = 6$	$\frac{12}{3} = 4$	$\frac{12}{3} = 4$	$\frac{12}{3} = 4$	12
(ii) Pemanjangan / mm	6	6	3	3	2	2	2	6
(iii) Pemanjangan sistem spring / mm	6 + 6 = 12		3		2 + 6 = 8			
(iv) Jumlah panjang susunan spring / mm	50 + 50 + 12 = 112		50 + 3 = 53		50 + 50 + 8 = 108			

Praktis Formatif 1.4

1. Apakah yang dimaksudkan dengan kekenyalan?

2. Rajah 1.43 menunjukkan graf daya, *F* melawan pemanjangan spring, *x* bagi suatu spring.

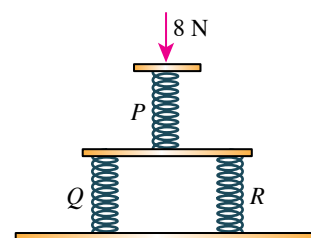
- Nyatakan hukum Hooke.
- Adakah spring itu mematuhi hukum Hooke?
- Hitungkan pemalar spring itu.
- Berapakah tenaga keupayaan kenyal dalam spring itu apabila diregangkan sehingga pemanjangan 0.04 m?



Rajah 1.43

3. Rajah 1.44 menunjukkan satu susunan yang terdiri daripada tiga spring yang serupa, iaitu *P*, *Q* dan *R*. Pemalar spring ialah 4 N cm^{-1} . Susunan itu dimampatkan oleh daya 8 N. Tentukan:

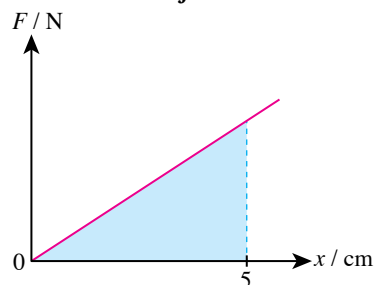
- daya yang dialami oleh setiap spring
- pemampatan setiap spring
- pemampatan sistem spring itu



Rajah 1.44

4. Rajah 1.45 menunjukkan graf *F* melawan *x* bagi seutas spring. Luas berlorek dalam graf itu mempunyai nilai 0.4 J.

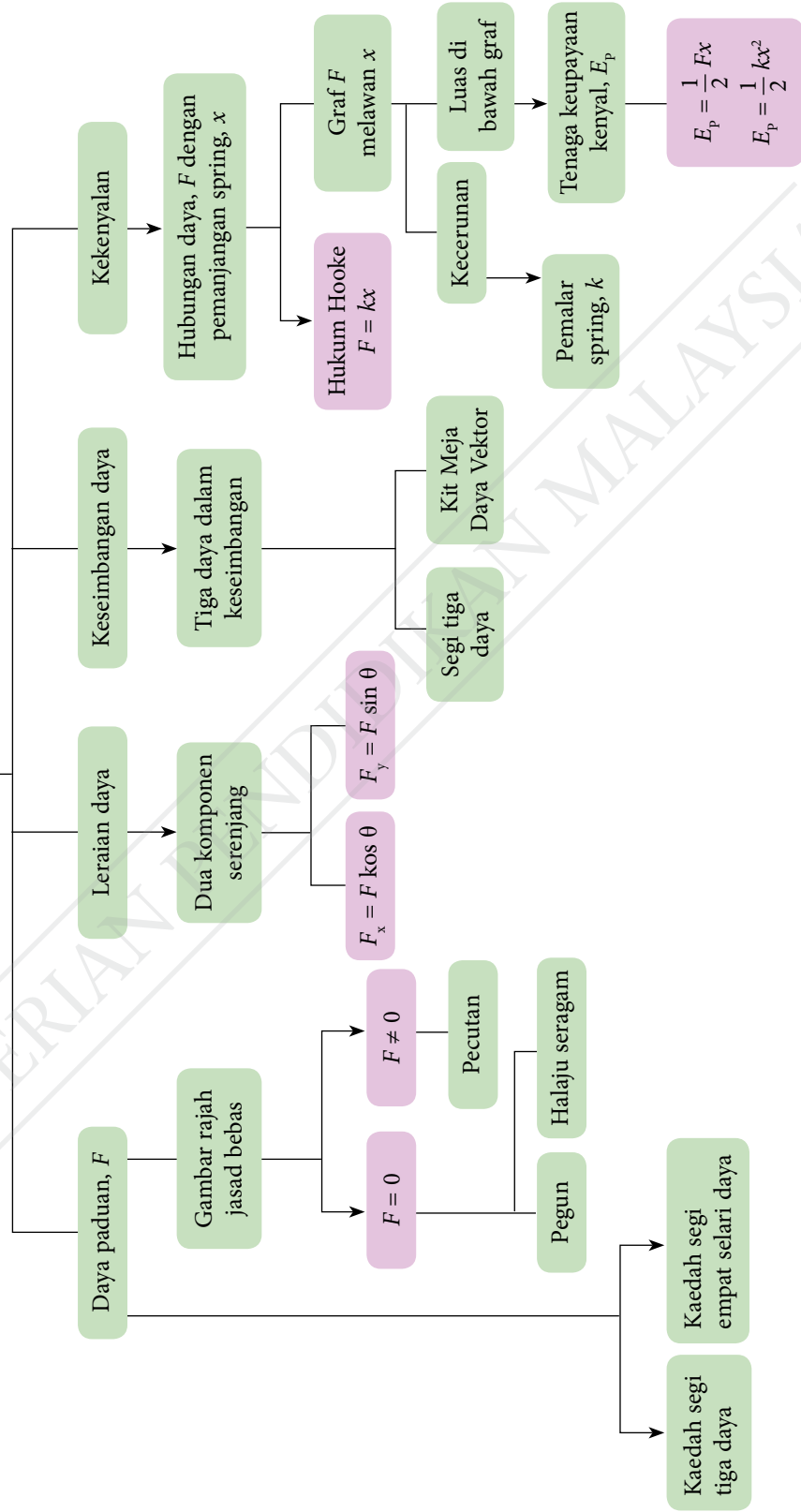
- Berapakah daya yang menghasilkan pemanjangan 5 cm pada spring itu?
- Hitungkan pemalar spring itu.



Rajah 1.45



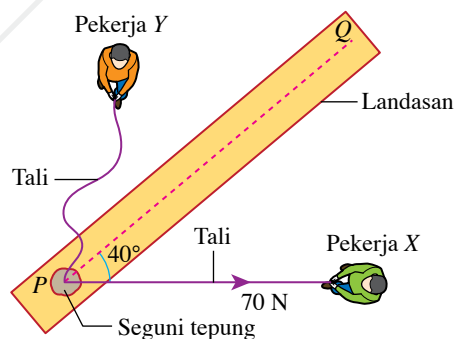
Daya dan Gerakan II



- Perkara baharu yang saya pelajari dalam bab Daya dan Gerakan II ialah .
- Perkara paling menarik yang saya pelajari dalam bab ini ialah .
- Perkara yang saya masih kurang fahami ialah .
- Prestasi saya dalam bab ini.
 Kurang baik  1 2 3 4 5  Sangat baik
- Saya perlu  untuk meningkatkan prestasi saya dalam bab ini.

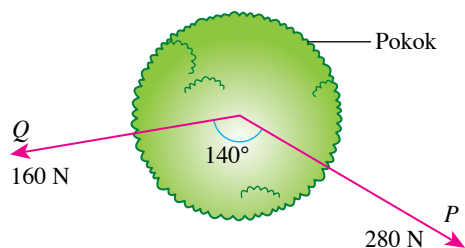
Praktis Sumatif

- Rajah 1 menunjukkan pandangan dari atas bagi seorang pekerja X yang mengenakan daya tarikan 70 N ke atas seguni tepung di atas suatu landasan. Seorang pekerja Y mampu mengenakan daya tarikan 60 N ke atas guni itu. Tentukan arah daya tarikan yang perlu dikenakan oleh pekerja Y supaya guni itu bergerak di sepanjang garisan PQ. 
 [Abaikan geseran di antara guni dengan permukaan landasan]



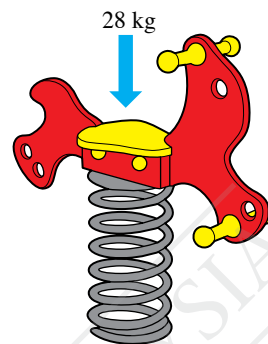
Rajah 1

- Rajah 2 menunjukkan pandangan dari atas bagi daya tarikan yang dikenakan oleh individu P dan individu Q dalam usaha menumbangkan sepokon pokok.
 - Dengan menggunakan kaedah segi empat selari, tentukan magnitud dan arah daya paduan ke atas pokok itu. 
 - Bincangkan kelebihan dan kelemahan sudut yang besar di antara dua daya itu. 
 - Individu yang manakah perlu lebih berhati-hati semasa pokok itu tumbang? 



Rajah 2

3. Rajah 3 menunjukkan sebuah alat permainan kanak-kanak. Spring bagi alat tersebut mengalami pemampatan sebanyak 5.0 cm apabila seorang kanak-kanak berjisim 28 kg duduk di atasnya. Berapakah pemalar spring itu dalam unit N m^{-1} ? [Pecutan graviti, $g = 9.81 \text{ m s}^{-2}$]



Rajah 3

4. Berikan hujah anda tentang pernyataan yang berikut. 🧠

Apabila dua daya 17 N dan 13 N bertindak ke atas satu titik, daya paduan yang terhasil tidak mungkin lebih kecil daripada 4 N dan tidak mungkin lebih besar daripada 30 N.

5. Pergerakan sebuah motosikal berjisim 180 kg adalah seperti yang berikut.

Peringkat I: Pegun di simpang

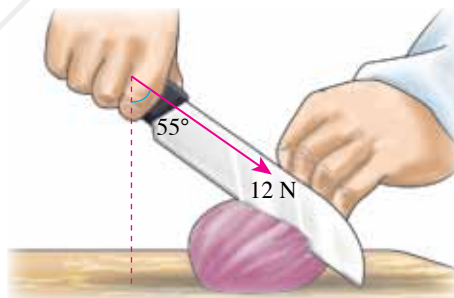
Peringkat II: Bergerak ke arah timur dengan halaju yang meningkat dari sifar ke 20 m s^{-1} dalam masa 8 s.

Peringkat III: Terus bergerak dengan halaju seragam 20 m s^{-1}

Bagi setiap peringkat, nyatakan magnitud dan arah daya paduan ke atas motosikal itu.

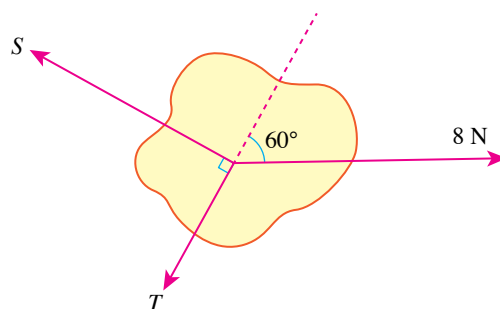
6. Rajah 4 menunjukkan seorang tukang masak mengenakan daya 12 N untuk memotong sebiji bawang.

- (a) Hitungkan komponen mengufuk dan komponen menegak bagi daya 12 N.
(b) Apakah fungsi komponen mengufuk dan komponen menegak dalam tindakan memotong bawang itu?



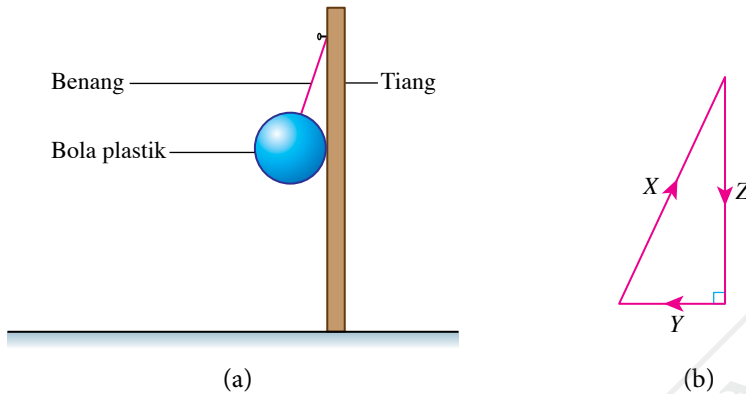
Rajah 4

7. Rajah 5 menunjukkan tiga daya bertindak ke atas suatu objek. Objek itu berada dalam keadaan pegun. Hitungkan magnitud daya S dan T. 🧠



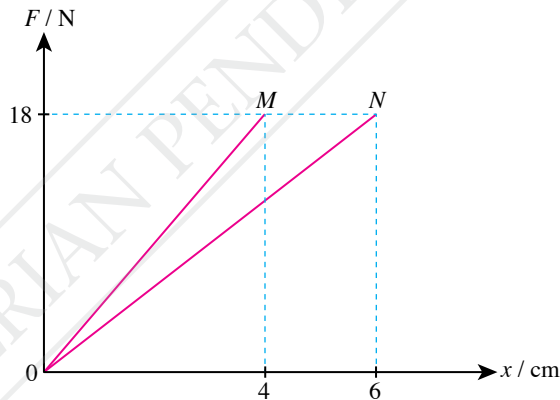
Rajah 5

8. Rajah 6(a) menunjukkan sebiji bola plastik digantung pada sebatang tiang. Rajah 6(b) ialah segi tiga daya bagi daya X , Y dan Z yang bertindak ke atas bola itu. Pada Rajah 6(a), lakarkan gambar rajah jasad bebas bagi bola plastik itu. 🧠



Rajah 6

9. Tiga daya sesatah 10 N , 24 N dan 26 N bertindak ke atas suatu objek. Lukiskan satu segi tiga daya berskala bagi tiga daya itu jika objek berada dalam keadaan pegun. 🧠
10. Rajah 7 menunjukkan graf daya melawan pemanjangan spring bagi spring keluli M dan spring keluli N .



Rajah 7

- (a) Hitungkan pemalar spring bagi spring keluli M .
- (b) Berapakah tenaga keupayaan kenyal yang disimpan dalam spring keluli N apabila diregangkan sehingga pemanjangan spring 6 cm ? 🧠
- (c) Banding dan bezakan antara spring keluli M dengan spring keluli N . 🧠
11. Suatu spring menyimpan tenaga keupayaan kenyal sebanyak 18 J apabila pemanjangan spring ialah 4.0 cm . Berapakah daya yang diperlukan untuk meregangkan spring itu sehingga pemanjangan 3.0 cm ? 🧠

12. Seorang juruteknik ditugaskan untuk mengkaji kegunaan tiga jenis spring, iaitu X, Y dan Z dengan pemalar spring seperti yang diberikan dalam Jadual 1.

- (a) Jadual 2 menunjukkan empat cara susunan spring yang dipertimbang oleh juruteknik itu.

Jadual 1

Jenis Spring	Pemalar spring / N cm^{-1}
X	200
Y	300
Z	600

Jadual 2

Susunan	Daya yang dikenakan / N	Pemanjangan sistem spring / cm
Dua spring jenis X sesiri	400	
Dua spring jenis X selari	600	
Dua spring jenis Y sesiri	300	
Dua spring jenis Z selari	600	

Bagi setiap susunan spring, tentukan pemanjangan sistem spring yang dihasilkan dan lengkapkan Jadual 2. 🧠

- (b) Apakah andaian yang perlu dibuat dalam perhitungan anda di 12(a)? 🧠

Cabaran Abad ke-21

13. Rajah 8 menunjukkan sekeping plat besi di atas lantai sebuah gudang. Plat besi itu disokong oleh suatu sistem spring di bawahnya. Sistem spring itu mampu menampung beban maksimum 3 600 kg dengan pemampatan 5.0 cm.

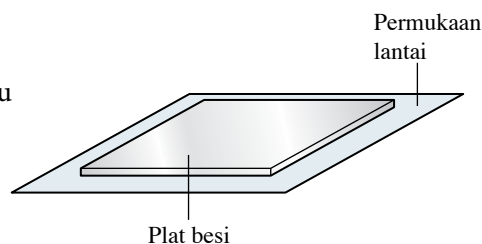
Rajah 9 pula menunjukkan dua jenis spring yang boleh digunakan.

Anda ditugaskan untuk mencadangkan reka bentuk sistem spring yang sesuai untuk menyokong plat besi itu.

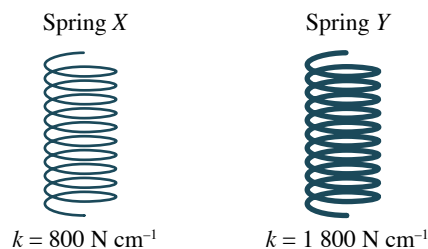
Cadangan anda hendaklah mempertimbangkan aspek yang berikut:

- jenis spring yang digunakan
- bilangan spring yang digunakan
- kedudukan setiap spring

Justifikasikan cadangan reka bentuk anda. 🧠
[Pecutan graviti, $g = 9.81 \text{ m s}^{-2}$]



Rajah 8



Rajah 9

BAB

2

Tekanan

Apakah itu tekanan cecair, tekanan atmosfera dan tekanan gas?

Apakah kesan perubahan tekanan di dalam laut dan tekanan atmosfera ke atas manusia?

Bagaimanakah prinsip Pascal diaplikasikan dalam kehidupan harian?

Bagaimanakah prinsip Archimedes digunakan dalam keapungan kapal laut?

Bagaimanakah prinsip Bernoulli digunakan dalam bidang penerbangan?

Anda akan mempelajari:

- 2.1** Tekanan Cecair
- 2.2** Tekanan Atmosfera
- 2.3** Tekanan Gas
- 2.4** Prinsip Pascal
- 2.5** Prinsip Archimedes
- 2.6** Prinsip Bernoulli



Portal Informasi

Semangat ingin tahu yang tinggi mendorong manusia meneroka jauh ke dasar lautan. Kenderaan laut dalam (*deep sea vehicle*) ialah kenderaan laut yang boleh membawa manusia meneroka ke dasar lautan.

Limiting Factor merupakan nama bagi sebuah kenderaan laut dalam. Kenderaan ini boleh membawa dua orang peneroka dan mampu menyelam sehingga kedalaman 11 000 meter di bawah aras laut. Pada aras kedalaman ini, tekanan ke atas kenderaan laut dalam lebih daripada seribu kali tekanan di aras laut. Badan kenderaan ini mempunyai struktur binaan yang mampu menahan tekanan lampau. Tekanan dalam ruang kabin sentiasa dalam kawalan supaya boleh didiami oleh peneroka.



<http://bit.ly/2t3WHjY>

Kepentingan Bab Ini

Reka bentuk dan penciptaan kenderaan laut dalam melibatkan pertimbangan tentang tekanan atmosfera dan tekanan air yang melampau. Pergerakan kenderaan laut dalam melibatkan aplikasi prinsip daya apungan. Pemahaman tentang kesan tekanan air pada kedalaman melampau membolehkan ahli sains membuat persediaan yang sewajarnya sebelum melakukan ekspedisi ke dasar lautan. Hal ini penting dalam penyediaan dan pembinaan peralatan yang digunakan dan langkah berjaga-jaga semasa bekerja dalam situasi tekanan air yang tinggi.

Lensa Futuristik

Kenderaan laut dalam kawalan jauh berpotensi digunakan dalam penyelenggaraan kabel bawah laut dan pencarian galian mineral di dasar laut. Teknologi kejuruteraan dalam penciptaan kenderaan laut juga bakal mencetuskan pembinaan bandar raya bawah laut pada masa hadapan.



<http://bit.ly/2Te0mWU>

2.1

Tekanan Cecair

Gambar foto 2.1 menunjukkan air yang dilepaskan dari sebuah empangan. Saluran keluar air empangan itu berada pada bahagian dasar empangan. Mengapakah air itu boleh memancut keluar dengan kelajuan yang tinggi? Mengapakah saluran keluar air dibina pada bahagian dasar empangan? Apakah faktor-faktor yang mempengaruhi tekanan air?



IMBAS SAYA

Video tekanan air di empangan

<http://bit.ly/2E77yLV>



IMBAS KEMBALI



Tekanan

<http://bit.ly/2RIFOVU>

Gambar foto 2.1 Air yang dilepaskan dari sebuah empangan



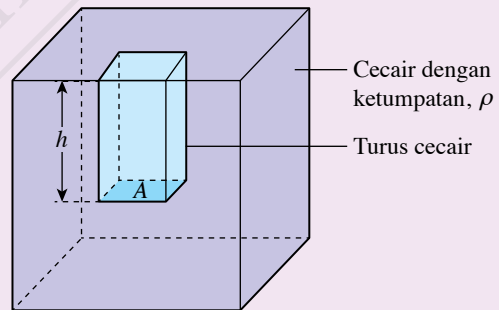
Aktiviti 2.1

Algoritma

Tujuan: Menerbitkan formula $P = h\rho g$ daripada formula $P = \frac{F}{A}$ dan $\rho = \frac{m}{V}$

Arahan:

1. Jalankan aktiviti ini secara berpasangan.
2. Pertimbangkan satu turus cecair dengan ketinggian, h dan luas permukaan tapak, A di dalam sebuah bekas yang berisi cecair seperti yang ditunjukkan dalam Rajah 2.1.
3. Lengkapkan petak kosong di bawah untuk menerbitkan formula tekanan cecair.



Rajah 2.1

Isi padu turus cecair, $V =$

Jisim turus cecair, $m =$

Berat turus cecair, $W =$

Tekanan pada tapak turus cecair, $P =$

$P =$

[Isi padu = luas permukaan tapak $\times$ ketinggian]

[Jisim = isi padu $\times$ ketumpatan]

[Berat = jisim $\times$ pecutan graviti]

[Tekanan = $\frac{\text{Berat turus}}{\text{Luas permukaan}}$]

Perbincangan:

Nyatakan tiga faktor yang mempengaruhi tekanan cecair.



Nota

Tekanan pada tapak turus cecair itu disebabkan oleh berat turus cecair tersebut.

Tekanan cecair dihitung dengan menggunakan formula yang berikut.

$$P = h\rho g$$

iaitu P = tekanan cecair

h = kedalaman cecair

ρ = ketumpatan cecair

g = pecutan graviti

Unit S.I. bagi tekanan, P ialah pascal (Pa)

$1 \text{ Pa} = 1 \text{ N m}^{-2}$ atau $1 \text{ kg m}^{-1} \text{ s}^{-2}$

Galeri MAKLUMAT

Tekanan cecair tidak bergantung pada jisim, isi padu dan luas permukaan cecair.

Faktor-faktor yang Mempengaruhi Tekanan Cecair

Eksperimen 2.1

Inferens: Tekanan cecair bergantung pada kedalaman cecair

Hipotesis: Semakin bertambah kedalaman cecair, semakin bertambah tekanan cecair

Tujuan: Mengkaji hubungan antara kedalaman cecair dengan tekanan cecair

Pemboleh ubah:

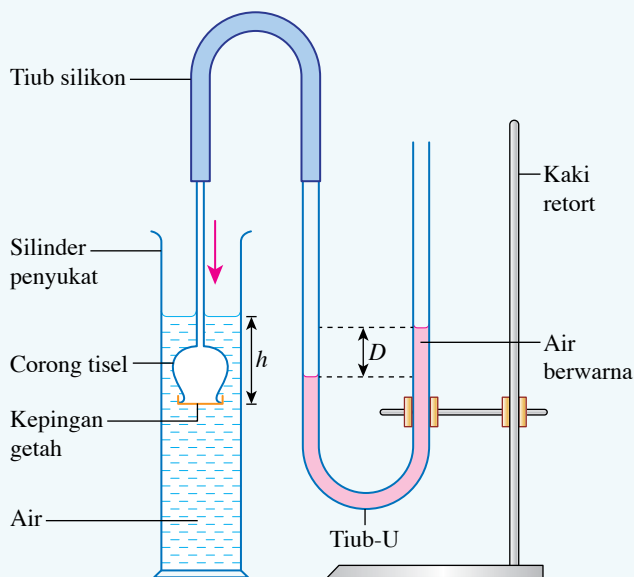
- (a) Dimanipulasikan: Kedalaman cecair, h
- (b) Bergerak balas: Tekanan cecair yang diwakili oleh perbezaan ketinggian turus air, D antara dua aras air di dalam tiub-U
- (c) Dimalarkan: Ketumpatan cecair

Radas: Silinder penyukat 500 ml, tiub silikon, corong tisel dengan muncung ditutup oleh kepingan getah nipis, tiub-U, dua batang pembaris setengah meter dan kaki retort

Bahan: Air dan pewarna makanan

Prosedur:

1. Sediakan susunan radas seperti yang ditunjukkan dalam Rajah 2.2. Pada awalnya, corong tisel berada di luar silinder penyukat dan aras air di dalam kedua-dua lengan tiub-U adalah sama.
2. Tolak corong tisel ke dalam silinder penyukat berisi air sehingga kedalaman, $h = 4.0 \text{ cm}$.
3. Tentukan perbezaan ketinggian turus air, D antara dua aras air di dalam tiub-U.
4. Ulangi langkah 2 hingga 3 bagi kedalaman, $h = 8.0 \text{ cm}$, 12.0 cm , 16.0 cm dan 20.0 cm .
5. Rekodkan perbezaan ketinggian turus air, D dalam Jadual 2.1.



Rajah 2.2

Keputusan:

Jadual 2.1

Kedalaman air, h / cm	Perbezaan ketinggian turus air, D / cm
4.0	
8.0	
12.0	
16.0	
20.0	

Analisis data:

Lukiskan graf D melawan h .

Kesimpulan:

Apakah kesimpulan yang dapat dibuat daripada eksperimen ini?

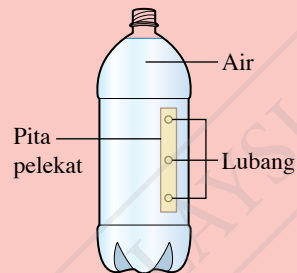
Sediakan laporan yang lengkap bagi eksperimen ini.

Perbincangan:

1. Apakah hubungan antara tekanan air dengan kedalaman air?
2. Nyatakan satu langkah berjaga-jaga bagi eksperimen ini.

Jom Cuba

Kesan kedalaman ke atas tekanan air boleh dikaji menggunakan botol plastik.



Selepas botol itu diisi penuh dengan air, pita pelekat ditanggalkan. Jarak pancutan air daripada tiga lubang itu akan menunjukkan hubungan antara tekanan air dengan kedalaman.



Eksperimen 2.2

Inferens: Tekanan cecair bergantung pada ketumpatan cecair

Hipotesis: Semakin tinggi ketumpatan cecair, semakin tinggi tekanan cecair

Tujuan: Mengkaji hubungan antara ketumpatan cecair dengan tekanan cecair

Pemboleh ubah:

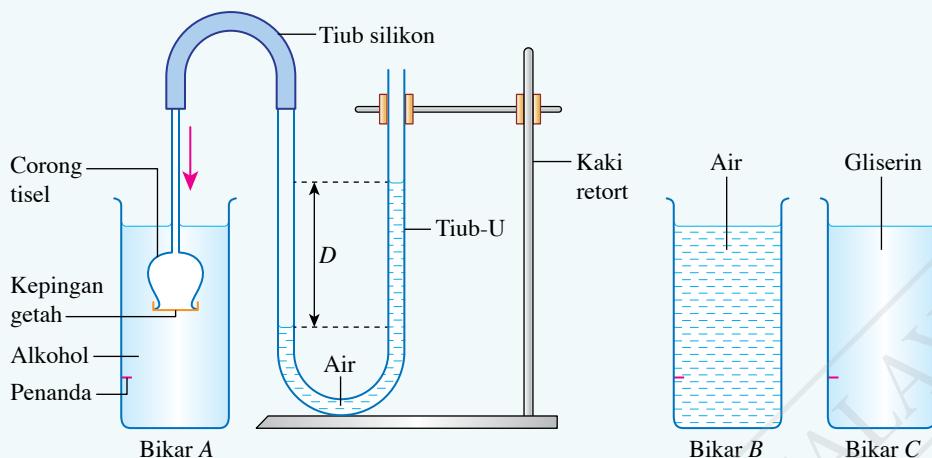
- (a) Dimanipulasikan: Ketumpatan cecair, ρ
- (b) Bergerak balas: Tekanan cecair yang diwakili oleh perbezaan ketinggian turus air, D antara dua aras air di dalam tiub-U
- (c) Dimalarkan: Kedalaman cecair

Radas: Pembaris setengah meter, tiga buah bikar 600 ml, tiub-U, tiub silikon, corong tisel dengan muncung ditutup oleh kepingan getah nipis dan kaki retort

Bahan: Pita pelekat, air, alkohol dan gliserin

Prosedur:

1. Buat satu penanda 2 cm daripada dasar bikar dengan menggunakan pita pelekat bagi semua bikar.
2. Sediakan susunan radas seperti yang ditunjukkan dalam Rajah 2.3.



Rajah 2.3

3. Dekatkan mulut corong tisel dengan permukaan alkohol di dalam bikar A. Tolak corong tisel secara menegak ke dalam alkohol secara perlahan-lahan sehingga muncung corong tisel sama aras dengan penanda.
4. Tentukan perbezaan ketinggian turus air, D antara dua aras air di dalam tiub-U. Kemudian, keluarkan dan keringkan corong tisel.
5. Ulangi langkah 3 dan 4 bagi bikar B dan bikar C.
6. Rekodkan perbezaan ketinggian turus air, D dalam Jadual 2.2.

Keputusan:

Jadual 2.2

Bikar	Jenis cecair	Ketumpatan cecair, $\rho / \text{kg m}^{-3}$	Perbezaan ketinggian turus air, D / cm
A	Alkohol	790	
B	Air	1 000	
C	Gliserin	1 300	

Analisis data:

Hubung kaitkan perbezaan ketinggian turus air dalam tiub-U dengan nilai ketumpatan cecair.

Kesimpulan:

Apakah kesimpulan yang dapat dibuat daripada eksperimen ini?

Sediakan laporan yang lengkap bagi eksperimen ini.

Perbincangan:

1. Mengapakah kaedah dalam Jom Cuba di halaman 42 tidak sesuai untuk mengkaji hubungan antara ketumpatan dengan tekanan cecair?
2. Mengapakah merkuri tidak sesuai digunakan sebagai cecair di dalam tiub-U.



Aktiviti 2.2

Tujuan: Menunjukkan bahawa luas keratan rentas dan bentuk turus tidak mempengaruhi tekanan cecair

Radas: Radas aras cecair (sebarang bentuk)

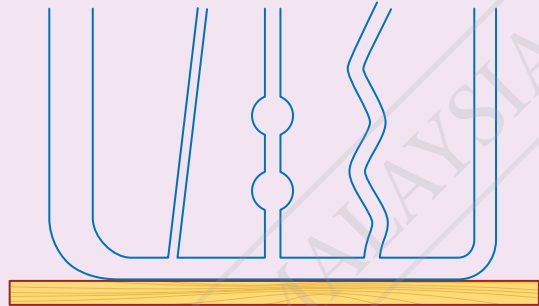
Bahan: Air dan pewarna makanan

Arahan:

1. Letakkan radas aras cecair yang kosong di atas permukaan meja yang ufuk seperti yang ditunjukkan dalam Rajah 2.4.
2. Tuangkan air berwarna ke dalam radas itu sehingga hampir penuh.
3. Perhatikan ketinggian air di dalam setiap turus.

Perbincangan:

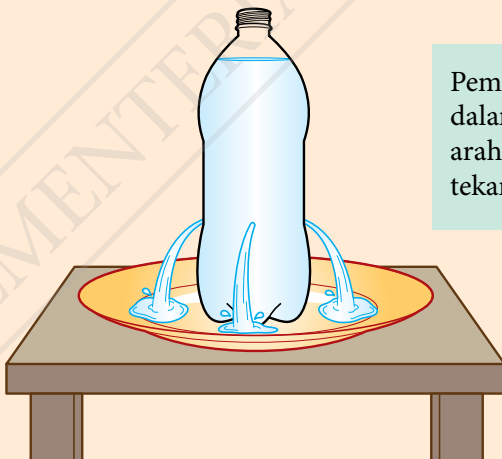
1. Bandingkan ketinggian air di dalam setiap turus.
2. Bincangkan sama ada tekanan cecair dipengaruhi oleh luas keratan rentas dan bentuk turus.



Rajah 2.4

Berdasarkan pemerhatian di Aktiviti 2.2, ketinggian aras air dalam bentuk turus yang berbeza adalah sama. Hal ini bermakna luas keratan turus dan bentuk turus tidak mempengaruhi tekanan cecair.

Rajah 2.5 yang menunjukkan air yang memancut keluar daripada ketiga-tiga lubang pada sebuah botol plastik pada aras yang sama mempunyai jarak pancutan yang sama.



Rajah 2.5 Air yang memancut keluar dari sebuah botol



IMBAS SAYA

Video pancutan air dari botol

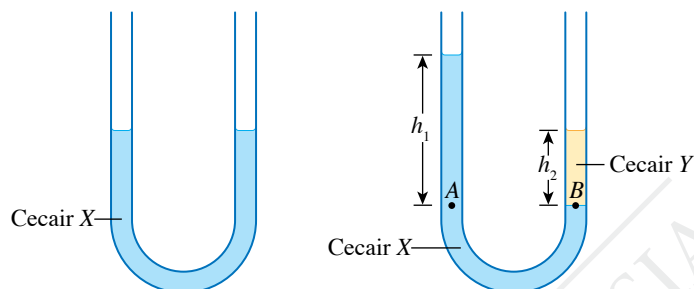
<http://bit.ly/2Qa9wBP>

Pemerhatian ini menunjukkan bahawa tekanan dalam cecair pada satu titik bertindak pada semua arah. Titik-titik pada aras yang sama mempunyai tekanan yang sama.

INFO Celik

Titik-titik dalam suatu cecair pada aras yang sama mempunyai tekanan yang sama hanya jika cecair dalam keadaan statik.

Rajah 2.6 menunjukkan sebatang tiub-U yang diisi dengan cecair X dan kemudian ditambah dengan cecair Y yang tidak bercampur dengan cecair X. Radas ini boleh digunakan untuk membandingkan ketumpatan dua jenis cecair yang tidak bercampur.



Rajah 2.6 Sebatang tiub-U yang diisi dengan cecair X dan cecair Y

Tekanan cecair di titik A, $P_1 = h_1 \rho_1 g$, iaitu ρ_1 = ketumpatan cecair X

Tekanan cecair di titik B, $P_2 = h_2 \rho_2 g$, iaitu ρ_2 = ketumpatan cecair Y

Oleh sebab titik A dan B berada pada aras yang sama dan kedua-dua cecair itu adalah statik, tekanan di titik A = tekanan di titik B

$$P_1 = P_2$$

$$h_1 \rho_1 g = h_2 \rho_2 g$$

$$\text{Maka, } h_1 \rho_1 = h_2 \rho_2$$

Nilai h_1 dan h_2 boleh diukur dengan pembaris. Jika ketumpatan cecair X, ρ_1 diketahui, maka ketumpatan cecair Y, ρ_2 boleh dihitung dan sebaliknya.

Menyelesaikan Masalah yang Melibatkan Tekanan Cecair

Formula $P = h\rho g$ digunakan untuk menghitung tekanan pada suatu kedalaman dalam cecair. Permukaan cecair turut mengalami tekanan. Oleh itu, tekanan sebenar yang dialami oleh suatu objek dalam cecair dihitung dengan rumus yang berikut.

Tekanan sebenar = $h\rho g + P_{\text{atm}}$, iaitu P_{atm} = tekanan atmosfera

INFO Celik

Pada aras laut, tekanan atmosfera mempunyai nilai kira-kira 100 000 Pa, iaitu 100 kPa.

CUBA JAWAB



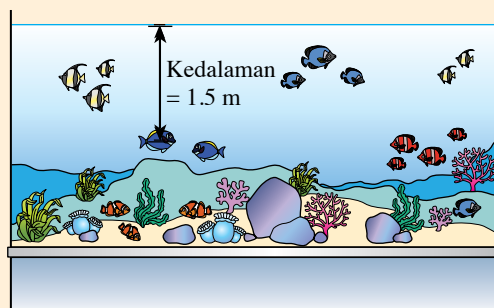
<http://bit.ly/2RGQrIE>

Contoh 1

Rajah 2.7 menunjukkan seekor ikan berada pada kedalaman 1.5 m di dalam sebuah akuarium. Ketumpatan air akuarium ialah $1\,050 \text{ kg m}^{-3}$ dan tekanan atmosfera ialah 100 kPa.

[Pecutan graviti, $g = 9.81 \text{ m s}^{-2}$]

- Berapakah tekanan yang dialami oleh ikan itu disebabkan oleh air di sekelilingnya?
- Hitungkan tekanan sebenar yang bertindak ke atas ikan itu.



Rajah 2.7

Penyelesaian

(a)

Langkah 1:

Mengenal pasti masalah

Langkah 2:

Mengenal pasti maklumat yang diberikan

Langkah 3:

Mengenal pasti rumus yang boleh digunakan

Langkah 4:

Menyelesaikan masalah secara numerikal

1 Tekanan air ke atas ikan, P

3 $P = h\rho g$

2 Kedalaman ikan, $h = 1.5$ m
Ketumpatan air akuarium, $\rho = 1\,050$ kg m⁻³
Pecutan graviti, $g = 9.81$ m s⁻²

4 $P = h\rho g$
 $= 1.5 \times 1\,050 \times 9.81$
 $= 15\,450.8$ Pa
 $= 15.5$ kPa

(b) Tekanan atmosfera, $P_{\text{atm}} = 100$ kPa
Tekanan sebenar $= h\rho g + P_{\text{atm}}$
 $= 15.5 + 100$
 $= 115.5$ kPa

Contoh 2

Rajah 2.8 menunjukkan sebatang tiub-U yang diisi dengan air dan minyak zaitun. Ketumpatan air ialah $1\,000$ kg m⁻³. Hitungkan ketumpatan minyak zaitun.

Penyelesaian

Ketumpatan minyak zaitun, ρ_2
Ketinggian turus air, $h_1 = 15.0$ cm
Ketumpatan air, $\rho_1 = 1\,000$ kg m⁻³
Ketinggian turus minyak zaitun, $h_2 = 16.5$ cm

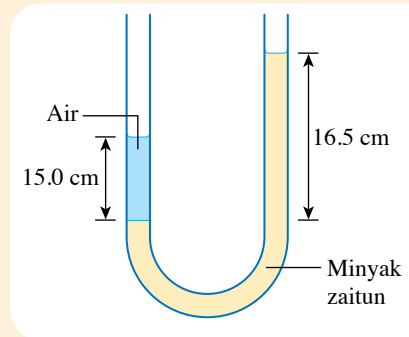
$$h_1\rho_1g = h_2\rho_2g$$

$$h_1\rho_1 = h_2\rho_2$$

$$15.0 \times 1\,000 = 16.5 \times \rho_2$$

$$\rho_2 = \frac{15.0 \times 1\,000}{16.5}$$

$$= 909.1 \text{ kg m}^{-3}$$



Rajah 2.8

Aplikasi Tekanan Cecair dalam Kehidupan

Kedudukan tangki air di rumah

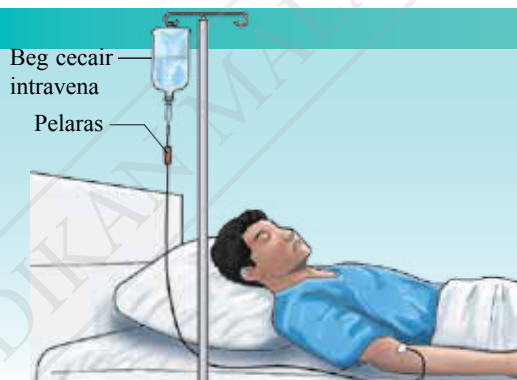
- Tangki air di rumah biasanya diletakkan di ruang antara siling dengan bumbung.
- Perbezaan ketinggian di antara aras air di dalam tangki dengan pili air menghasilkan tekanan air yang tinggi pada pili air.
- Air boleh mengalir keluar dengan laju apabila pili dibuka.

Tangki di rumah

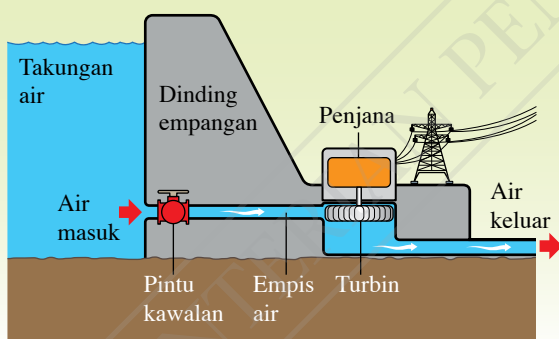


Kedudukan cecair intravena

- Beg cecair intravena diletakkan pada kedudukan yang lebih tinggi daripada badan pesakit.
- Tekanan yang terhasil daripada perbezaan ketinggian turus cecair menolak cecair intravena masuk ke dalam badan pesakit.
- Kadar pengaliran cecair intravena yang masuk ke dalam badan pesakit dipengaruhi oleh ketinggian beg cecair dan boleh dikawal oleh pelaras.

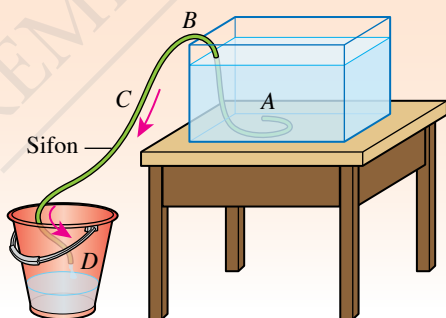


Pembinaan empangan



- Oleh sebab tekanan air bertambah apabila kedalaman bertambah, dinding empangan air dibina dengan bentuk yang lebar pada bahagian dasar empangan.
- Bahagian dasar empangan yang lebar mampu menahan tekanan air yang tinggi.
- Empis air berada pada kedudukan yang rendah supaya tekanan air yang tinggi boleh menghasilkan aliran air yang deras untuk memutarakan turbin.

Penggunaan sifon



- Sifon digunakan untuk memindahkan air dari kawasan tinggi ke kawasan rendah.
- Salur yang dipenuhi dengan air dimasukkan satu hujungnya ke dalam tangki air yang berada di kedudukan yang tinggi manakala satu hujung diletakkan di kedudukan yang lebih rendah.
- Pengaliran air keluar dari hujung D menghasilkan kawasan tekanan rendah di titik B. Tekanan atmosfera menolak air ke dalam tiub di A.

Rajah 2.9 Aplikasi tekanan cecair dalam kehidupan harian

Sifon yang ringkas terdiri daripada sebatang tiub yang boleh dibengkokkan. Cecair boleh dipindahkan keluar dari sebuah takungan secara berterusan untuk suatu tempoh yang tertentu tanpa menggunakan kuasa elektrik. Apakah faktor-faktor yang mempengaruhi kadar pemindahan cecair menggunakan sifon?



Aktiviti 2.3

STEM KIAK KMK

Tujuan: Menjalankan kajian untuk menentukan kadar pemindahan cecair yang paling tinggi menggunakan sifon

Arahan:

1. Jalankan aktiviti ini dalam kumpulan kecil.
2. Kumpulkan maklumat tentang sifon melalui pembacaan atau carian di laman sesawang bagi aspek yang berikut:
 - (a) ciri-ciri tiub sifon
 - (b) faktor-faktor yang mempengaruhi kadar pemindahan cecair
 - (c) kaedah menentukan kadar pemindahan cecair oleh sifon
3. Bincangkan maklumat yang diperlukan dan lengkapkan Borang Strategi Data K-W-L.
4. Rancang dan jalankan eksperimen untuk mengkaji bagaimana faktor-faktor yang dikenal pasti di 2(b) mempengaruhi kadar pemindahan cecair.
5. Cadangkan reka bentuk sifon dan cara pengendalian sifon yang boleh memindahkan cecair dengan kadar yang paling tinggi.
6. Sediakan sifon mengikut reka bentuk yang dicadangkan dan uji sifon itu.
7. Cadangkan penambahbaikan yang boleh dilakukan.
8. Bentangkan hasil reka bentuk sifon kumpulan anda.



IMBAS SAYA

Borang Strategi
Data K-W-L

<http://bit.ly/2RR6qnV>

INFO Celik

Kadar pemindahan cecair boleh ditakrifkan sebagai isi padu cecair yang dipindah dalam masa satu saat.

Kadar pemindahan cecair = $\frac{V}{t}$
dengan unit ml s^{-1} .

V ialah isi padu cecair yang dikumpulkan dalam masa t .

Praktis Formatif 2.1

1. Nyatakan tiga faktor yang mempengaruhi tekanan dalam cecair.
2. Berapakah tekanan air pada kedalaman 24 m dalam sebuah tasik? 🍷
[Ketumpatan air, $\rho = 1\,000\text{ kg m}^{-3}$ dan pecutan graviti, $g = 9.81\text{ m s}^{-2}$]
3. Seorang penyelam menyelam sehingga kedalaman 35 m di dalam laut. Berapakah tekanan sebenar yang bertindak ke atas badannya? 🍷
[Ketumpatan air laut, $\rho = 1\,060\text{ kg m}^{-3}$, pecutan graviti, $g = 9.81\text{ m s}^{-2}$ dan tekanan atmosfera = 100 kPa]

2.2 Tekanan Atmosfera

Gambar foto 2.2 menunjukkan sebuah pengangkat kepingan kaca yang menggunakan penyedut getah yang besar. Bagaimanakah tekanan atmosfera diaplikasikan dalam penggunaan penyedut getah tersebut?

Tekanan atmosfera ialah **tekanan yang disebabkan oleh berat lapisan udara yang bertindak ke atas permukaan bumi**. Bumi dikelilingi oleh lapisan udara yang tebal yang terdiri daripada pelbagai jenis gas. Lapisan udara ini mempunyai berat dan mengenakan tekanan ke atas permukaan bumi dan semua objek yang berada di dalamnya. Oleh itu, semua objek yang berada di permukaan bumi mengalami tekanan atmosfera.



Gambar foto 2.2 Kepingan kaca yang diangkat menggunakan penyedut getah yang besar



Aktiviti 2.4

Tujuan: Membincangkan tekanan atmosfera dari aspek berat udara yang bertindak ke atas objek di permukaan bumi

Arahan:

1. Jalankan aktiviti ini secara berpasangan.
2. Teliti situasi 1 dan 2.

Situasi 1:

Seorang penyelam di dalam lautan mengalami tekanan air. Tekanan air ini disebabkan oleh berat turus air yang bertindak ke atasnya.

Situasi 2:

Manusia hidup di daratan dan dikelilingi oleh udara.

3. Berdasarkan situasi 1, terangkan kewujudan tekanan atmosfera ke atas manusia dalam situasi 2 dari aspek berat udara di atasnya.

Perbincangan:

1. Bincangkan persamaan dan perbezaan antara tekanan atmosfera dengan tekanan air.
2. Anggarkan tekanan atmosfera di permukaan bumi. Diberi ketebalan atmosfera, $h = 120 \text{ km}$, ketumpatan purata udara, $\rho = 8.5 \times 10^{-2} \text{ kg m}^{-3}$ dan pecutan graviti, $g = 9.81 \text{ m s}^{-2}$.



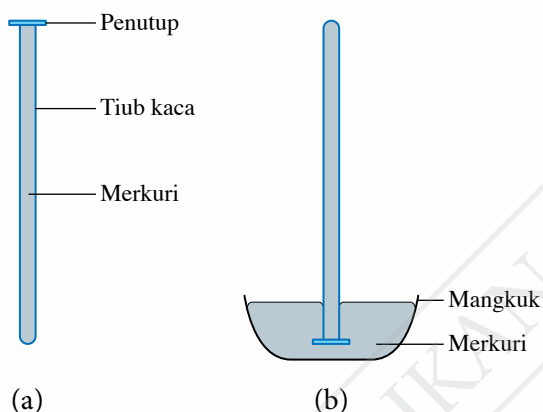
IMBAS SAYA

Video kesan tekanan atmosfera

<http://bit.ly/2qFJSLs>

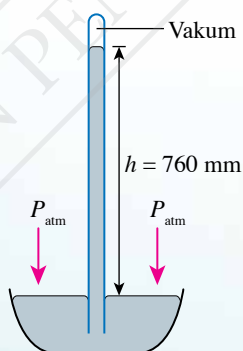
Nilai Tekanan Atmosfera

Nilai tekanan atmosfera boleh ditentukan menggunakan barometer merkuri. Sebuah barometer merkuri terdiri daripada sebatang tiub kaca kira-kira 1 meter panjang yang mengandungi merkuri. Pada awalnya, tiub kaca itu diisi dengan merkuri sehingga penuh dan ditutup dengan penutup seperti yang ditunjukkan dalam Rajah 2.10(a). Kemudian, tiub kaca itu diterbalikkan dan hujungnya direndam ke dalam mangkuk berisi merkuri seperti yang ditunjukkan dalam Rajah 2.10(b).



Rajah 2.10 Penyediaan barometer merkuri

Apabila penutup itu dikeluarkan, turus merkuri di dalam tiub kaca jatuh sehingga suatu ketinggian tertentu dan kekal pada ketinggian tersebut seperti yang ditunjukkan dalam Rajah 2.11.



Rajah 2.11 Barometer merkuri

EMK Sejarah

Evangelista Torricelli melakukan eksperimen dengan barometer merkuri pada tahun 1643. Beliau menyimpulkan bahawa turus merkuri di dalam tiub kaca disokong oleh tekanan atmosfera.

Tekanan atmosfera yang bertindak ke atas permukaan merkuri dalam mangkuk menyokong turus merkuri itu. Ketinggian turus merkuri bergantung pada magnitud tekanan atmosfera. Nilai tekanan atmosfera dinyatakan dalam sebutan nilai ketinggian turus merkuri itu. Jika nilai ketinggian turus merkuri, $h = 760 \text{ mm}$, maka tekanan atmosfera, $P_{\text{atm}} = 760 \text{ mm Hg}$.

Formula $P = h\rho g$ digunakan untuk memperoleh nilai tekanan atmosfera dalam unit pascal (Pa).

$P_{\text{atm}} = 760 \text{ mm Hg}$, iaitu $h = 760 \text{ mm} = 0.76 \text{ m}$

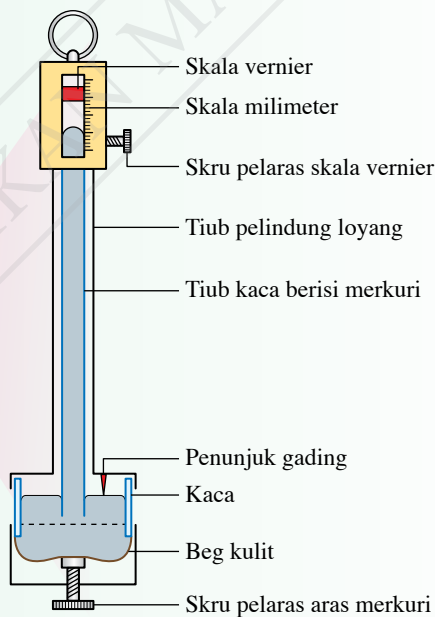
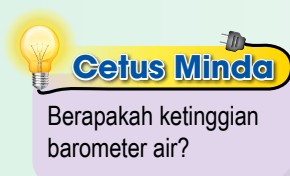
Ketumpatan merkuri, $\rho = 1.36 \times 10^4 \text{ kg m}^{-3}$

Tekanan atmosfera, $P_{\text{atm}} = h\rho g$
 $= 0.76 \times 1.36 \times 10^4 \times 9.81$
 $= 101\,396.16 \text{ Pa}$
 $= 101\,396 \text{ Pa}$

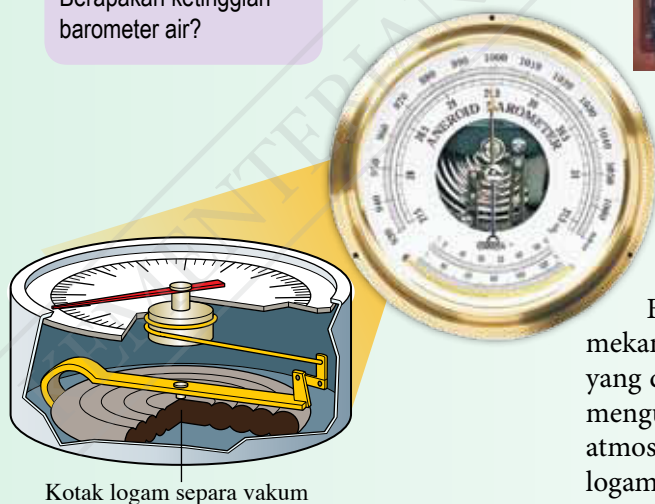
Nilai tekanan atmosfera boleh berubah mengikut perubahan cuaca. Selain itu, udara yang semakin tipis pada altitud yang tinggi juga menyebabkan tekanan atmosfera menjadi semakin rendah.

Barometer Fortin dan Barometer Aneroid

Barometer Fortin seperti yang ditunjukkan dalam Rajah 2.12 ialah barometer merkuri yang boleh mengukur tekanan atmosfera dengan kejutuan yang tinggi. Barometer Fortin mempunyai ketinggian hampir satu meter. Alat ini biasanya digunakan untuk mengukur tekanan atmosfera di pusat kaji cuaca.



Rajah 2.12 Barometer Fortin



Kotak logam separa vakum

Rajah 2.13 Barometer Aneroid

Barometer Aneroid berfungsi secara mekanikal. Kotak logam separa vakum seperti yang ditunjukkan dalam Rajah 2.13 berupaya mengubah saiz apabila terdapat perubahan tekanan atmosfera. Perubahan kecil pada isi padu kotak logam akan digandakan oleh satu sistem mekanikal untuk menggerakkan penunjuk barometer itu. Barometer Aneroid sesuai digunakan di rumah, kapal dan pesawat udara untuk memperoleh bacaan tekanan atmosfera dengan cepat.

Jadual 2.3 menunjukkan perbezaan antara barometer Fortin dengan barometer Aneroid.

Jadual 2.3 Perbezaan antara barometer Fortin dengan barometer Aneroid

Barometer Fortin	Barometer Aneroid
Nilai tekanan atmosfera ditentukan oleh perubahan ketinggian turus merkuri	Nilai tekanan atmosfera ditentukan oleh perubahan isi padu kotak logam separa vakum
Saiz besar dan sukar untuk dibawa ke mana-mana	Saiz kecil dan mudah alih
Mengambil masa yang lebih lama untuk memberikan bacaan tekanan atmosfera	Memberikan bacaan tekanan atmosfera secara langsung
Kejituan lebih tinggi, sehingga ± 0.1 mm Hg	Kejituan lebih rendah, sehingga ± 1 mm Hg

Menyelesaikan Masalah dalam Kehidupan Harian yang Melibatkan Pelbagai Unit Tekanan

Unit S.I. bagi tekanan ialah pascal (Pa). Namun, unit tekanan yang lain masih boleh digunakan dalam pelbagai bidang. Perhatikan Rajah 2.14 yang menunjukkan contoh-contoh unit tekanan.



Rajah 2.14 Contoh-contoh unit tekanan yang digunakan dalam kehidupan harian

Contoh 1

Bacaan tekanan darah seorang pesakit ialah 160/100. Berapakah tekanan 160 mm Hg dalam unit Pa?

[Ketumpatan Hg, $\rho = 1.36 \times 10^4 \text{ kg m}^{-3}$ dan pecutan graviti, $g = 9.81 \text{ m s}^{-2}$]

CUBA JAWAB

<http://bit.ly/2sg6rXw>

Penyelesaian**Langkah 1:**

Mengenal pasti masalah

Langkah 2:

Mengenal pasti maklumat yang diberikan

Langkah 3:

Mengenal pasti rumus yang boleh digunakan

Langkah 4:

Menyelesaikan masalah secara numerikal

1 Tekanan 160 mm Hg dalam unit Pa

3 $P = h\rho g$

2 Ketinggian cecair, $h = 160 \text{ mm}$
 $= 0.16 \text{ m}$
 Pecutan graviti, $g = 9.81 \text{ m s}^{-2}$
 Ketumpatan Hg, $\rho = 1.36 \times 10^4 \text{ kg m}^{-3}$

4 $P = 0.16 \times 1.36 \times 10^4 \times 9.81$
 $= 2.13 \times 10^4 \text{ Pa}$

Contoh 2

Tekanan maksimum yang boleh ditahan oleh sebuah tembok di tepi laut ialah $3.6 \times 10^5 \text{ Pa}$. Berapakah tekanan maksimum itu dalam unit m H₂O?

[Ketumpatan H₂O, $\rho = 1.00 \times 10^3 \text{ kg m}^{-3}$ dan pecutan graviti, $g = 9.81 \text{ m s}^{-2}$]

Penyelesaian

Tekanan maksimum, $P = 3.6 \times 10^5 \text{ Pa}$

Ketumpatan H₂O, $\rho = 1.00 \times 10^3 \text{ kg m}^{-3}$

Pecutan graviti, $g = 9.81 \text{ m s}^{-2}$

$$P = h\rho g$$

$$h = \frac{P}{\rho g}$$

$$= \frac{3.6 \times 10^5}{1.00 \times 10^3 \times 9.81}$$

$$= 36.7 \text{ m}$$

Tekanan maksimum = 36.7 m H₂O

Kesan Tekanan Atmosfera pada Altitud Tinggi dan Kesan Tekanan pada Aras Kedalaman Lampau di Bawah Permukaan Laut

Rajah 2.15 menunjukkan kesan tekanan atmosfera pada altitud tinggi. Rajah 2.16 pula menunjukkan kesan tekanan pada aras kedalaman lampau di bawah permukaan laut.

Tekanan Atmosfera pada Altitud Tinggi

Pada altitud yang semakin tinggi:

- Udara yang semakin tipis menyebabkan tekanan atmosfera menjadi semakin rendah
- Peratus oksigen dalam udara semakin berkurang

Kesan ke atas manusia dalam keadaan altitud tinggi:

- Kadar pernafasan meningkat
- Penyerapan oksigen dalam paru-paru berkurang
- Kadar metabolisme meningkat
- Hilang selera makan
- Dehidrasi
- Fikiran menjadi tidak jelas

Galeri MAKLUMAT

- Di puncak Gunung Kinabalu, tekanan atmosfera adalah kira-kira 60 peratus daripada tekanan atmosfera di aras laut.
- Pada aras penerbangan pesawat udara komersial, tekanan atmosfera ialah hanya satu perempat daripada tekanan atmosfera di aras laut.

Penyesuaian dan tindakan yang perlu diambil

Pendaki gunung

- Membuat persediaan dan latihan fizikal sebelum mendaki
- Menyediakan peralatan seperti jam tangan pintar yang boleh mengukur ketinggian altitud, tekanan darah dan suhu badan
- Mendaki dengan perlahan supaya badan dapat menyesuaikan diri dengan perubahan tekanan
- Minum air walaupun tidak dahaga bagi mengelakkan dehidrasi

Kapal terbang

- Meningkatkan tekanan kabin kapal terbang sehingga hampir sama dengan tekanan pada aras laut
- Mengitar semula udara di dalam kabin supaya segar dan mengandungi aras oksigen yang mencukupi
- Mengingatkan penumpang minum air yang mencukupi untuk mengelakkan dehidrasi semasa penerbangan jarak jauh

Rajah 2.15 Kesan tekanan atmosfera pada altitud tinggi

Galeri MAKLUMAT

Angkasa lepas ialah ruang di luar atmosfera bumi. Tekanan dalam angkasa lepas adalah hampir sifar. Kapal angkasa yang membawa angkasawan perlu:

- Meningkatkan tekanan kabin kapal angkasa sehingga hampir sama dengan tekanan atmosfera di bumi supaya angkasawan tidak perlu memakai sut tekanan semasa di dalam kabin kapal angkasa
- Memasang alat penjana oksigen untuk membekalkan oksigen kepada angkasawan
- Menyediakan sut tekanan untuk dipakai oleh angkasawan ketika keluar dari kapal angkasa supaya dapat mengimbangi tekanan dalam badan

Tekanan pada Aras Kedalaman Lampau di Bawah Permukaan Laut

Pada aras kedalaman yang semakin lampau di bawah permukaan laut:

- Tekanan air bertambah dengan kedalaman air
- Penambahan kedalaman sebanyak 10 m menyebabkan peningkatan tekanan air sebanyak 1 atmosfera
- Tekanan yang dialami ialah tekanan air dan tekanan atmosfera

Kesan ke atas manusia dalam keadaan aras kedalaman lampau:

- Tisu badan menyerap gas nitrogen yang berlebihan
- Gas nitrogen melarut ke dalam darah
- Fikiran menjadi tidak jelas
- Pembentukan gelembung nitrogen dalam tisu atau salur darah jika tekanan dikurangkan dengan terlalu cepat

Penyesuaian dan tindakan yang perlu diambil

Penyelam

- Membuat latihan fizikal untuk menyesuaikan badan kepada persekitaran tekanan tinggi sebelum menyelam
- Memakai sut penyelam untuk melambatkan kehilangan haba dari badan
- Naik semula dengan perlahan ke permukaan laut supaya gelembung nitrogen tidak terbentuk di dalam tisu dan saluran darah

Kapal selam

- Badan kapal selam diperbuat daripada keluli atau titanium dengan keratan rentas membulat untuk menahan tekanan sekeliling yang tinggi
- Tekanan kabin kapal selam dikawal sehingga hampir sama dengan tekanan di aras laut untuk keselesaan anak kapal
- Tangki oksigen atau alat penjana oksigen melalui proses elektrolisis disediakan supaya bekalan oksigen adalah mencukupi

Galeri MAKLUMAT

- Seorang penyelam yang menyelam sehingga kedalaman 30 m untuk mencari tiram mutiara akan mengalami tekanan setinggi 4 kali ganda tekanan atmosfera biasa.
- Kapal selam yang bergerak ke aras kedalaman 240 m mengalami tekanan yang sangat tinggi, iaitu 25 kali tekanan di permukaan laut.



IMBAS SAYA

Video pembentukan gelembung nitrogen dalam tisu atau salur darah

<https://bit.ly/2Zs5qty>

Kios Kerjaya

Penyelam profesional boleh berkhidmat dengan tentera laut, bekerja sebagai penyelam komersial atau menjadi jurulatih rekreasi di laut. Selain pengetahuan teori dan kemahiran, penyelam profesional perlu menjalani latihan intensif untuk menyesuaikan diri dalam persekitaran tekanan melampau.

Rajah 2.16 Kesan tekanan pada aras kedalaman lampau di bawah permukaan laut

Praktis Formatif 2.2

1. Terangkan maksud tekanan atmosfera.
2. Ketinggian turus merkuri di dalam sebuah barometer pada suatu hari yang mendung ialah 756 mm Hg. Hitungkan tekanan atmosfera pada masa itu dalam unit pascal. 🌧️
[Ketumpatan merkuri, $\rho = 13\,600 \text{ kg m}^{-3}$ dan pecutan graviti, $g = 9.81 \text{ m s}^{-2}$]
3. Berapakah tekanan sebenar pada kedalaman 125 m di sebuah empangan? Nyatakan jawapan anda dalam unit $\text{m H}_2\text{O}$ dan juga pascal. 🌊
[Tekanan atmosfera = 10.3 m H_2O , ketumpatan air, $\rho = 1\,000 \text{ kg m}^{-3}$ dan pecutan graviti, $g = 9.81 \text{ m s}^{-2}$]

2.3

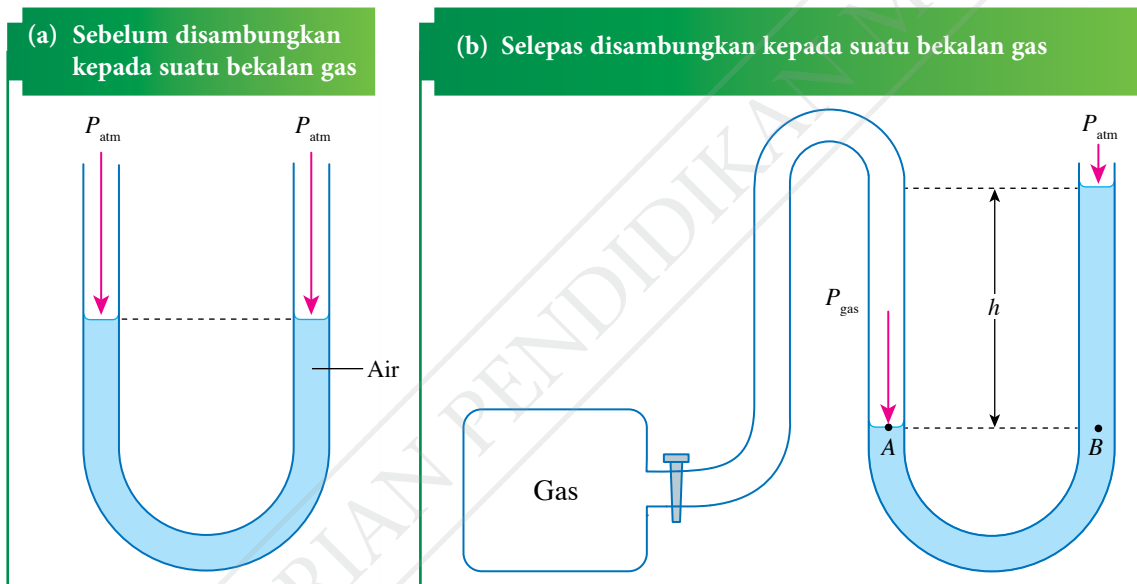
Tekanan Gas

Manometer

Gambar foto 2.3 menunjukkan sebuah manometer yang terdiri daripada sebatang tiub-U kaca yang mengandungi cecair berwarna. Radas ini digunakan untuk mengukur tekanan gas. Rajah 2.17 menunjukkan sebuah manometer air sebelum dan selepas disambungkan kepada suatu bekalan gas.



Gambar foto 2.3 Manometer



Rajah 2.17 Manometer air sebelum dan selepas disambung kepada suatu bekalan gas

Tekanan di A = tekanan gas, P_{gas}

Tekanan di B = tekanan disebabkan oleh turus air h + tekanan atmosfera
 $= h \text{ cm H}_2\text{O} + P_{\text{atm}}$

Titik A dan titik B berada pada aras yang sama, maka

Tekanan di A = tekanan di B

$$P_{\text{gas}} = h \text{ cm H}_2\text{O} + P_{\text{atm}}$$

Ketinggian, h bagi turus air mewakili perbezaan antara tekanan gas itu dengan tekanan atmosfera. Mari kita jalankan Aktiviti 2.5 untuk memahami dengan lebih lanjut tentang tekanan gas di dalam bekas menggunakan manometer air.

Aktiviti 2.5

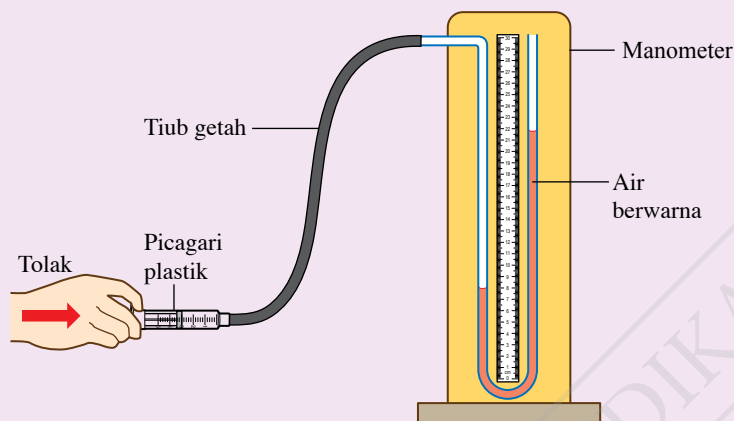
Tujuan: Menentukan tekanan gas menggunakan manometer air

Radas: Manometer, tiub getah, pembaris setengah meter dan picagari plastik 10 ml

Bahan: Air dan pewarna merah

Arahan:

1. Sediakan susunan radas seperti yang ditunjukkan dalam Rajah 2.18. Pastikan isi padu udara dalam picagari ialah 10 ml dan aras air di dalam kedua-dua lengan tiub-U adalah sama.



Rajah 2.18



2. Tolak ombok picagari sedikit ke dalam sehingga bacaan 8 ml pada picagari supaya aras air di dalam kedua-dua lengan tiub-U menjadi tidak sama.
3. Tentukan ketinggian, h antara aras air di dalam kedua-dua lengan tiub-U itu.
4. Ulangi langkah 2 dan 3 dengan bacaan 6 ml dan 4 ml pada picagari.
5. Rekodkan keputusan anda dalam Jadual 2.4.
6. Hitungkan tekanan udara di dalam picagari dalam unit $\text{m H}_2\text{O}$.
[Guna nilai $P_{\text{atm}} = 10 \text{ m H}_2\text{O}$]

Keputusan:

Jadual 2.4

Bacaan pada picagari, V / ml	Ketinggian, h / m	Tekanan udara, $P / \text{m H}_2\text{O}$
8		
6		
4		

Perbincangan:

1. Bagaimanakah nilai tekanan udara daripada aktiviti ini boleh dinyatakan dalam unit Pa?
2. Cadangkan cecair yang sesuai digunakan di dalam manometer untuk mengukur tekanan gas yang lebih tinggi.

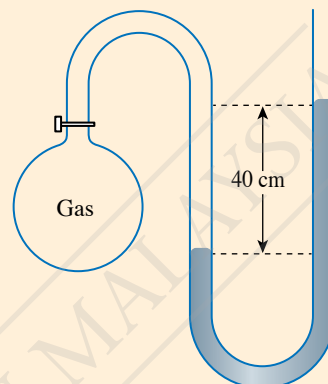
Menyelesaikan Masalah dalam Kehidupan Harian yang Melibatkan Tekanan Gas

Contoh 1

Rajah 2.19 menunjukkan sebuah manometer merkuri yang disambung ke kelalang gas yang termampat.

[Tekanan atmosfera, $P_{\text{atm}} = 76 \text{ cm Hg}$,
ketumpatan Hg, $\rho = 13\,600 \text{ kg m}^{-3}$ dan
pecutan graviti, $g = 9.81 \text{ m s}^{-2}$]

- Berapakah tekanan gas termampat itu dalam unit cm Hg?
- Hitungkan tekanan gas termampat itu dalam unit Pa.
- Adakah jawapan yang diperoleh di (a) dan (b) akan berubah jika tiub kaca manometer itu mempunyai diameter yang lebih besar?



Rajah 2.19

Penyelesaian

(a)

Langkah 1:

Mengenal pasti masalah

Langkah 2:

Mengenal pasti maklumat yang diberikan

Langkah 3:

Mengenal pasti rumus yang boleh digunakan

Langkah 4:

Menyelesaikan masalah secara numerikal

1 Tekanan gas termampat, P dalam unit cm Hg

2 Ketinggian turus, $h = 40 \text{ cm}$
Tekanan atmosfera,
 $P_{\text{atm}} = 76 \text{ cm Hg}$

3 $P = h + P_{\text{atm}}$

4 $P = 40 + 76$
 $= 116 \text{ cm Hg}$

- (b) Tekanan gas termampat, P dalam unit Pa

Menukar cm Hg kepada Pa

Ketinggian, $h = 116 \text{ cm} = 1.16 \text{ m}$

Ketumpatan Hg, $\rho = 13\,600 \text{ kg m}^{-3}$

Pecutan graviti, $g = 9.81 \text{ m s}^{-2}$

Tekanan gas, $P = h\rho g$

$$= 1.16 \times 13\,600 \times 9.81$$

$$= 1.55 \times 10^5 \text{ Pa}$$

- (c) Jawapan yang diperoleh di (a) dan (b) tidak akan berubah kerana tekanan dalam cecair tidak bergantung pada luas permukaan.

Galeri MAKLUMAT

Pada masa kini, manometer merkuri jarang digunakan kerana merkuri ialah cecair yang sangat toksik. Manometer digital yang menggunakan transduser tekanan lebih biasa digunakan kerana mudah alih dan boleh memberikan bacaan yang jitu.



CUBA JAWAB

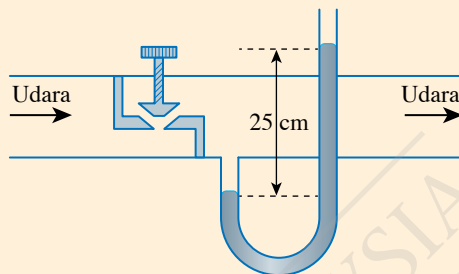


<http://bit.ly/36mehh5>

Contoh 2

Rajah 2.20 menunjukkan sebuah manometer merkuri yang digunakan untuk mengukur tekanan di dalam paip aliran udara.

- Berapakah perbezaan antara tekanan udara dalam paip dengan tekanan atmosfera dalam unit cm Hg?
- Jika tekanan atmosfera adalah 75 cm Hg, berapakah tekanan udara dalam paip dalam unit Pa?
[Ketumpatan Hg, $\rho = 13\,600 \text{ kg m}^{-3}$ dan pecutan graviti, $g = 9.81 \text{ m s}^{-2}$]



Rajah 2.20

Penyelesaian

- Perbezaan tekanan = ketinggian turus merkuri
= 25 cm Hg

- Ketumpatan Hg, $\rho = 13\,600 \text{ kg m}^{-3}$
Pecutan graviti, $g = 9.81 \text{ m s}^{-2}$
Tekanan atmosfera, $P_{\text{atm}} = 75 \text{ cm Hg}$
Tekanan udara dalam paip, $P = h + P_{\text{atm}}$

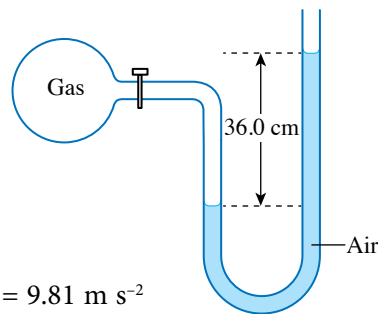
Tekanan udara dalam paip, $P = 25 + 75$
= 100 cm Hg

Menukar unit cm Hg kepada unit Pa:

$$\begin{aligned} P &= h\rho g \\ &= (100 \times 10^{-2}) \times 13\,600 \times 9.81 \\ &= 1.33 \times 10^5 \text{ Pa} \end{aligned}$$

Praktis Formatif 2.3

- Rajah 2.21 menunjukkan sebuah manometer air yang disambung kepada sebuah kelalang gas.
 - Bandingkan tekanan gas di dalam kelalang dengan tekanan atmosfera.
 - Nyatakan perbezaan antara tekanan gas dan tekanan atmosfera dalam unit m H₂O.
 - Hitungkan tekanan gas itu dalam unit pascal. 🧠
[Ketumpatan air, $\rho = 1\,000 \text{ kg m}^{-3}$, pecutan graviti $g = 9.81 \text{ m s}^{-2}$ dan tekanan atmosfera = 10.3 m H₂O]



Rajah 2.21

- Apakah kelebihan penggunaan manometer merkuri berbanding dengan manometer air?
- Sebuah manometer merkuri disambungkan kepada sebuah silinder keluli yang mengandungi gas termampat. Tekanan gas termampat dan tekanan atmosfera masing-masing ialah 180 kPa dan 101 kPa. Hitungkan perbezaan ketinggian antara dua turus merkuri dalam manometer itu. 🧠
[Ketumpatan, Hg, $\rho = 13\,600 \text{ kg m}^{-3}$ dan pecutan graviti, $g = 9.81 \text{ m s}^{-2}$]

2.4 Prinsip Pascal

Gambar foto 2.4 menunjukkan mesin pengestrak santan kelapa yang berfungsi berdasarkan prinsip pemindahan tekanan dalam suatu bendalir yang tertutup. Bagaimanakah daya yang besar dihasilkan untuk menekan kelapa parut itu?

Jom Cuba

Video ombok Pascal



<http://bit.ly/2Pb39y0>



Gambar foto 2.4 Mesin pengestrak santan kelapa

Aktiviti 2.6

Tujuan: Menjana idea tentang pemindahan tekanan dalam cecair

Radas: Ombok Pascal dan besen plastik

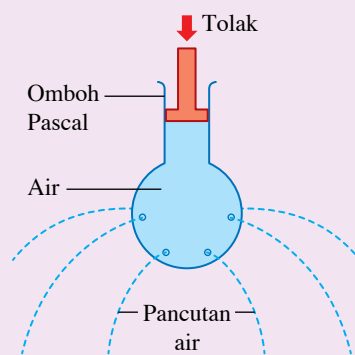
Bahan: Air

Arahan:

1. Isi besen plastik dengan air pili sehingga hampir penuh.
2. Rendam ombok Pascal ke dalam air dan tarik ombok itu supaya air masuk ke dalamnya.
3. Pegang ombok Pascal di atas besen dan tolak omboknya ke dalam seperti yang ditunjukkan dalam Rajah 2.22.
4. Perhatikan pengaliran air yang keluar daripada ombok Pascal itu.

Perbincangan:

Apakah pemerhatian anda tentang pengaliran air yang keluar daripada lubang apabila ombok Pascal ditolak ke dalam? Jelaskan.



Rajah 2.22

Apabila ombok ditekan, suatu daya dikenakan ke atas permukaan air dan tekanan terhasil. Tekanan ini dipindahkan ke seluruh air secara seragam pada semua arah. Hal ini menyebabkan air terpancut keluar dari setiap lubang. **Prinsip Pascal** menyatakan bahawa tekanan yang dikenakan ke atas bendalir tertutup akan dipindahkan secara seragam ke semua arah dalam bendalir itu.

Sistem Hidraulik sebagai Satu Sistem Pengganda Daya

Menurut prinsip Pascal, tekanan yang dikenakan pada suatu permukaan cecair akan dipindahkan secara seragam ke seluruh cecair itu. Jika tekanan tersebut dipindah ke suatu permukaan yang lebih luas, apakah kesan pada daya yang terhasil di permukaan tersebut?

INFO Celik

$$\text{Tekanan} = \frac{\text{Daya}}{\text{Luas permukaan}}$$

$$\text{Daya} = \text{tekanan} \times \text{luas permukaan}$$

Aktiviti 2.7

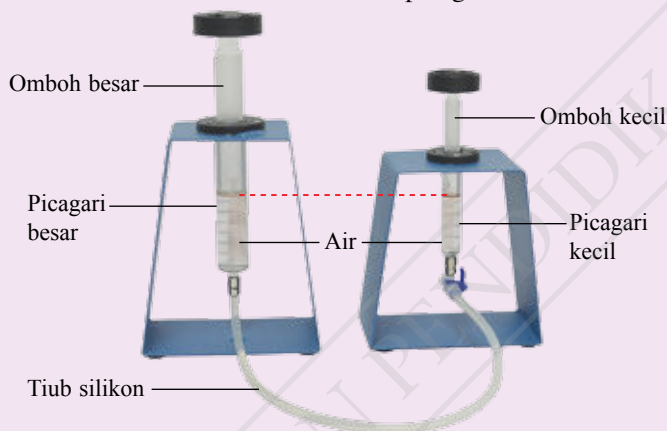
Tujuan: Mengkaji sistem hidraulik ringkas sebagai pengganda daya

Radas: Model sistem hidraulik ringkas, 3 keping pemberat berslot 100 g, 5 keping pemberat berslot 50 g, 5 keping pemberat berslot 20 g dan 5 keping pemberat berslot 10 g

Bahan: Air

Arahan:

1. Sediakan model sistem hidraulik ringkas seperti yang ditunjukkan dalam Gambar foto 2.5.
2. Pastikan aras air di dalam kedua-dua picagari adalah sama.



Gambar foto 2.5



IMBAS SAYA

Video model
sistem hidraulik

<http://bit.ly/37CPs12>

3. Letakkan pemberat berslot 50 g di atas omboh kecil.
4. Tambahkan pemberat berslot (10 g, 20 g, 50 g atau 100 g) di atas omboh besar sehingga aras air di dalam kedua-dua picagari menjadi sama semula.
5. Rekodkan jumlah jisim pemberat berslot di atas omboh besar,
6. Ulangi langkah 3 hingga 5 dengan pemberat berslot berjisim 80 g dan 100 g di atas omboh kecil.

Keputusan:

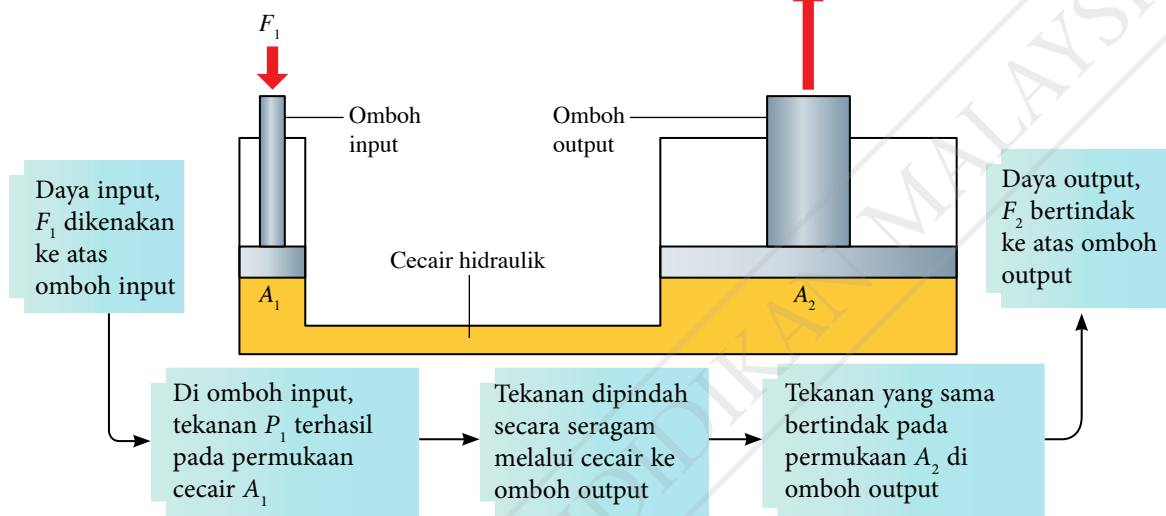
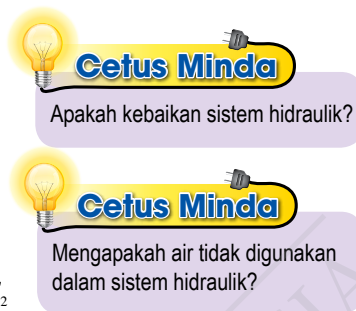
Jadual 2.5

Jisim di atas omboh kecil / g	Jumlah jisim di atas omboh besar / g
50	
80	
100	

Perbincangan:

1. Bandingkan tekanan di permukaan air di dalam picagari kecil dengan picagari besar.
2. Bandingkan daya yang bertindak ke atas omboh kecil dengan daya yang bertindak ke atas omboh besar.

Sistem hidraulik ialah sistem yang menggunakan cecair untuk memindahkan tekanan. Sistem hidraulik dalam Aktiviti 2.7 menunjukkan bahawa daya yang bertindak ke atas omboh kecil boleh menghasilkan daya yang lebih besar ke atas omboh besar. Hal ini menunjukkan bahawa sistem hidraulik bukan sahaja memindahkan tekanan tetapi juga menggandakan daya. Rajah 2.23 menunjukkan suatu sistem hidraulik yang berfungsi sebagai pengganda daya.



Rajah 2.23 Sistem hidraulik

Berdasarkan Rajah 2.23, rumus pengganda daya daripada prinsip Pascal boleh diterbitkan seperti yang berikut:

Tekanan ke atas permukaan cecair di bawah omboh input, $P_1 = \frac{F_1}{A_1}$

Tekanan ke atas omboh output, $P_2 = \frac{F_2}{A_2}$

Tekanan ke atas omboh output ialah tekanan yang dipindahkan daripada omboh input.

Maka, $P_2 = P_1$

$$\frac{F_2}{A_2} = \frac{F_1}{A_1} \rightarrow \text{Rumus prinsip Pascal}$$



Sistem hidraulik ialah suatu sistem pengganda daya. Apabila nilai luas permukaan A_2 adalah lebih besar daripada luas permukaan A_1 , daya ke atas omboh output, F_2 adalah lebih besar daripada daya ke atas omboh input, F_1 . Ini dapat ditentukan melalui:

$$F_2 = \frac{A_2}{A_1} \times F_1$$

Nilai faktor penggandaan ialah $\frac{A_2}{A_1}$

Aplikasi Prinsip Pascal

Prinsip Pascal diaplikasikan dalam sistem hidraulik. Daya input yang kecil digandakan untuk menjadi daya output yang lebih besar bagi mengendalikan kerja yang tertentu. Bagaimanakah prinsip ini diaplikasikan dalam brek hidraulik dan jek hidraulik?


IMBAS SAYA

 Ciri-ciri
cecair hidraulik

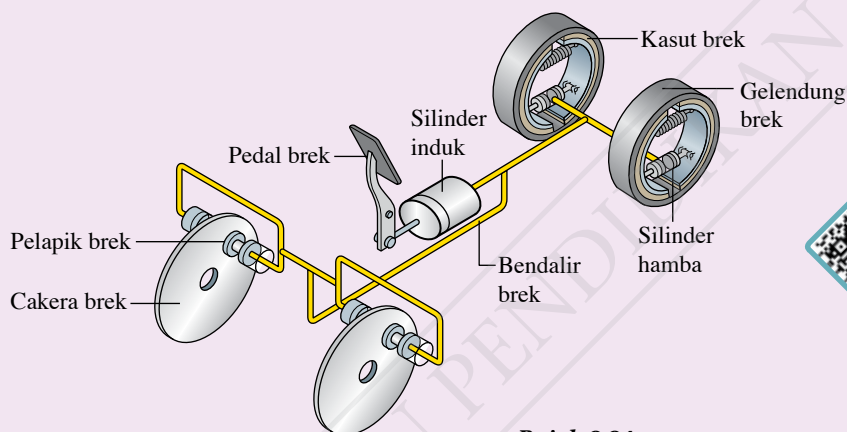
<http://bit.ly/35bZLsa>


Aktiviti 2.8

Tujuan: Membincangkan aplikasi prinsip Pascal

Arahan:

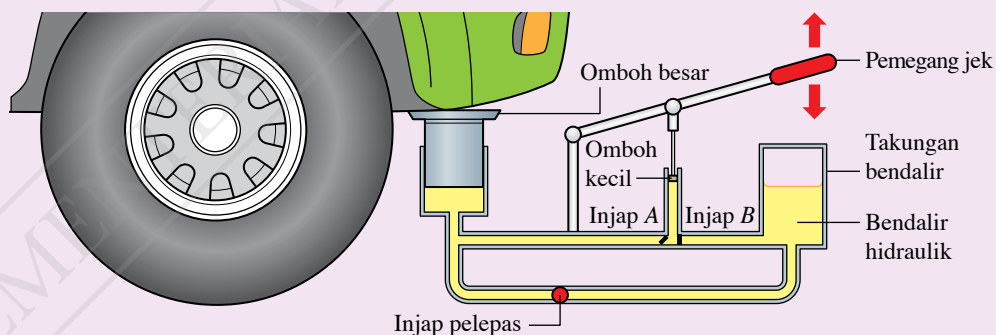
1. Jalankan aktiviti ini dalam bentuk *Round Table*.
2. Teliti Rajah 2.24 dan Rajah 2.25 yang masing-masing menunjukkan sistem brek hidraulik sebuah kereta dan jek hidraulik.
3. Imbas kod QR untuk menonton video yang menunjukkan operasi brek hidraulik dan jek hidraulik.



Rajah 2.24


IMBAS SAYA

 Video aplikasi
prinsip Pascal

<http://bit.ly/36neQHn>


Rajah 2.25

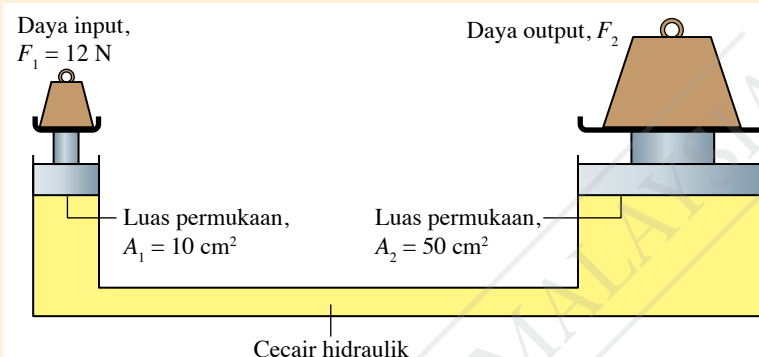
4. Layari laman sesawang untuk mengumpulkan maklumat tentang aplikasi prinsip Pascal dalam brek hidraulik dan jek hidraulik.
5. Setiap kumpulan perlu mencatat maklumat yang diperoleh pada kertas yang sama.
6. Bentangkan hasil perbincangan kumpulan anda dalam bentuk persembahan multimedia.

Menyelesaikan Masalah dalam Kehidupan Harian yang Melibatkan Prinsip Pascal

Contoh 1

Rajah 2.26 menunjukkan satu sistem hidraulik. Hitungkan:

- (a) faktor penggandaan
- (b) daya output, F_2



Rajah 2.26

Penyelesaian

(a)

Langkah 1:

Mengenal pasti masalah

Langkah 2:

Mengenal pasti maklumat yang diberikan

Langkah 3:

Mengenal pasti rumus yang boleh digunakan

Langkah 4:

Menyelesaikan masalah secara numerikal

1 Faktor penggandaan bagi sistem hidraulik

3 Faktor penggandaan = $\frac{A_2}{A_1}$

2 Luas permukaan, $A_1 = 10 \text{ cm}^2$
Luas permukaan, $A_2 = 50 \text{ cm}^2$

4 Faktor penggandaan = $\frac{50}{10}$
= 5

(b) Daya output, F_2

Faktor penggandaan = 5

Daya input, $F_1 = 12 \text{ N}$

Daya output, $F_2 = \frac{A_2}{A_1} \times F_1$

= 5×12

= 60 N

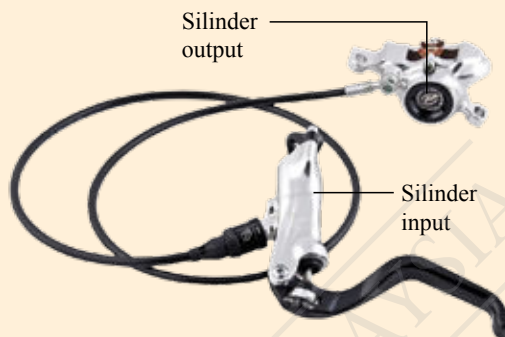
CUBA JAWAB



<http://bit.ly/38loJXU>

Contoh 2

Seorang juruteknik ingin mereka bentuk suatu sistem brek hidraulik untuk basikalnya seperti yang ditunjukkan dalam Gambar foto 2.6. Daya input yang mampu dikenakan oleh penunggang basikal ialah 60 N di silinder input dengan luas keratan rentas 0.80 cm². Berapakah luas keratan rentas silinder output untuk menghasilkan daya membrek 840 N?



Gambar foto 2.6

Penyelesaian

Daya input, $F_1 = 60 \text{ N}$

Luas keratan rentas silinder input, $A_1 = 0.80 \text{ cm}^2$

Daya output (daya membrek), $F_2 = 840 \text{ N}$

Luas keratan rentas silinder output = A_2

Rumus prinsip Pascal, $\frac{F_2}{A_2} = \frac{F_1}{A_1}$

$$\frac{840}{A_2} = \frac{60}{0.80}$$

$$A_2 = \frac{840 \times 0.80}{60}$$

$$= 11.2 \text{ cm}^2$$

Praktis Formatif 2.4

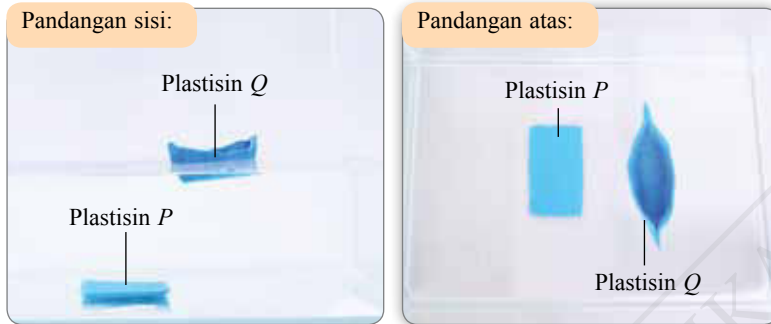
1. Nyatakan prinsip Pascal.
2. Huraikan bagaimana sebuah mesin hidraulik mencapai penggandaan daya dengan mengaplikasikan prinsip Pascal.
3. Dalam satu sistem hidraulik, daya input 4.0 N bertindak pada omboh dengan luas permukaan 0.50 cm². Hitungkan daya output yang terhasil pada omboh dengan luas permukaan 6.4 cm².
4. Seorang murid mempunyai sebuah picagari kecil dengan diameter omboh 1.5 cm. Murid itu ingin membina sebuah sistem hidraulik yang dapat menggandakan daya daripada 6 N kepada 72 N. Berapakah diameter bagi picagari besar yang diperlukan untuk sistem hidraulik itu? 🌸

2.5

Prinsip Archimedes

Daya Apungan

Gambar foto 2.7 menunjukkan dua ketul plastisin, *P* dan *Q* yang mempunyai jisim yang sama. Apabila kedua-dua plastisin dimasukkan ke dalam bekas berisi air, plastisin *P* akan tenggelam manakala plastisin *Q* akan terapung di permukaan air. Bagaimanakah situasi ini boleh berlaku?



Gambar foto 2.7 Plastisin di dalam bekas berisi air



Masjid Tengku Tengah Zaharah di Teluk Ibai, Terengganu merupakan masjid terapung yang pertama di Malaysia. Masjid ini dibina di atas sebuah pelantar terapung di muara sungai dan mampu menampung jemaah sehingga 2 000 orang. Daya apungan yang dikenakan oleh air di sekeliling pelantar itu dapat menyokong berat masjid tersebut.

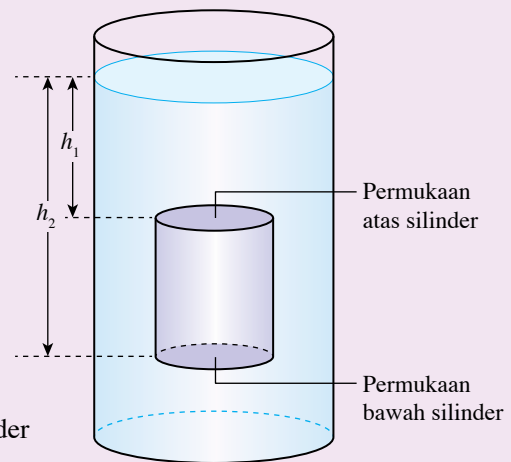


Aktiviti 2.9

Tujuan: Membincangkan daya apungan bagi objek yang terendam di dalam cecair

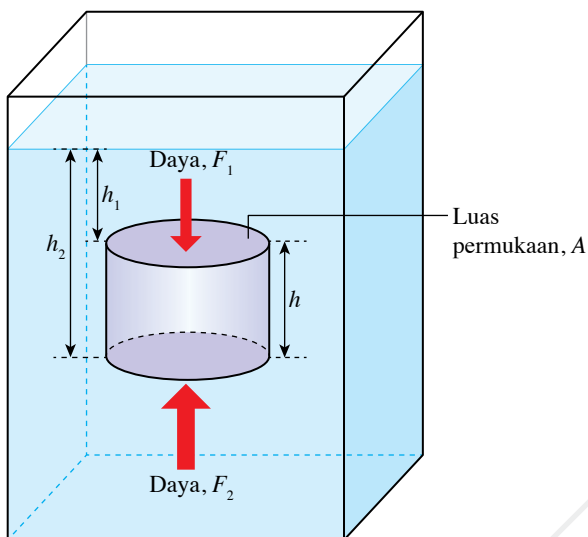
Arahan:

1. Jalankan aktiviti ini secara berpasangan.
2. Teliti Rajah 2.27 yang menunjukkan sebuah silinder yang terendam di dalam suatu cecair.
3. Bandingkan kedalaman permukaan atas silinder dengan kedalaman permukaan bawah silinder.
4. Bandingkan tekanan cecair di permukaan atas silinder dengan tekanan cecair di permukaan bawah silinder.
5. Bandingkan magnitud daya di permukaan atas silinder dengan magnitud daya di permukaan bawah silinder yang disebabkan oleh tekanan cecair.
6. Apakah arah daya paduan yang bertindak pada silinder itu yang disebabkan oleh perbezaan tekanan cecair?



Rajah 2.27

Daya apungan ialah daya yang bertindak ke atas apabila terdapat perbezaan tekanan antara permukaan atas dengan permukaan bawah suatu objek yang terendam di dalam suatu cecair. Rumus bagi daya apungan boleh diterbitkan seperti yang berikut:



Galeri MAKLUMAT

Bendalir terdiri daripada cecair dan gas. Lazimnya, prinsip Archimedes diaplikasikan kepada cecair kerana cecair mempunyai ketumpatan yang lebih tinggi daripada gas. Namun, prinsip Archimedes perlu diaplikasikan kepada gas dalam keadaan magnitud daya apungan tidak boleh diabaikan berbanding dengan berat objek. Contohnya, dalam pergerakan belon udara panas.

Rajah 2.28 Silinder yang terendam sepenuhnya di dalam suatu cecair

Tekanan pada permukaan atas, $P_1 = h_1 \rho g$

Daya yang bertindak pada permukaan atas, $F_1 = P_1 A$
 $= h_1 \rho g A$

Tekanan pada permukaan bawah, $P_2 = h_2 \rho g$

Daya yang bertindak pada permukaan bawah, $F_2 = P_2 A$
 $= h_2 \rho g A$

Daya paduan, F (arah ke atas) $= F_2 - F_1$
 $= h_2 \rho g A - h_1 \rho g A$
 $= \rho A (h_2 - h_1) g$
 $= \rho A h g$
 $= \rho V g$

Daya paduan ini dinamakan daya apungan, F_B .

INFO Celik

Ketinggian silinder, $h = (h_2 - h_1)$

Isi padu silinder, $V = Ah$

$V = A(h_2 - h_1)$,

Isi padu silinder juga sama dengan isi padu cecair yang disesarkan.

INFO Celik

Oleh kerana $\rho = \frac{m}{V}$ maka, jisim cecair yang tersesar ialah $m = \rho V$.

Berat cecair yang disesarkan,

$W = mg$

$W = \rho V g$

Prinsip Archimedes menyatakan bahawa objek yang terendam sebahagian atau sepenuhnya di dalam suatu bendalir mengalami daya apungan yang sama dengan berat bendalir yang disesarkan.

Daya apungan = Berat bendalir yang disesarkan

$$F_B = \rho V g$$



IMBAS SAYA

EduwebTV: Prinsip Archimedes

<http://bit.ly/2REhMez>



Ekspерimen 2.3

Inferens: Daya apungan bergantung pada berat cecair yang disesarkan

Hipotesis: Semakin besar berat cecair yang disesarkan, semakin besar daya apungan

Tujuan: Menentukan hubungan antara daya apungan dengan berat cecair yang disesarkan

Pemboleh ubah:

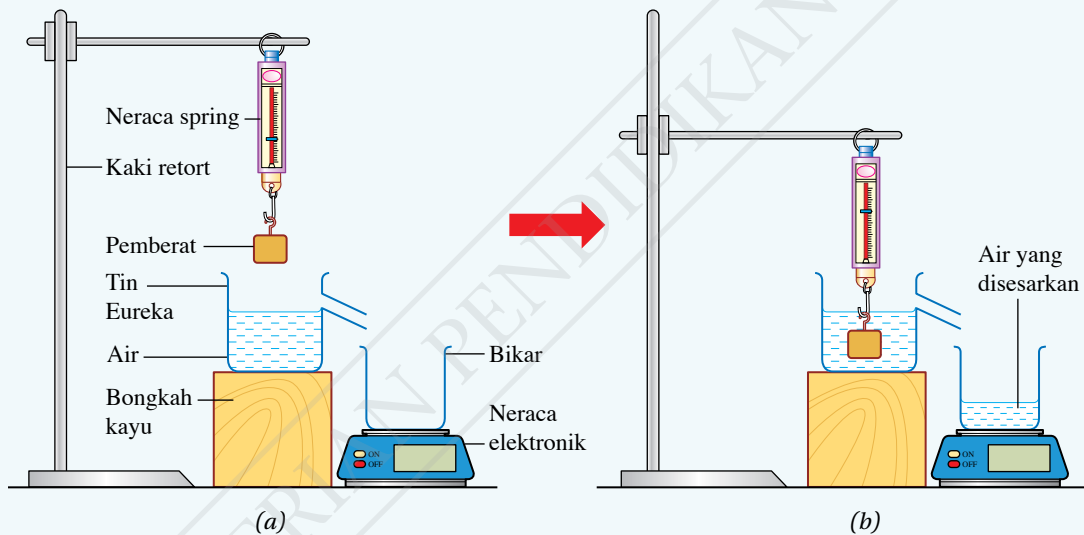
- (a) Dimanipulasikan: Berat air yang disesarkan
- (b) Bergerak balas: Daya apungan
- (c) Dimalarkan: Ketumpatan air

Radas: Pemberat berslot, tin Eureka, bikar, neraca spring, neraca elektronik, kaki retort dan bongkah kayu

Bahan: Air

Prosedur:

1. Sediakan susunan radas seperti yang ditunjukkan dalam Rajah 2.29.



Rajah 2.29

2. Gantungkan pemberat berslot 100 g pada neraca spring. Rekodkan bacaan nilai berat bagi pemberat berslot di udara, W_U dalam Jadual 2.6.
3. Letak bikar di atas neraca elektronik. Set bacaan neraca elektronik kepada sifar.
4. Masukkan pemberat berslot sepenuhnya ke dalam air. Rekodkan bacaan neraca spring sebagai berat bagi pemberat berslot di dalam air, W_A .
5. Hitungkan daya apungan, $F_B = W_U - W_A$.
6. Daripada bacaan neraca elektronik, hitungkan berat air yang disesarkan, W_s .
[Anggap bahawa $1 \text{ kg} = 10 \text{ N}$]
7. Ulangi langkah 2 hingga 6 menggunakan pemberat berslot 200 g, 300 g, 400 g dan 500 g.
8. Rekodkan semua keputusan anda dalam Jadual 2.6.

Keputusan:**Jadual 2.6**

Berat di udara, W_U / N	Berat di dalam air, W_A / N	Berat air yang disesarkan, W_s / N	Daya apungan, F_B / N

Analisis data:

1. Plotkan graf W_s melawan F_B .
2. Hitungkan kecerunan graf.

Kesimpulan:

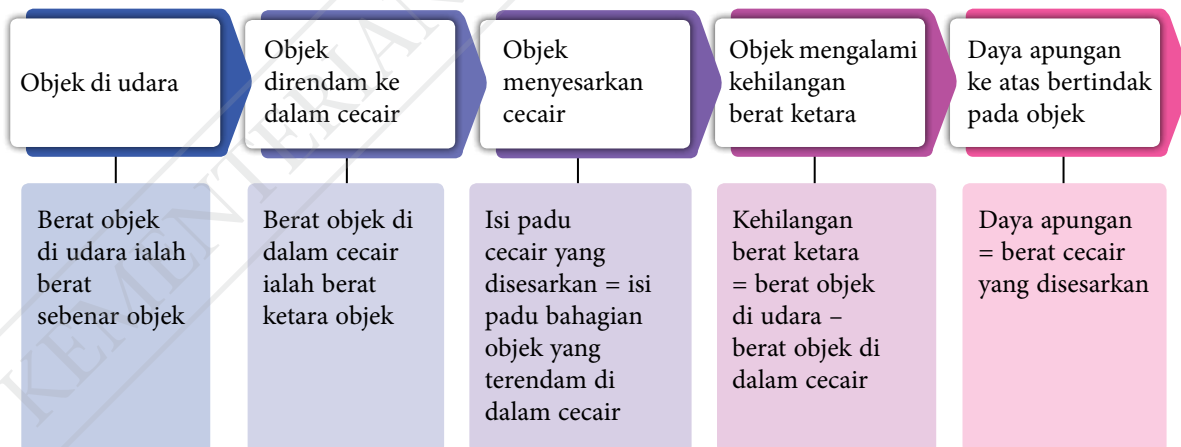
Apakah kesimpulan yang dapat dibuat daripada eksperimen ini?

Sediakan laporan yang lengkap bagi eksperimen ini.

Perbincangan:

1. Apakah nilai kecerunan graf?
2. Nyatakan hubungan antara daya apungan dengan berat air yang disesarkan berdasarkan keputusan eksperimen.

Rajah 2.30 menunjukkan aliran dan hubungan konsep yang menerangkan Eksperimen 2.3.

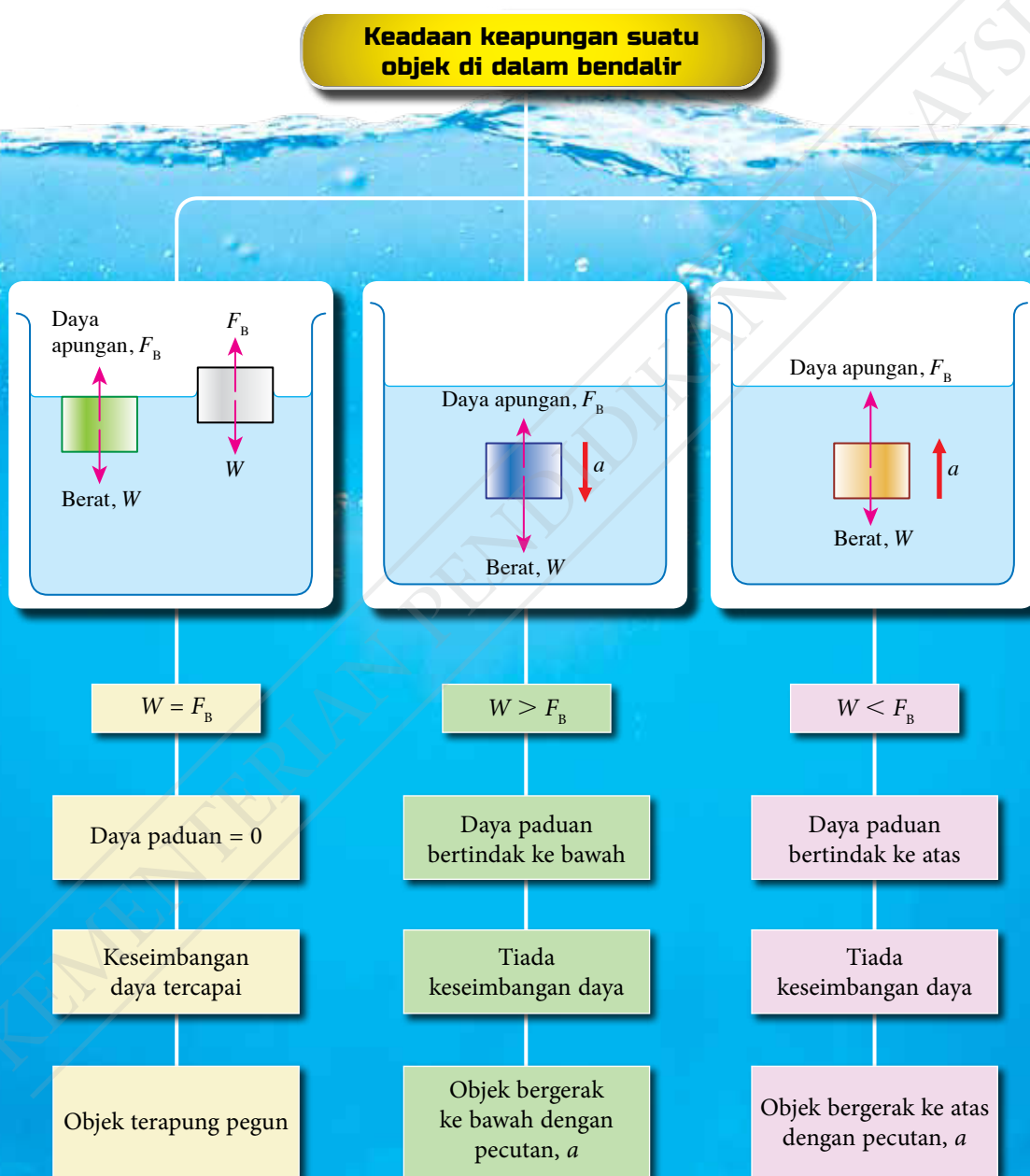


Rajah 2.30 Hubungan konsep yang menerangkan kaitan antara daya apungan dengan berat cecair yang disesarkan

**Daya apungan = Berat cecair yang disesarkan
= Kehilangan berat ketara**

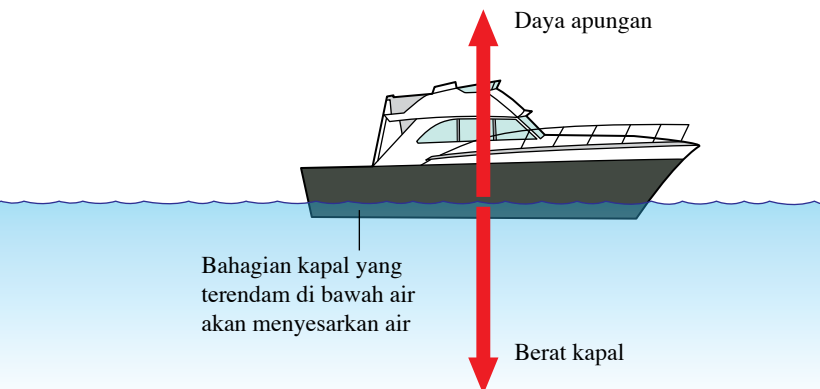
Hubungan antara Keseimbangan Daya dengan Keadaan Keapungan Suatu Objek dalam Bendalir

Apabila objek direndam ke dalam suatu bendalir, objek tersebut akan mengalami dua daya, iaitu berat objek, W yang disebabkan oleh graviti dan daya apungan, F_B yang disebabkan oleh bendalir yang disesarkan. Keadaan keapungan objek itu ditentukan oleh magnitud relatif bagi dua daya tersebut. Rajah 2.31 merumuskan keadaan keapungan suatu objek di dalam bendalir.



Rajah 2.31 Keadaan keapungan suatu objek di dalam bendalir

Rajah 2.32 menunjukkan daya yang bertindak ke atas sebuah kapal yang terapung di permukaan laut.



Kapal berada dalam keseimbangan daya, maka daya paduan adalah sifar. Oleh itu, **berat kapal = daya apungan**.

Berdasarkan prinsip Archimedes,

Daya apungan = berat air yang disesarkan

Oleh itu,

Berat kapal = berat air laut yang disesarkan

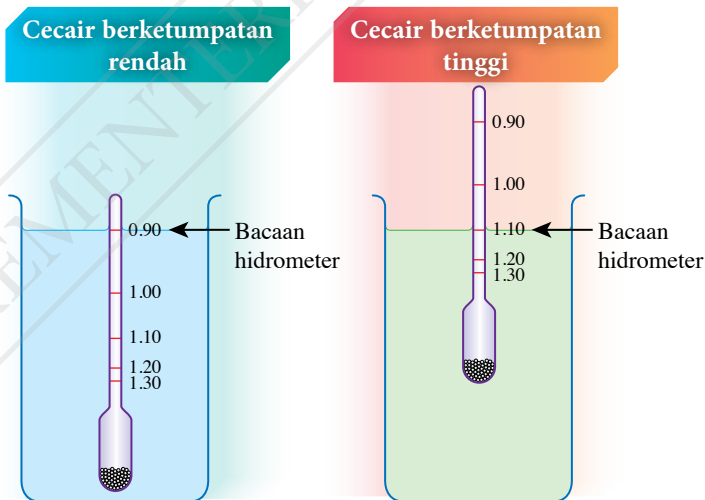
Isi padu air laut yang disesarkan = isi padu bahagian kapal yang terendam di dalam air laut

Rajah 2.32 Sebuah kapal yang terapung di permukaan laut

Hal ini menunjukkan bahawa objek yang terapung di dalam air perlu menyasarkan suatu kuantiti air yang beratnya sama dengan berat objek itu.

Aplikasi Prinsip Archimedes dalam Kehidupan

Hidrometer merupakan suatu alat pengukur ketumpatan cecair yang mengaplikasikan prinsip Archimedes. Hidrometer akan terapung pada aras kedalaman yang berbeza dalam cecair yang berlainan ketumpatan seperti yang ditunjukkan dalam Rajah 2.33. Apabila hidrometer terapung pegun di dalam suatu cecair, berat cecair yang disesarkan adalah sama dengan berat hidrometer tersebut. Dalam cecair yang kurang tumpat, bahagian hidrometer yang tenggelam di bawah permukaan cecair adalah lebih besar untuk menyasarkan isi padu cecair yang lebih besar, dan sebaliknya. Rajah 2.34 menunjukkan hidrometer susu yang biasa digunakan di kilang pembuatan susu untuk menguji kecairan susu.



Rajah 2.33 Mengukur ketumpatan cecair menggunakan hidrometer

Galeri MAKLUMAT

Sebuah kapal boleh terapung di lautan yang luas atau terusan air yang sempit jika terdapat air yang cukup untuk disesarkan sehingga berat air yang disesarkan sama dengan berat kapal.



- Digunakan di kilang pembuatan susu
- Untuk menguji kecairan susu
- Julat: 1.000 – 1.240 g cm⁻³

Rajah 2.34 Hidrometer susu

Aktiviti 2.10

Tujuan: Menggunakan hidrometer untuk menentukan ketumpatan pelbagai cecair

Radas: Hidrometer dan tiga buah silinder penyukat 100 ml

Bahan: Air suling, minyak zaitun dan gliserin

Arahan:

1. Sediakan tiga buah silinder penyukat yang masing-masing diisi dengan air suling, minyak zaitun dan gliserin.
2. Masukkan hidrometer secara perlahan-lahan ke dalam air suling. Apabila hidrometer berada dalam keadaan pegun, rekodkan bacaan hidrometer.
3. Keluarkan hidrometer, bersih dan keringkannya.
4. Ulangi langkah 2 dan 3 untuk minyak zaitun dan gliserin.
5. Rekodkan semua bacaan dalam Jadual 2.7.

Galeri MAKLUMAT

Hidrometer mengukur graviti spesifik, iaitu ketumpatan cecair relatif kepada ketumpatan air. Bacaan hidrometer ialah ketumpatan cecair jika nilai ketumpatan air dianggap sebagai 1.00 g cm^{-3} .

Keputusan:

Jadual 2.7

Jenis cecair	Ketumpatan / g cm^{-3}
Air suling	
Minyak zaitun	
Gliserin	

Perbincangan:

1. Mengapakah skala hidrometer tidak bermula dengan sifar?
2. Mengapakah bacaan skala hidrometer adalah kecil di bahagian atas tiub?
3. Nyatakan satu langkah berjaga-jaga semasa menjalankan aktiviti ini.

Bagaimanakah sebuah kapal selam boleh tenggelam dan timbul di permukaan laut? Jalankan Aktiviti 2.11 untuk menunjukkan prinsip kerja tangki balast di dalam kapal selam.



Aktiviti 2.11

STEM KIAK

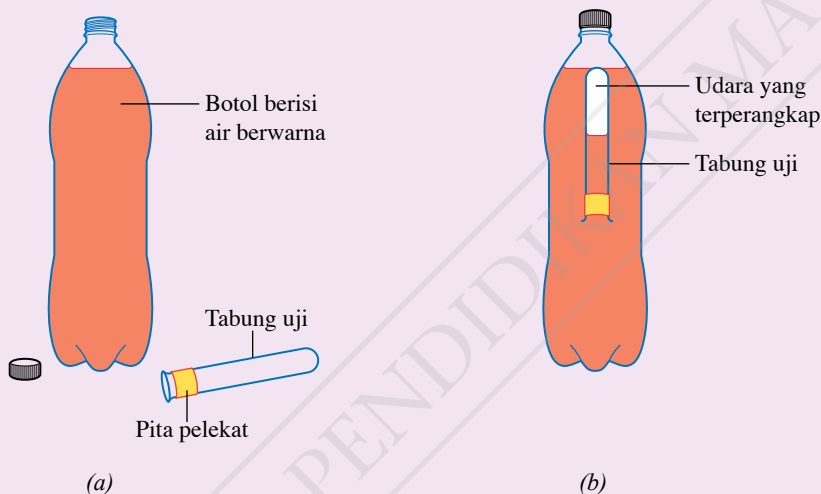
Tujuan: Membina penyelam Cartesian untuk menunjukkan prinsip kerja tangki balast di dalam kapal selam

Radas: Botol plastik 1.5 liter dan tabung uji kaca yang boleh dimasukkan ke dalam botol plastik

Bahan: Pita pelekat, air dan pewarna makanan

Arahan:

1. Sediakan susunan radas seperti yang ditunjukkan dalam Rajah 2.35(a).
2. Isikan tabung uji dengan air sehingga tiga perempat penuh. Telangkupkan tabung uji itu dan masukkan dengan cepat ke dalam botol plastik. Tabung uji itu akan terapung di permukaan air seperti yang ditunjukkan dalam Rajah 2.35(b).



Rajah 2.35

3. Perhatikan aras air di dalam tabung uji.
4. Tekan bahagian bawah botol supaya tabung uji tenggelam dengan perlahan-lahan ke dasar botol. Perhatikan aras air di dalam tabung uji.
5. Lepaskan tekanan pada botol sedikit demi sedikit supaya tabung uji naik semula ke permukaan air. Perhatikan perubahan aras air di dalam tabung uji.

Perbincangan:

1. (a) Bandingkan aras air di dalam tabung uji semasa terapung di permukaan air dan tenggelam ke dasar botol.
(b) Bandingkan isi padu air di dalam tabung uji semasa terapung di permukaan air dan tenggelam ke dasar botol.
2. Bagaimanakah isi padu air di dalam tabung uji berubah semasa tabung uji itu bergerak naik dari dasar botol ke permukaan air?
3. Terangkan gerakan tabung uji itu dengan menggunakan prinsip Archimedes.

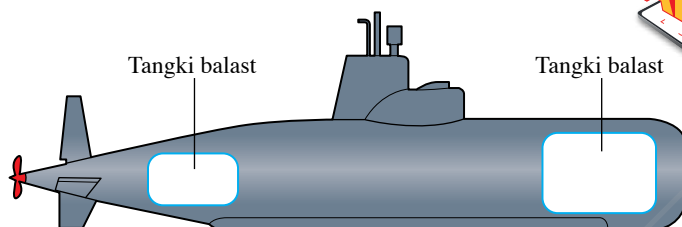


IMBAS SAYA

Video penyelam
Cartesian

<http://bit.ly/35f0ys8>

Rajah 2.36 menunjukkan tangki balast yang terdapat di dalam sebuah kapal selam. Prinsip kerja tangki balast di dalam kapal selam adalah mirip kepada prinsip kerja penyelam Cartesian di Aktiviti 2.11.



Rajah 2.36 Tangki balast di dalam kapal selam



(a) Tabung uji terapung di permukaan air



(b) Tabung uji tenggelam ke dalam air

Rajah 2.37 Prinsip kerja tangki balast di dalam kapal selam

Rajah 2.37 menunjukkan prinsip kerja tangki balast menggunakan penyelam Cartesian. Apabila tabung uji terapung di permukaan air, jumlah berat tabung uji dan berat air di dalamnya adalah sama dengan daya apungan. Tekanan yang dikenakan pada dinding botol menyebabkan air ditolak masuk ke dalam tabung uji. Keadaan ini menyebabkan berat air yang terkandung di dalam tabung uji bertambah. Oleh itu, jumlah berat tabung uji dan berat air di dalamnya melebihi daya apungan. Satu daya paduan yang bertindak ke arah bawah terhasil dan menyebabkan tabung uji tenggelam ke dasar botol.



Aktiviti 2.12

KIAK / KMK

Tujuan: Mencari maklumat tentang aplikasi prinsip Archimedes

Arahan:

1. Jalankan aktiviti ini dalam bentuk *Gallery Walk*.
2. Imbas kod QR untuk menonton video aplikasi prinsip Archimedes bagi tiga contoh yang diberikan.
3. Kemudian, imbas kod QR yang diberikan di halaman 75 atau rujuk bahan rujukan yang lain untuk mendapatkan maklumat tambahan tentang:

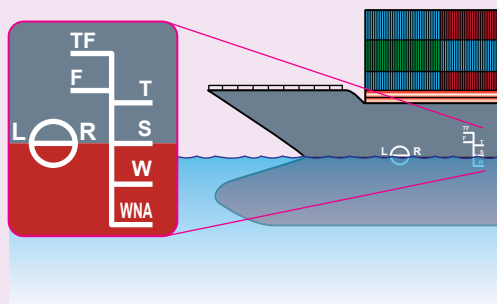


IMBAS SAYA

Video aplikasi
prinsip Archimedes

<http://bit.ly/36tri8J>

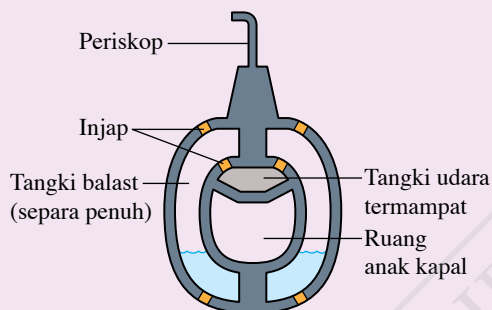
(a) Kapal laut dan garis Plimsoll



Rajah 2.38

**IMBAS SAYA**Kapal laut dan
garis Plimsoll<https://bit.ly/2XVxLGv>

(b) Kapal selam



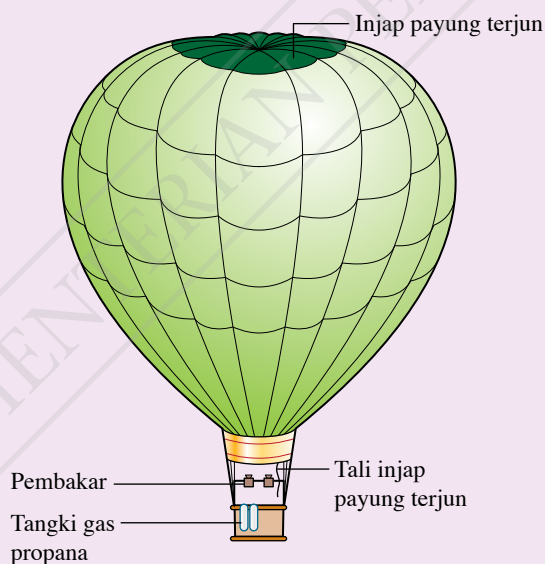
Rajah 2.39

**IMBAS SAYA**

Kapal selam

<http://bit.ly/2DLLcPI>

(c) Belon udara panas



Rajah 2.40

INFO Celik

Belon naik apabila:

- injap payung tertutup
- pembakar dinyalakan
- udara dipanaskan
- berat belon < daya apungan

Belon turun apabila:

- injap payung dibuka
- udara panas keluar
- pembakar dipadamkan
- berat belon > daya apungan

**IMBAS SAYA**

Belon udara panas

<http://bit.ly/2PeeL1Y>

4. Bentangkan hasil dapatan kumpulan anda dalam bentuk persembahan multimedia yang bertajuk Aplikasi Prinsip Archimedes dalam Kehidupan.

Menyelesaikan Masalah yang Melibatkan Prinsip Archimedes dan Keapungan

Apabila suatu objek berada dalam bendalir:

Daya apungan = berat bendalir yang disesarkan

$$F_B = \rho Vg$$

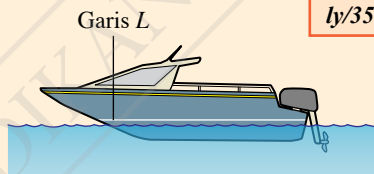
Apabila suatu objek terapung pegun dalam suatu bendalir:

Daya apungan = berat objek

= berat bendalir yang disesarkan

Contoh 1

Rajah 2.41 menunjukkan garis L pada sebuah bot. Isi padu bot di bawah garis tersebut ialah 2.8 m^3 . Jisim bot ialah 600 kg . Berapakah berat muatan maksimum yang boleh dibawa oleh bot itu? [Ketumpatan air, $\rho = 1\,000 \text{ kg m}^{-3}$ dan pecutan graviti, $g = 9.81 \text{ m s}^{-2}$]



Rajah 2.41



Penyelesaian

Langkah 1:

Mengenal pasti masalah

Langkah 2:

Mengenal pasti maklumat yang diberikan

Langkah 3:

Mengenal pasti rumus yang boleh digunakan

Langkah 4:

Menyelesaikan masalah secara numerikal

- 1 Katakan berat muatan maksimum yang boleh dibawa = B

- 2 Isi padu bot di bawah garis $L = 2.8 \text{ m}^3$
Apabila bot itu terapung dengan kedalaman rendaman di garis L , isi padu air yang disesarkan, $V = 2.8 \text{ m}^3$
Ketumpatan air, $\rho = 1\,000 \text{ kg m}^{-3}$
Pecutan graviti, $g = 9.81 \text{ m s}^{-2}$
Jisim bot, $m = 600 \text{ kg}$

- 3 Berat bot, $W = mg$
 $W + B = \text{daya apungan}$
 $= \text{berat air yang disesarkan}$
 $= \rho Vg$

- 4 $W = 600 \times 9.81$
 $= 5\,886 \text{ N}$
 $5\,886 + B = 1\,000 \times 2.8 \times 9.81$
 $B = 27\,468 - 5\,886$
 $= 21\,582 \text{ N}$

Contoh 2

Gambar foto 2.8 menunjukkan sebuah rakit terapung di laut. Jisim rakit itu ialah 54 kg dan ketumpatan air laut ialah $1\,080\text{ kg m}^{-3}$.

[Pecutan graviti, $g = 9.81\text{ m s}^{-2}$]

- Berapakah berat rakit itu?
- Bandingkan berat rakit itu dengan berat air laut yang disesarkan.
- Hitungkan isi padu air yang disesar oleh rakit itu.



Gambar foto 2.8 Rakit

Penyelesaian

- (a) Berat rakit, W

Jisim rakit, $m = 54\text{ kg}$

Pecutan graviti, $g = 9.81\text{ m s}^{-2}$

$$\begin{aligned} W &= mg \\ &= 54 \times 9.81 \\ &= 529.74\text{ N} \end{aligned}$$

- (b) Rakit itu dalam keseimbangan,

Berat rakit = daya apungan

Menurut prinsip Archimedes,

daya apungan = berat air yang disesarkan

Maka,

berat rakit = berat air laut yang disesarkan

- (c) Isi padu air yang disesarkan, V

Berat rakit, $W = 529.74\text{ N}$

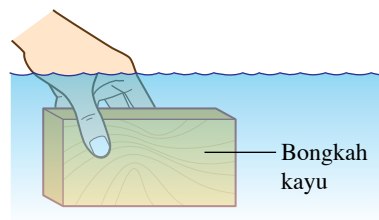
Ketumpatan air laut, $\rho = 1\,080\text{ kg m}^{-3}$

Berat rakit = berat air laut yang disesarkan

$$\begin{aligned} W &= \rho Vg \\ 529.74 &= 1\,080 \times V \times 9.81 \\ V &= \frac{529.74}{1\,080 \times 9.81} \\ &= 0.05\text{ m}^3 \end{aligned}$$

Praktis Formatif 2.5

- Nyatakan prinsip Archimedes.
- Sebuah bot kecil menyesarkan $3.8 \times 10^{-2}\text{ m}^3$ air laut. Hitungkan daya apungan yang bertindak ke atas bot itu.
[Ketumpatan air laut, $\rho = 1\,050\text{ kg m}^{-3}$ dan pecutan graviti, $g = 9.81\text{ m s}^{-2}$]
- Rajah 2.42 menunjukkan satu bongkah berjisim 0.48 kg dengan isi padu $5.0 \times 10^{-4}\text{ m}^3$, dipegang di dalam air. Tentukan gerakan bongkah itu apabila dilepaskan.
[Ketumpatan air, $\rho = 1\,000\text{ kg m}^{-3}$ dan pecutan graviti, $g = 9.81\text{ m s}^{-2}$]

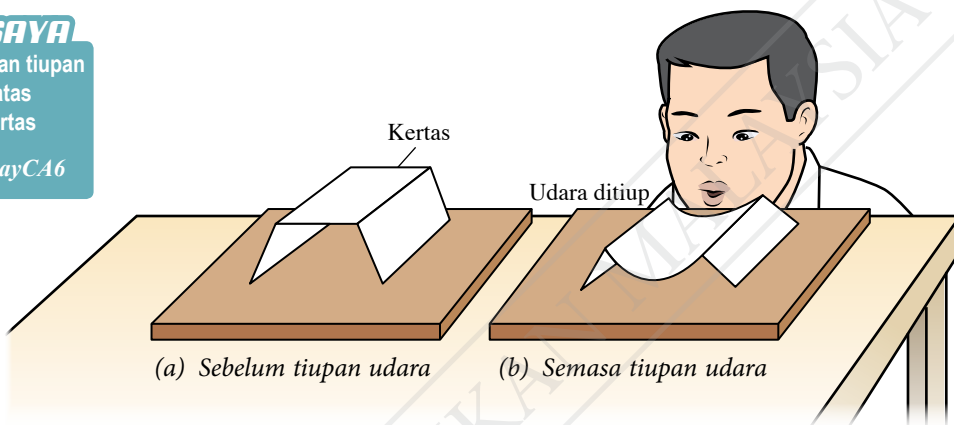


Rajah 2.42

2.6

Prinsip Bernoulli

Rajah 2.43 menunjukkan seorang murid yang cuba mengangkat sehelai kertas yang dilipat dengan meniup udara di bawah kertas itu. Apabila murid itu meniup dengan kuat pada ruang udara di bawah kertas, kertas itu kelihatan tertekan rapat pada permukaan meja. Pemerhatian tersebut disebabkan oleh kewujudan perbezaan tekanan hasil daripada perbezaan halaju udara.



Rajah 2.43 Kesan tiupan udara di bawah sehelai kertas yang dilipat

Aktiviti 2.13

Tujuan: Menjana idea bahawa halaju bendalir yang tinggi mewujudkan kawasan bertekanan rendah

Radas: Kaki retort dan tiub venturi

Bahan: Kertas A4, dua biji belon getah, benang, air dan penyedut minuman

Arahan:

A Kertas

1. Pegang sehelai kertas A4 dengan kedua-dua belah tangan anda dan tiup bahagian atas kertas itu seperti yang ditunjukkan dalam Gambar foto 2.9.
2. Perhatikan pergerakan kertas itu.



Gambar foto 2.9

Perbincangan:

1. Bandingkan halaju udara di bahagian atas dan di bahagian bawah kertas.
2. Huraikan pergerakan kertas apabila udara ditiup di bahagian atasnya.

B Belon

1. Gantung dua biji belon berisi udara berhampiran antara satu sama lain seperti yang ditunjukkan dalam Gambar foto 2.10.
2. Gunakan penyedut minuman untuk meniup udara dalam ruang di antara dua biji belon itu.
3. Perhatikan pergerakan belon itu.



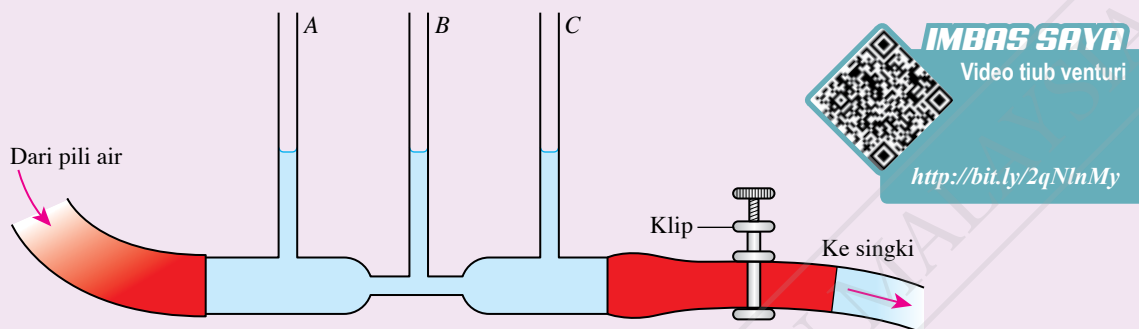
Gambar foto 2.10

Perbincangan:

1. Bandingkan halaju udara di ruang antara dua biji belon dengan halaju udara di sekelilingnya.
2. Huraikan pergerakan dua biji belon itu.

© Tiub venturi

1. Sediakan tiub venturi seperti yang ditunjukkan dalam Rajah 2.44.

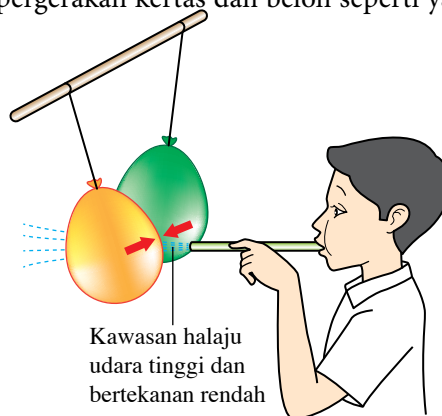
**Rajah 2.44**

2. Buka pili air dan biarkan air mengalir masuk ke dalam tiub venturi sehingga aras air di dalam tiub menegak A, B dan C mencapai ketinggian kira-kira setengah daripada ketinggian tiub itu.
3. Buka klip supaya air mengalir keluar ke singki. Laraskan pili air dan klip untuk mengawal aliran air sehingga aras air di dalam ketiga-tiga tiub menjadi stabil. Perhatikan ketinggian turus air di dalam ketiga-tiga tiub.

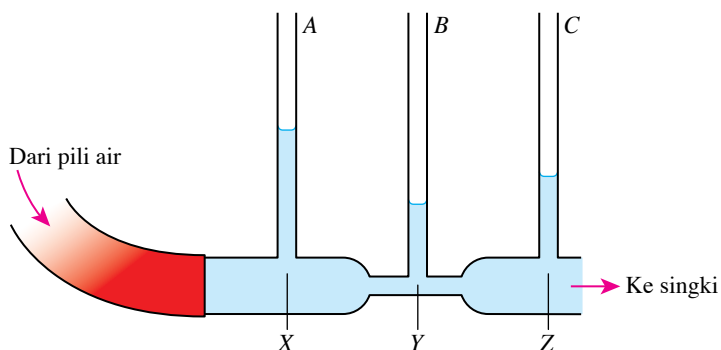
Perbincangan:

1. Apakah hubungan ketinggian turus air di dalam ketiga-tiga tiub dengan tekanan air?
2. Bandingkan ketinggian turus air di dalam ketiga-tiga tiub.

Pemerhatian dalam Aktiviti 2.13 disebabkan oleh kesan halaju bendalir terhadap tekanan dalam bendalir. Pengaliran udara dengan halaju yang tinggi menghasilkan satu kawasan yang bertekanan rendah berbanding dengan tekanan di sekeliling. Perbezaan tekanan menghasilkan suatu daya yang bertindak dari kawasan tekanan tinggi ke kawasan tekanan rendah. Kesan daripada tindakan daya tersebut boleh dilihat melalui pergerakan kertas dan belon seperti yang ditunjukkan dalam Rajah 2.45 dan Rajah 2.46.

**Rajah 2.45** Kertas ditolak ke atas**Rajah 2.46** Belon-belon mendekati satu sama lain

Dalam tiub venturi, ketinggian turus air di dalam tiub A, B dan C masing-masing menunjukkan tekanan air di X, Y dan Z seperti yang ditunjukkan dalam Rajah 2.47.



Rajah 2.47 Tiub venturi

Tekanan di X adalah lebih tinggi daripada tekanan di Z kerana air dapat mengalir dari X ke Z. Oleh itu, ketinggian turus air di dalam tiub A lebih besar daripada ketinggian turus air di dalam tiub C.



IMBAS SAYA

EduwebTV:
Prinsip Bernoulli

<http://bit.ly/2qNm6gK>

Halaju air bergantung pada luas keratan rentas tiub. Semakin kecil luas keratan rentas, semakin tinggi halaju air. Dari X ke Y, halaju air bertambah dan tekanan air berkurang. Dari Y ke Z, halaju air berkurang dan tekanan air bertambah.

Prinsip Bernoulli menyatakan bahawa apabila halaju pengaliran suatu bendalir bertambah, tekanan dalam bendalir akan berkurang atau sebaliknya.

Galeri MAKLUMAT

Apabila bendalir mengalir secara berterusan melalui sebatang paip, semakin kecil diameter paip, semakin tinggi halaju pengaliran bendalir.

Penghasilan Daya Angkat

Gambar foto 2.11 menunjukkan sebuah kapal terbang sedang berlepas dari lapangan terbang. Bagaimanakah daya angkat dihasilkan untuk mengangkat kapal terbang itu naik ke udara?



Gambar foto 2.11 Pelepasan sebuah kapal terbang dari lapangan terbang

Aktiviti 2.14

Tujuan: Memerhati kesan daya angkat

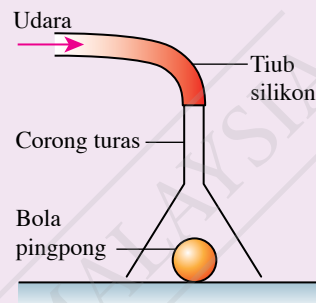
Radas: Corong turas, tiub silikon, kit aerofoil dan kaki retort

Bahan: Bola pingpong

Arahan:

A Corong turas dengan bola pingpong

1. Sediakan susunan radas seperti yang ditunjukkan dalam Rajah 2.48. Letakkan sebiji bola pingpong ke dalam corong turas yang ditelangkupkan.
2. Pegang corong turas itu dan tiup udara dengan kuat melalui tiub silikon yang disambungkan kepada corong turas. Perhatikan pergerakan yang berlaku kepada bola pingpong itu.



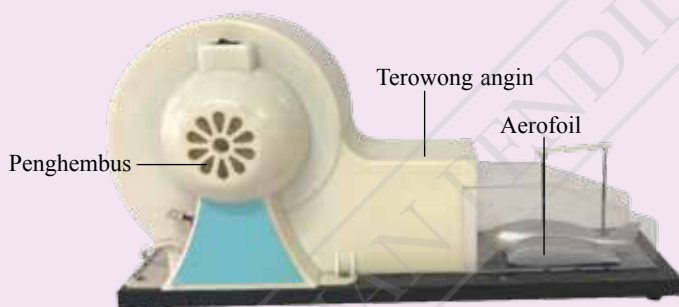
Rajah 2.48

Perbincangan:

1. Kenal pasti kawasan yang mempunyai aliran udara berhalaju tinggi.
2. Apakah yang berlaku kepada bola pingpong itu? Jelaskan.

B Kit aerofoil

1. Sediakan susunan radas bagi kit aerofoil seperti yang ditunjukkan dalam Gambar foto 2.12.



Gambar foto 2.12

2. Hidupkan penghembus supaya udara ditiup melalui aerofoil itu. Perhatikan pergerakan yang berlaku kepada aerofoil.
3. Matikan penghembus udara. Perhatikan pergerakan aerofoil.

Perbincangan:

1. Apakah yang berlaku kepada aerofoil semasa udara ditiup?
2. Apakah arah daya paduan yang bertindak ke atas aerofoil itu?
3. Bandingkan tekanan udara yang mengalir di permukaan atas dengan tekanan udara yang mengalir di permukaan bawah aerofoil.
4. Kenal pasti kawasan pengaliran udara dengan halaju tinggi dan halaju rendah di sekeliling aerofoil itu.

Jom Cuba

Kapal terbang kertas



<http://bit.ly/2M18So7>



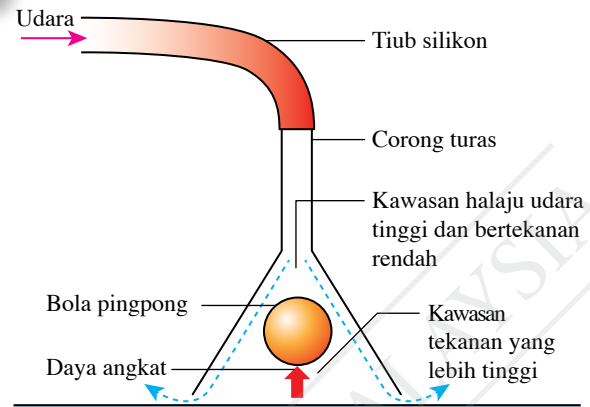
IMBAS SAYA

Video kit aerofoil

<http://bit.ly/2SIft1rl>

Kesan Daya Angkat ke Atas Bola Pingpong

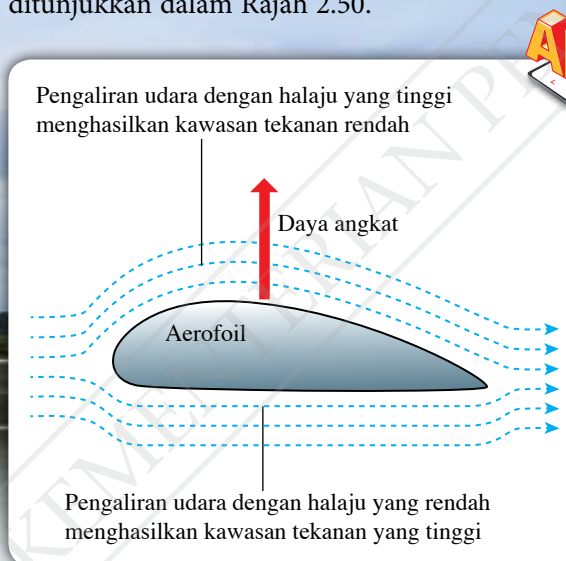
Daya angkat terhasil daripada perbezaan tekanan yang disebabkan oleh pengaliran udara dengan halaju yang berbeza. Udara yang mengalir dengan halaju yang tinggi pada bahagian atas bola pingpong seperti yang ditunjukkan dalam Rajah 2.49 menghasilkan satu kawasan bertekanan udara yang rendah. Perbezaan antara tekanan tinggi di bahagian bawah dengan tekanan rendah di bahagian atas bola pingpong menghasilkan satu daya paduan ke atas. Daya paduan ini ialah daya angkat yang mengangkat bola pingpong itu.



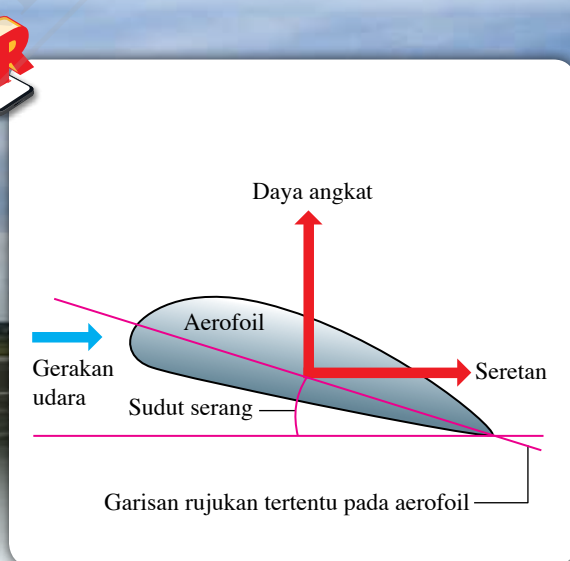
Rajah 2.49 Kesan daya angkat ke atas bola pingpong

Penghasilan Daya Angkat oleh Aerofoil

Bentuk aerofoil pada sayap kapal terbang menyebabkan udara mengalir pada kelajuan yang berbeza melalui bahagian atas dan bahagian bawahnya. Menurut prinsip Bernoulli, halaju udara yang tinggi di bahagian atas mewujudkan suatu kawasan bertekanan rendah, manakala halaju udara yang rendah di bahagian bawah menghasilkan kawasan bertekanan tinggi. Perbezaan tekanan ini menghasilkan satu daya angkat bertindak ke atas kapal terbang seperti yang ditunjukkan dalam Rajah 2.50.



Rajah 2.50 Penghasilan daya angkat oleh aerofoil



Rajah 2.51 Sudut serang pada aerofoil

Jumlah daya angkat yang bertindak ke atas kapal terbang juga dipengaruhi oleh sudut serang seperti yang ditunjukkan dalam Rajah 2.51. Apabila aerofoil berada pada sudut serang yang tertentu, aerofoil mengenakan satu daya pada aliran udara. Menurut Hukum Gerakan Newton Ketiga, satu daya tindak balas akan bertindak pada sayap kapal terbang dan menyumbang daya angkat yang bertindak ke atas kapal terbang.

Aplikasi Prinsip Bernoulli dalam Kehidupan Harian

Prinsip Bernoulli diaplikasikan secara meluas dalam pelbagai bidang yang merangkumi alat-alat kecil di rumah sehingga kapal terbang komersial yang besar.



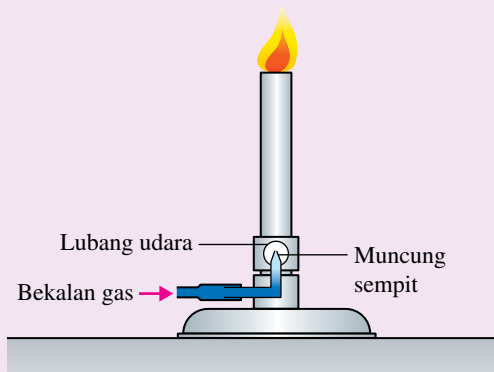
Aktiviti 2.15

KIAK / KMK

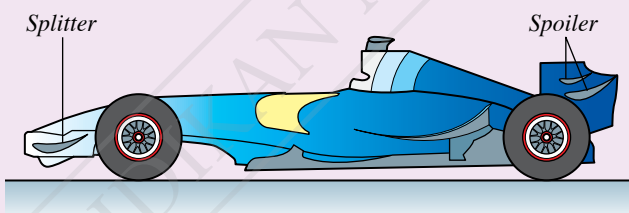
Tujuan: Mencari maklumat tentang aplikasi prinsip Bernoulli dalam kehidupan harian

Arahan:

1. Jalankan aktiviti ini secara berkumpulan.
2. Teliti Rajah 2.52 yang menunjukkan empat aplikasi prinsip Bernoulli dalam kehidupan harian:



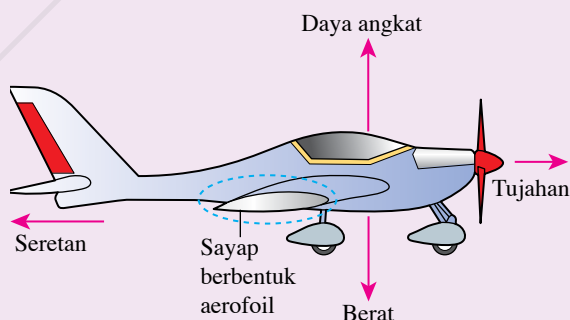
(a) Campuran gas dan udara di dalam penunu Bunsen



(b) Penghasilan daya ke bawah bagi kereta lumba



(c) Sepakan bola yang melengkung



(d) Penghasilan daya angkat oleh aerofoil dan sudut serang bagi kapal terbang

Rajah 2.52 Aplikasi prinsip Bernoulli dalam kehidupan harian

3. Bagi setiap aplikasi, cari maklumat lanjut.
4. Sediakan satu laporan multimedia untuk hasil pencarian anda.



IMBAS SAYA

Aplikasi
prinsip Bernoulli

<http://bit.ly/35ez4TI>



Tujuan: Mereka bentuk kapal terbang kertas berdasarkan aplikasi prinsip Bernoulli dan Hukum Gerakan Newton Ketiga

Arahan:

1. Jalankan aktiviti ini secara berkumpulan.
2. Kumpulkan maklumat tentang kapal terbang kertas melalui pembacaan atau carian di laman sesawang merangkumi perkara yang berikut:
 - (a) bahan yang diperlukan
 - (b) reka bentuk kapal terbang kertas yang mampu bergerak jauh dengan masa penerbangan yang panjang
 - (c) cara melancarkan kapal terbang kertas
 - (d) arah aliran angin semasa pelancaran
3. Gunakan Borang Strategi Data K-W-L.
4. Lakarkan gambar rajah yang menunjukkan reka bentuk kapal terbang kertas.
5. Bina kapal terbang kertas mengikut reka bentuk yang dicadangkan.
6. Lancarkan kapal terbang kertas dan perhatikan pergerakannya.
7. Kenal pasti aspek-aspek reka bentuk dan cara pelancaran yang memerlukan penambahbaikan.
8. Bincangkan langkah-langkah penambahbaikan yang dapat dilaksanakan.
9. Bina kapal terbang kertas yang baharu dan uji penerbangannya.
10. Bentangkan hasil reka bentuk dan kapal terbang kertas.

**IMBAS SAYA**

Borang Strategi
Data K-W-L

<http://bit.ly/2RR6qnV>

**IMBAS SAYA**

Panduan mereka
bentuk kapal
terbang kertas

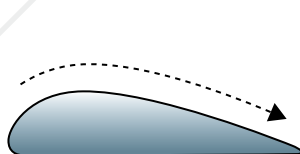
<http://go.nasa.gov/366nLNb>

**Nota**

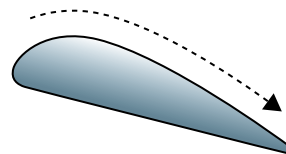
Pertimbangkan aplikasi Prinsip Bernoulli dan Hukum Gerakan Newton Ketiga.

Praktis Formatif 2.6

1. Nyatakan prinsip Bernoulli.
2. Dengan menggunakan helaian kertas A4, terangkan tiga cara yang menunjukkan prinsip Bernoulli.
3. Rajah 2.53 menunjukkan keratan rentas sayap sebuah kapal terbang semasa kapal terbang itu memecut di sepanjang landasan dan mula berlepas dari landasan.



(a) Memecut di sepanjang landasan



(b) Berlepas dari landasan

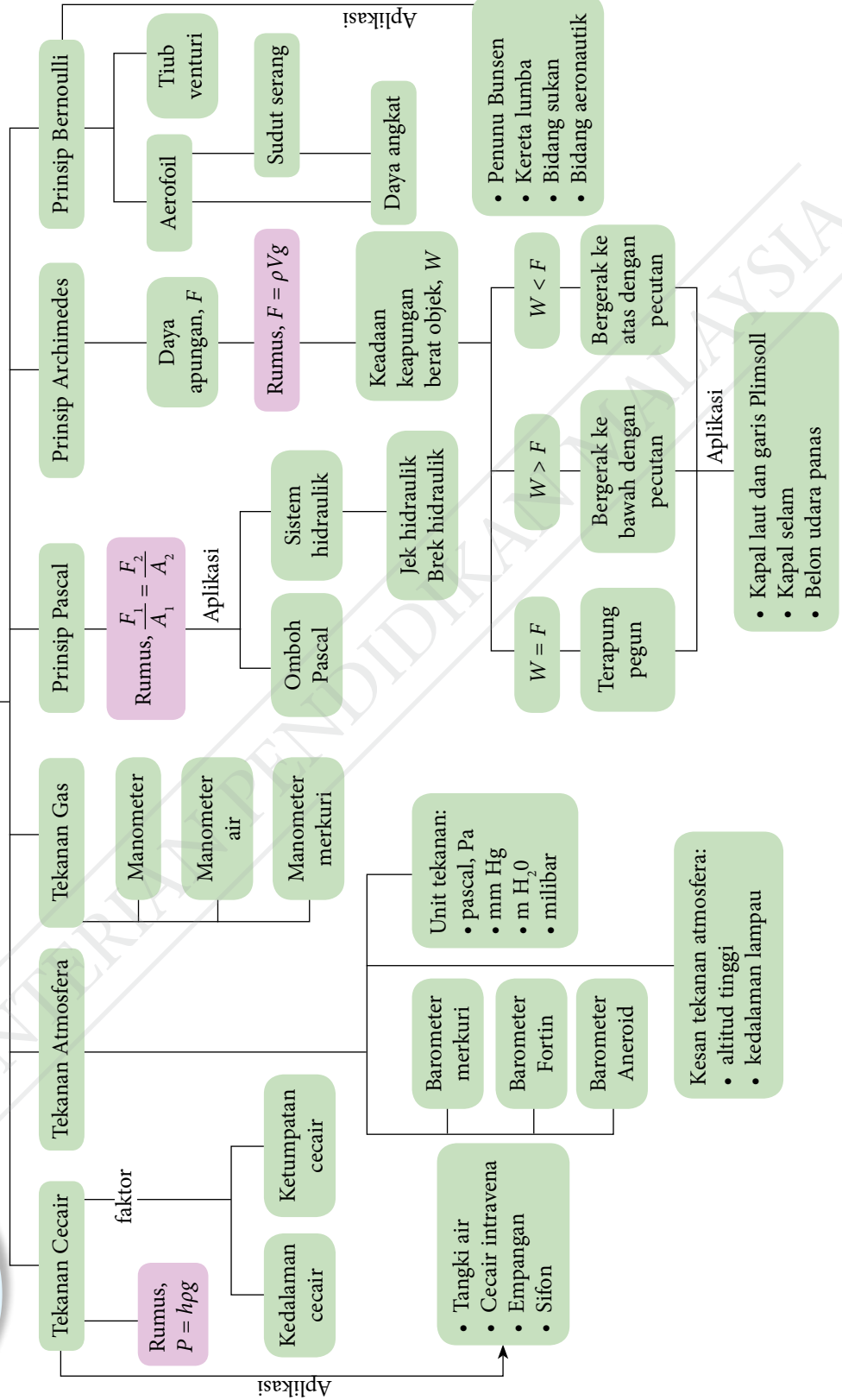
Rajah 2.53

Dengan bantuan gambar rajah berlabel, terangkan bagaimana daya angkat dihasilkan semasa kapal terbang berlepas. 🌸



Permainan Interaktif

<http://bit.ly/2Fo3fwc>





- Perkara baharu yang saya pelajari dalam bab Tekanan ialah .
- Perkara paling menarik yang saya pelajari dalam bab ini ialah .
- Perkara yang saya masih kurang fahami ialah .
- Prestasi saya dalam bab ini.
 Kurang baik 

1	2	3	4	5
---	---	---	---	---

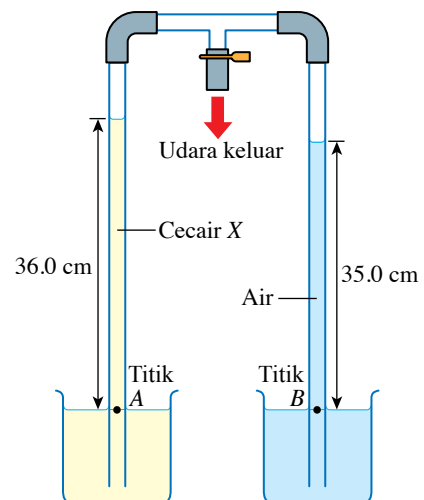
 Sangat baik
- Saya perlu  untuk meningkatkan prestasi saya dalam bab ini.

Praktis Sumatif



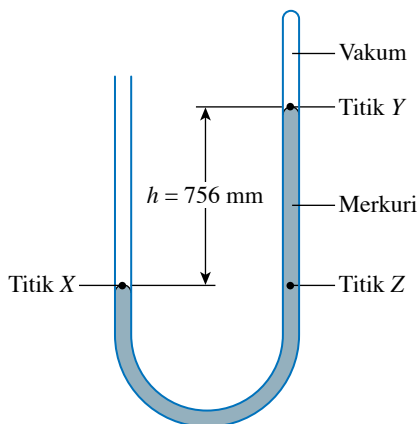
<http://bit.ly/36vVdNh>

- Terbitkan rumus bagi tekanan pada kedalaman, h dalam cecair dengan ketumpatan, ρ . 
 - Hitungkan tekanan pada kedalaman 24 m di sebuah tasik yang mengandungi air dengan ketumpatan $1\,120\text{ kg m}^{-3}$. 
 [Pecutan graviti, $g = 9.81\text{ m s}^{-2}$]
- Rajah 1 menunjukkan radas untuk membanding tekanan dua jenis cecair selepas sebahagian udara telah disedut keluar daripada radas tersebut.
 - Terangkan mengapa tekanan di titik A sama dengan tekanan di titik B.
 - Hitungkan ketumpatan cecair X.
 [Ketumpatan air, $\rho = 1\,000\text{ kg m}^{-3}$]
- Banding dan bezakan kewujudan tekanan dalam cecair dan tekanan atmosfera. 



Rajah 1

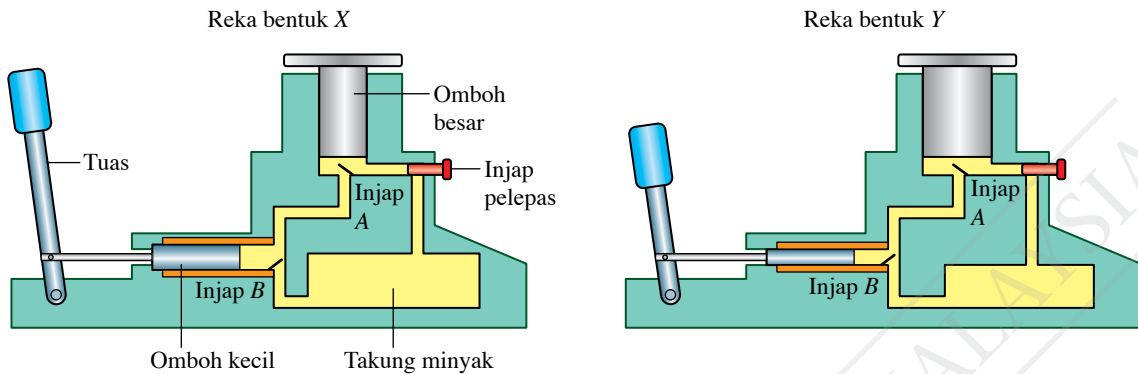
4. Rajah 2 menunjukkan sebatang tiub-U yang mengandungi merkuri.



Rajah 2

- Apakah tekanan yang bertindak ke atas titik X dan titik Y pada permukaan merkuri itu?
 - Dengan membandingkan tekanan di titik X dan titik Z, terangkan mengapa ketinggian turus merkuri, h merupakan pengukur tekanan atmosfera. 🧠
 - Tentukan tekanan atmosfera dalam unit Pa.
[Ketumpatan merkuri, $\rho = 13\,600\text{ kg m}^{-3}$ dan pecutan graviti = 9.81 m s^{-2}]
5. Sebuah manometer merkuri disambung kepada suatu silinder gas. Tekanan gas dalam silinder itu dan tekanan atmosfera masing-masing ialah 180 kPa dan 103 kPa.
Lakarkan gambar rajah manometer yang tersambung kepada silinder gas itu. Tentukan ketinggian turus merkuri dalam lakaran anda. 🧠
[Ketumpatan merkuri, $\rho = 13\,600\text{ kg m}^{-3}$ dan pecutan graviti, $g = 9.81\text{ m s}^{-2}$]
- Dalam suatu sistem brek hidraulik, seorang pemandu kenderaan mengenakan daya 80 N ke atas pedal brek. Daya ini digandakan oleh satu sistem tuas mekanikal kepada daya input 400 N ke atas cecair hidraulik dalam silinder induk. Diameter silinder induk dan diameter silinder hamba di roda ialah 0.8 cm dan 2.5 cm masing-masing.
 - Hitungkan tekanan pada cecair hidraulik dalam silinder induk. 🧠
 - Nyatakan prinsip yang membolehkan tekanan dihantar dari silinder induk ke silinder hamba.
 - Berapakah daya membrek yang dihasilkan di silinder hamba untuk menghentikan putaran roda? 🧠
 - Satu bongkah kayu dengan isi padu $3.24 \times 10^{-3}\text{ m}^3$ dilepaskan di dalam sebuah tangki berisi air. Dengan melakukan penghitungan yang sewajarnya, lakarkan keadaan keapungan bongkah kayu itu di dalam tangki. 🧠
[Ketumpatan kayu = 920 kg m^{-3} , ketumpatan air = $1\,000\text{ kg m}^{-3}$ dan pecutan graviti, $g = 9.81\text{ m s}^{-2}$]

8. Rajah 3 menunjukkan dua reka bentuk jek hidraulik, X dan Y yang dicadangkan oleh seorang juruteknik.



Rajah 3

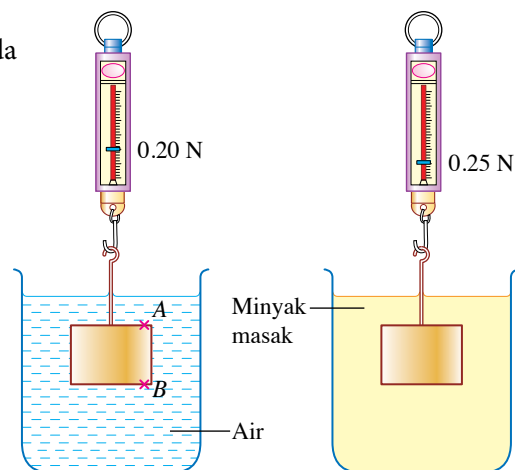
- Merujuk kepada reka bentuk X, huraikan pengendalian jek hidraulik itu.
- Kaji reka bentuk X dan reka bentuk Y. Bandingkan kelebihan dan kelemahan reka bentuk X dengan reka bentuk Y.
- Berdasarkan jawapan anda di 8(b), cadangkan satu reka bentuk jek hidraulik yang boleh menghasilkan daya output yang lebih besar dan mengangkat suatu beban melalui ketinggian yang lebih besar.

9. Sebuah belon udara panas terapung pegun di udara.

- Nyatakan prinsip Archimedes.
- Terangkan hubungan antara berat belon dengan berat udara yang disesarkan.
- Apabila nyalaan pembakar dipadamkan dan injap payung dibuka, belon itu mula menurun. Terangkan bagaimana tindakan ini membolehkan belon itu turun ke bumi.

10. Rajah 4 dan Rajah 5 menunjukkan blok logam yang serupa berjisim 0.050 kg digantungkan pada neraca spring dan direndam ke dalam air dan minyak masak masing-masing.

- Bandingkan tekanan di titik A dan titik B dalam Rajah 4. Jelaskan jawapan anda.
- Terangkan bagaimana perbezaan tekanan di 10(a) mengenakan satu daya apungan pada blok logam itu.
- Hitungkan ketumpatan minyak masak jika ketumpatan air ialah 1000 kg m^{-3} .
[Pecutan graviti, $g = 9.81 \text{ m s}^{-2}$]



Rajah 4

Rajah 5

11. Gambar foto 1 menunjukkan sebuah kereta lumba yang distabilkan oleh daya ke bawah (*downforce*) semasa dipandu pada kelajuan yang tinggi.



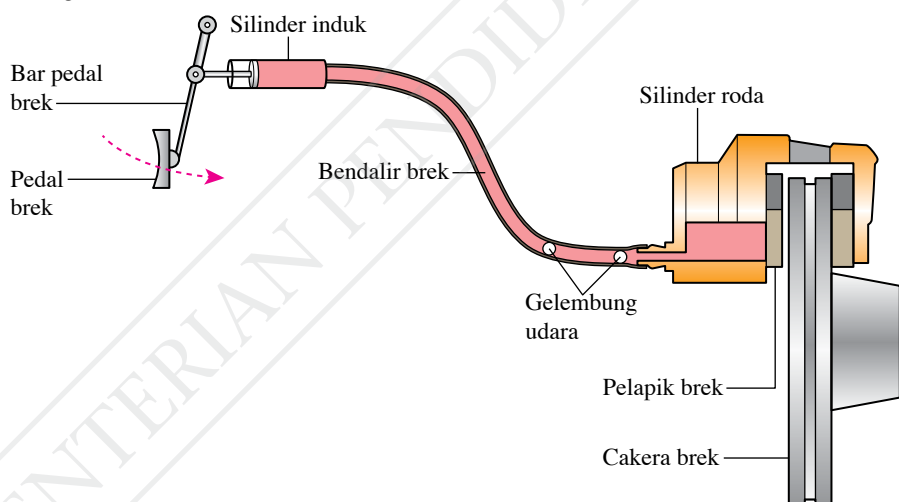
Gambar foto 1

Terangkan penghasilan daya ke bawah itu dengan mempertimbangkan aliran udara melalui: 🌪️

- spoiler* yang berbentuk aerofoil songsang
- bahagian atas dan bahagian bawah kereta itu

Cabaran Abad ke-21

12. Rajah 6 menunjukkan sebahagian daripada sistem brek hidrolik bagi sebuah kereta. Seorang pemandu mendapati bahawa pedal brek perlu ditekan dengan lebih kuat dan lebih ke dalam untuk menghentikan kereta itu.



Rajah 6

- Kenal pasti kelemahan dalam sistem brek kereta itu. 🌪️
- Dengan menggunakan konsep fizik yang sesuai, cadangkan pengubahsuaian kepada sistem brek itu supaya kereta itu boleh dihentikan dengan lebih berkesan. Jawapan anda hendaklah termasuk aspek-aspek yang berikut: 🌪️
 - ciri-ciri bendalir brek
 - luas keratan rentas silinder induk
 - luas keratan rentas silinder roda
 - panjang bar pedal brek
 - reka bentuk lain yang sesuai

BAB

3

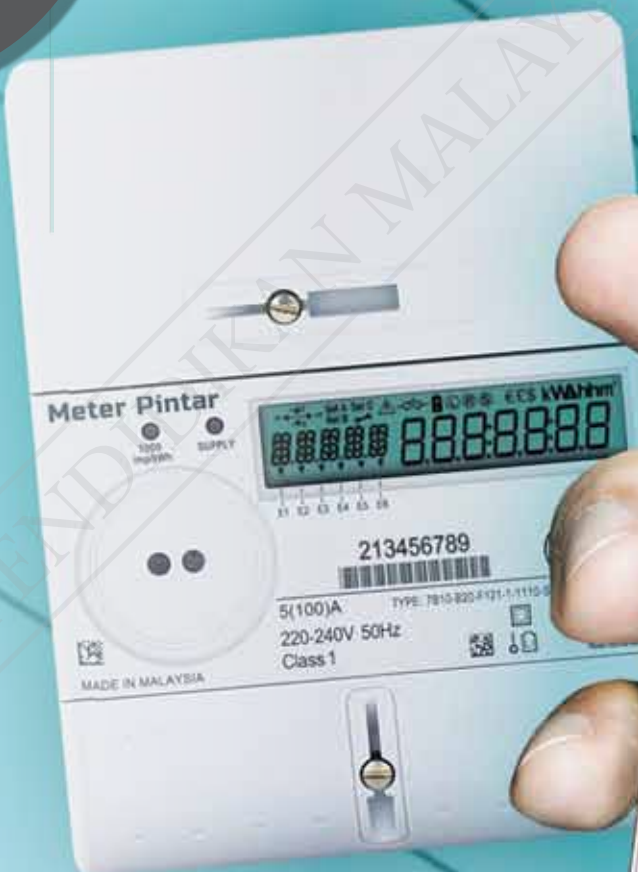
Elektrik

Bagaimanakah medan elektrik terhasil?

Apakah faktor-faktor yang mempengaruhi rintangan suatu dawai konduktor?

Apakah kelebihan sambungan sel kering secara bersiri dan selari?

Bagaimanakah kita dapat menjimatkan penggunaan tenaga elektrik di rumah?



Anda akan mempelajari:

- 3.1** Arus dan Beza Keupayaan
- 3.2** Rintangan
- 3.3** Daya Gerak Elektrik (d.g.e.) dan Rintangan Dalam
- 3.4** Tenaga dan Kuasa Elektrik



Portal Informasi

Tenaga Nasional Berhad (TNB) dijangka akan membelanjakan RM1.2 bilion dari tahun 2018 hingga 2020 untuk memasang meter pintar baharu di rumah kediaman seluruh negara. Meter pintar merupakan peranti yang membolehkan penggunaan elektrik harian direkodkan dan ditukarkan kepada data yang boleh dipantau oleh pengguna melalui aplikasi mudah alih. Peranti tersebut boleh mengumpul dan menganalisis data setiap jam penggunaan elektrik. Data penggunaan elektrik dikumpulkan dan dihantar ke pusat kawalan melalui frekuensi radio (RF). Kelebihan ini membolehkan pengguna memantau penggunaan elektrik dengan mudah serta mengurangkan tenaga pekerja TNB untuk bergerak dari satu rumah ke satu rumah bagi merekodkan bacaan penggunaan elektrik. Secara tidak langsung, teknologi ini meningkatkan kecekapan penggunaan tenaga elektrik di negara kita.



<http://bit.ly/2uC4eXF>

Kepentingan Bab Ini

Laluan kerjaya pada era Revolusi Industri 4.0 (IR 4.0) memerlukan kepakaran dalam bidang teknologi perisian maklumat untuk membina aplikasi berdasarkan keperluan pasaran semasa melalui dua platform utama, iaitu *Android* dan *IOS*. Platform ini mengutamakan perisian Kecerdasan Buatan (AI) yang akan membuat keputusan berasaskan algoritma kepintaran dalam bidang elektrik dan elektronik.

Lensa Futuristik

Komunikasi Talian Kuasa (PLC) akan menjadi kaedah pemindahan data digital pada masa depan di antara meter pintar dengan Pusat Kawalan Utiliti. Kaedah ini membolehkan data penggunaan kuasa dan profil penggunaan isi rumah dipantau secara dalam talian.



<http://bit.ly/2NsxjLV>

3.1 Arus dan Beza Keupayaan

Perhatikan Gambar foto 3.1 yang menunjukkan fenomena kilat. Bagaimanakah fenomena ini boleh terjadi? Imbas kembali bab Keelektrikan yang telah anda pelajari dalam subjek Sains semasa di Tingkatan 2.



IMBAS KEMBALI



Keelektrikan

<http://bit.ly/36G2b2o>

Gambar foto 3.1 Fenomena kilat

Medan Elektrik

Apabila sebatang sikat yang bercas didekatkan dengan aliran air paip yang halus, aliran air paip tersebut menjadi bengkok. Fenomena ini menunjukkan kewujudan **medan elektrik** dalam kehidupan harian. Bolehkah anda senaraikan contoh kewujudan medan elektrik yang lain?



IMBAS SAYA

EduwebTV: Medan elektrik dan pengaliran cas

<http://bit.ly/2RSKHvL>



(a) Aliran air paip yang halus menjadi bengkok apabila sikat yang bercas didekatkan kepadanya



(b) Rambut tertarik oleh belon yang bercas



(c) Cebisan kertas tertarik ke sikat plastik yang bercas



(d) Penyedut minuman yang bercas bergerak mendekati jari yang didekatkan kepadanya

Gambar foto 3.2 Contoh kewujudan medan elektrik dalam kehidupan harian



Aktiviti

3.1

Demonstrasi guru

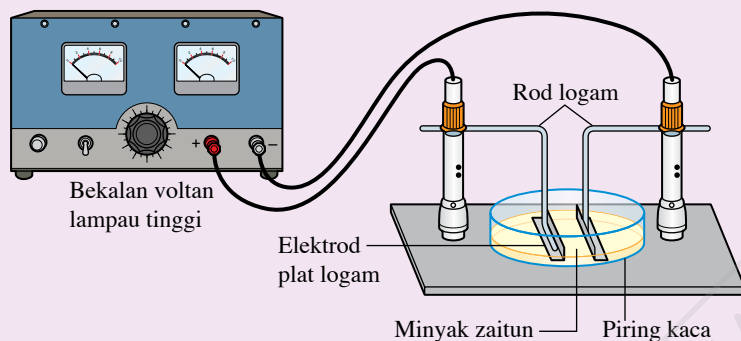
Tujuan: Mengkaji medan elektrik dengan menggunakan kit medan elektrik

Radas: Kit medan elektrik dan bekalan voltan lampau tinggi (V.L.T.)

Bahan: Minyak zaitun dan serbuk suji

Arahan:

1. Sediakan susunan radas seperti yang ditunjukkan dalam Rajah 3.1.



Rajah 3.1

Langkah Berjaga-jaga

- Jangan sentuh mana-mana bahagian logam apabila bekalan kuasa V.L.T. sedang digunakan.
- Pastikan suis bekalan kuasa V.L.T. dimatikan apabila tiada pemerhatian direkodkan.

IMBAS SAYA

Video demonstrasi kit medan elektrik

<http://bit.ly/2YSK3jb>

IMBAS SAYA

Lembaran kerja (Jadual 3.1)

<http://bit.ly/2PJiKUc>

2. Imbas kod QR dan cetak Jadual 3.1.
3. Tuang minyak zaitun ke dalam piring kaca.
4. Taburkan serbuk suji di atas permukaan minyak zaitun.
5. Hidupkan bekalan kuasa V.L.T. dan perhatikan pergerakan serbuk suji.
6. Rekodkan pemerhatian anda dalam Jadual 3.1.
7. Ulangi langkah 3 hingga 6 dengan pasangan plat berlainan bentuk seperti dalam Jadual 3.1.

Keputusan:

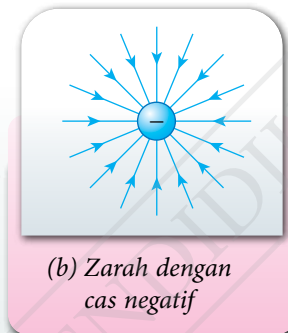
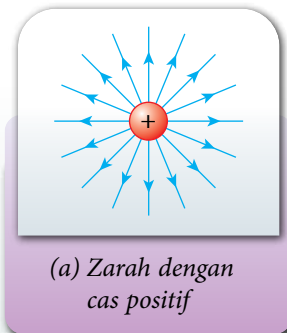
Jadual 3.1

Bentuk plat	Plat	Medan elektrik
Dua sfera bercas		
Sfera bercas dengan plat satah bercas		
Dua plat satah selari bercas		

Perbincangan:

1. Mengapakah bekalan kuasa V.L.T. digunakan dalam aktiviti ini?
2. Apakah yang berlaku pada plat satah selari apabila bekalan kuasa V.L.T. dihidupkan?
3. Mengapakah taburan serbuk suji membentuk corak tertentu apabila bekalan kuasa V.L.T. dihidupkan?
4. Apakah fungsi minyak zaitun dalam aktiviti ini?
5. Namakan bahan lain yang boleh digunakan selain serbuk suji dalam aktiviti ini.

Berdasarkan Aktiviti 3.1, apabila bekalan kuasa V.L.T. dihidupkan, dua elektrod logam akan mempunyai keupayaan yang berbeza. Medan elektrik wujud di antara dua elektrod tersebut. **Medan elektrik** ialah **kawasan sekitar suatu zarah bercas di mana sebarang cas elektrik yang berada dalam kawasan tersebut akan mengalami daya elektrik**. Apabila serbuk suji diletakkan di dalam medan elektrik tersebut, serbuk suji mengalami daya elektrik. Corak yang dibentuk oleh serbuk suji menunjukkan corak medan elektrik.

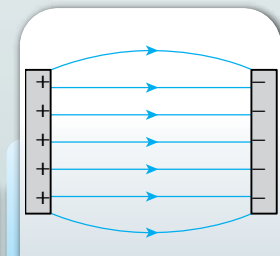
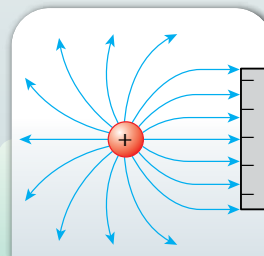
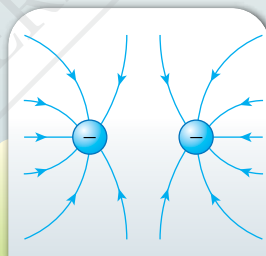
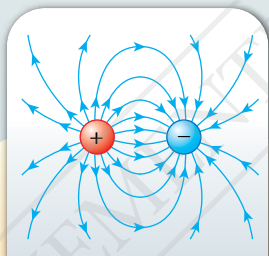


Galeri MAKLUMAT

Garis medan elektrik bermula dengan cas positif dan berakhir dengan cas negatif. Garis medan elektrik juga tidak bersilang antara satu sama lain.

Rajah 3.2 Corak medan elektrik di sekitar zarah dengan cas positif dan cas negatif

Garis medan elektrik di sekeliling suatu zarah cas positif sentiasa menghala ke luar manakala medan elektrik di sekeliling suatu cas negatif menghala ke dalam (Rajah 3.2). Cas-cas yang berbeza saling menarik manakala cas-cas yang sama saling menolak.

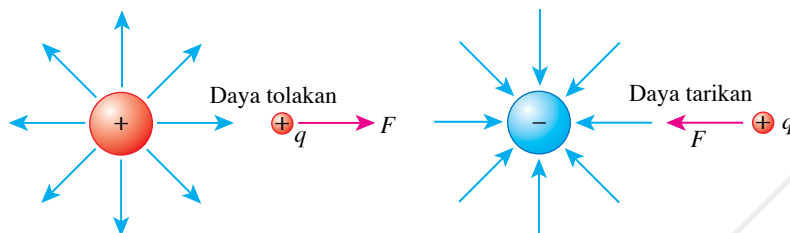


Rajah 3.3 Corak medan elektrik

Corak medan elektrik boleh dilukis menggunakan garis-garis beranak panah seperti yang ditunjukkan dalam Rajah 3.3. Setiap garis beranak panah mewakili satu garis medan elektrik.

Kekuatan Medan Elektrik

Andaikan satu cas uji positif, q diletakkan dalam satu medan elektrik. Cas uji tersebut akan mengalami daya elektrik, sama ada daya tolakan atau daya tarikan bergantung pada jenis zarah bercas. Rajah 3.4 menunjukkan daya elektrik yang bertindak ke atas cas uji positif.



Rajah 3.4 Daya elektrik yang bertindak ke atas cas uji positif dalam medan elektrik

Kekuatan medan elektrik, E pada satu titik dalam medan elektrik boleh ditakrifkan sebagai **daya elektrik yang bertindak ke atas seunit cas positif yang terletak pada titik itu.**

$$E = \frac{F}{q}$$

iaitu E = kekuatan medan elektrik

F = daya elektrik

q = kuantiti cas elektrik

Unit S.I. bagi E ialah newton per coulomb (N C^{-1})

Galeri MAKLUMAT

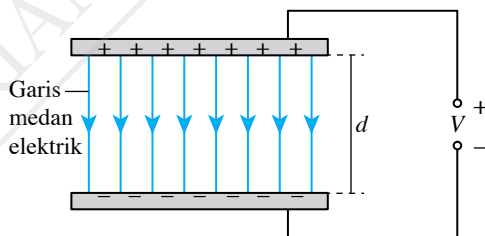
Arah garis medan elektrik mengikut arah tindakan daya elektrik ke atas cas uji positif yang terletak dalam medan elektrik tersebut.



IMBAS KEMBALI

Unit S.I. bagi cas ialah coulomb (C).

Medan elektrik yang ditunjukkan di antara dua plat selari yang bertentangan cas adalah seragam seperti yang ditunjukkan dalam Rajah 3.5. Medan elektrik seragam ini diwakili oleh satu set garis-garis medan elektrik yang selari antara satu sama lain.



Rajah 3.5 Medan elektrik di antara dua plat selari yang bertentangan cas

Kekuatan medan elektrik, E yang dihasilkan oleh dua plat bercas yang selari ialah

$$E = \frac{V}{d}$$

iaitu E = kekuatan medan elektrik

V = beza keupayaan di antara dua plat selari

d = jarak di antara dua plat selari

Unit S.I. bagi E mengikut rumus ini ialah volt per meter (V m^{-1})

INFO Celik

Unit V m^{-1} adalah setara dengan N C^{-1} .

Kelakuan Zarah Bercas di dalam Suatu Medan Elektrik

Dalam suatu medan elektrik, terdapat cas-cas elektrik sama ada cas positif atau cas negatif. Cas-cas yang sama saling menolak manakala cas-cas yang berlainan saling menarik. Apakah yang akan terjadi kepada zarah bercas apabila diletakkan ke dalam suatu medan elektrik?



Aktiviti

3.2

Demonstrasi Guru

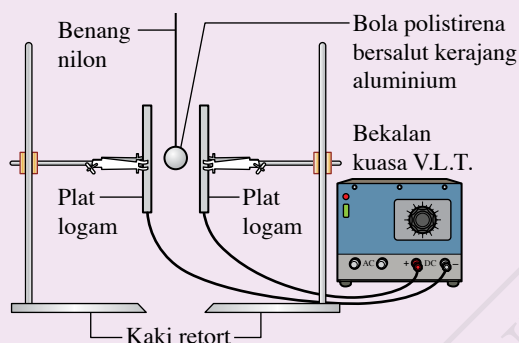
Tujuan: Mengkaji kesan medan elektrik ke atas objek bercas

Radas: Bekalan voltan lampau tinggi (V.L.T.), plat logam dan kaki retort

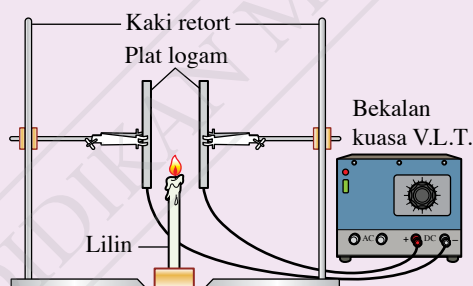
Bahan: Bola polistirena bersalut kerajang aluminium, benang nilon dan lilin

Arahan:

1. Sediakan susunan radas seperti yang ditunjukkan dalam Rajah 3.6.



Rajah 3.6



Rajah 3.7

2. Hidupkan suis bekalan kuasa V.L.T. Sesarkan bola polistirena supaya menyentuh satu permukaan plat logam dan lepaskan bola itu. Catatkan pemerhatian anda.
3. Ulangi langkah 2 dengan:
 - (a) kurangkan jarak di antara dua plat logam
 - (b) tinggikan voltan bekalan kuasa
4. Matikan suis bekalan kuasa dan gantikan bola polistirena dengan sebatang lilin yang bernyala seperti yang ditunjukkan dalam Rajah 3.7.
5. Hidupkan suis bekalan kuasa V.L.T. Perhatikan kesan yang berlaku kepada nyalaan lilin. Catatkan pemerhatian anda.
6. Matikan suis bekalan kuasa. Songsangkan terminal bekalan kuasa dan hidupkan suis semula. Perhatikan kesan yang berlaku kepada nyalaan lilin. Catatkan pemerhatian anda.

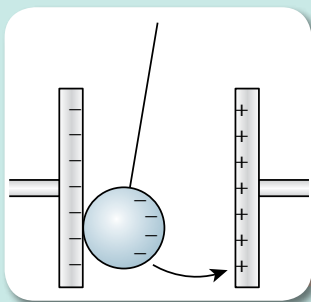
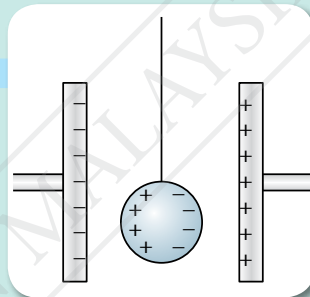
Perbincangan:

1. Mengapakah bola polistirena perlu disaluti kerajang aluminium?
2. Apakah fungsi benang nilon?
3. Apakah yang berlaku kepada gerakan bola polistirena sekiranya jarak di antara plat logam bertambah?

Kesan medan elektrik ke atas bola polistirena bersalut logam

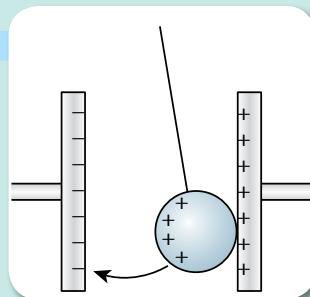
- 1 Apabila bola polistirena disasarkan menyentuh plat logam bercas positif dan dilepaskan, bola tersebut akan berayun berulang-alik di antara kedua-dua plat logam sehingga bekalan kuasa dimatikan.

- 2 Semasa bekalan kuasa dihidupkan, bola polistirena bersalut logam berada di antara kedua-dua plat logam yang bercas dan tidak bergerak. Bola tersebut berada dalam keadaan neutral.



- 3 Apabila bola polistirena disasarkan sehingga menyentuh plat logam bercas negatif, cas positif pada bola akan dinyahcaskan. Bola polistirena akan bercas negatif. Kesamaan cas di antara bola polistirena dengan plat logam menghasilkan daya tolakan yang menolak bola tersebut. Bola polistirena yang bercas negatif akan ditarik ke arah plat logam positif.

- 4 Di plat logam positif, elektron pada bola polistirena akan dipindahkan ke plat logam positif sehingga bola tersebut bercas positif. Kesamaan cas di antara bola polistirena dengan plat logam menghasilkan daya tolakan yang menolak bola tersebut. Bola polistirena yang bercas positif akan tertarik ke arah plat logam negatif.



- 5 Proses ini akan berulang sehingga bekalan kuasa dimatikan.



IMBAS SAYA

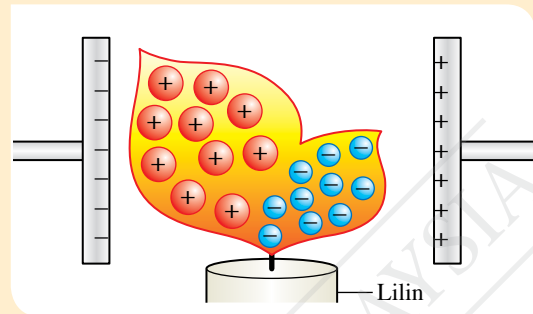
Video kesan medan elektrik ke atas bola polistirena

<http://bit.ly/2E1O19I>

Rajah 3.8 Kesan medan elektrik ke atas gerakan bola polistirena bersalut logam

Kesan medan elektrik ke atas nyalaan lilin

- 1 Apabila bekalan kuasa dihidupkan, nyalaan lilin akan tersebar di antara kedua-dua plat logam. Sebaran nyalaan lilin yang menghala ke plat logam negatif lebih besar berbanding dengan yang menghala ke plat logam bercas positif.
- 2 Haba daripada lilin menyebabkan udara mengion menjadi ion positif dan ion negatif.
- 3 Ion negatif akan tertarik ke plat logam bercas positif manakala ion positif tertarik ke plat logam bercas negatif.
- 4 Ion positif mempunyai jisim dan saiz yang lebih besar berbanding dengan ion negatif. Oleh itu, sebaran yang tertarik ke plat logam bercas negatif adalah lebih besar berbanding dengan sebaran yang tertarik ke plat logam bercas positif.



IMBAS SAYA

Video kesan medan elektrik ke atas nyalaan lilin

<https://bit.ly/2W3YZuS>

Rajah 3.9 Kesan medan elektrik ke atas nyalaan lilin

Arus Elektrik

Peralatan elektrik akan dapat berfungsi sekiranya terdapat arus elektrik mengalir dalam litar elektrik yang lengkap. **Arus, I** ialah kadar pengaliran cas, **Q** dalam satu konduktor.

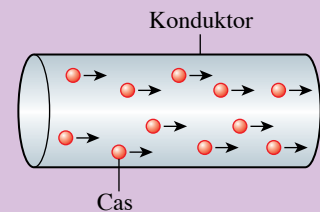
$$I = \frac{Q}{t} \quad \text{atau} \quad Q = It$$

iaitu I = arus

Q = jumlah cas

t = masa

Unit S.I. bagi arus, I ialah coulomb per saat ($C s^{-1}$) atau ampere (A).



Rajah 3.10 Cas elektrik mengalir dalam suatu konduktor

Beza Keupayaan

Anda telah mempelajari bahawa arus elektrik ialah kadar pengaliran cas elektrik. Bagaimanakah arus elektrik ini boleh mengalir dalam litar? Hal ini dapat dikaitkan dengan **beza keupayaan** elektrik.



Dalam medan elektrik suatu zarah dengan cas positif, mengapakah keupayaan elektrik adalah lebih tinggi pada kedudukan yang dekat dengan cas tersebut?

Arus dapat mengalir dari satu titik ke titik yang lain dalam litar kerana wujudnya beza keupayaan di antara dua titik dalam litar tersebut. **Beza keupayaan**, V di antara dua titik dalam suatu medan elektrik ialah **kerja, W yang dilakukan untuk menggerakkan satu coulomb cas di antara dua titik tersebut.**

$$V = \frac{W}{Q} \quad \text{atau} \quad V = \frac{E}{Q}$$

iaitu V = beza keupayaan

W = kerja yang dilakukan

E = tenaga yang digunakan

Q = jumlah cas yang mengalir

Unit S.I. bagi beza keupayaan, V ialah joule per coulomb (J C^{-1}) atau volt (V).

Beza keupayaan 1 V bermaksud kerja sebanyak 1 J dilakukan untuk menggerakkan 1 C cas dari satu titik ke titik yang lain.

EMK Sejarah



Alessandro Volta ialah seorang saintis dari Itali yang mencipta *voltaic pile*, iaitu bateri elektrik pertama. Unit volt digunakan sempena nama beliau sebagai tanda penghargaan terhadap penemuan tersebut.

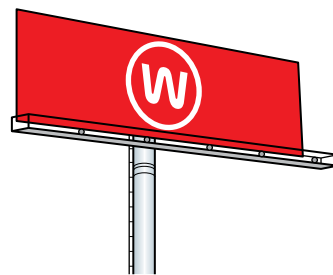
INFO Celik

Cas satu elektron, $e = 1.6 \times 10^{-19} \text{ C}$

$$\begin{aligned} \text{Maka, } 1 \text{ C} &= \frac{1}{1.6 \times 10^{-19}} \\ &= 6.25 \times 10^{18} \text{ elektron} \end{aligned}$$

Praktis Formatif 3.1

1. Nyatakan takrifan arus dan beza keupayaan.
2. Apakah yang dimaksudkan dengan medan elektrik?
3. Rajah 3.11 menunjukkan sekeping papan iklan elektronik. Arus yang mengalir ialah $4.0 \times 10^{-2} \text{ A}$. Berapakah bilangan elektron yang mengalir dalam litar itu apabila suis dihidupkan selama 3 jam? 🌟
4. Sebuah mentol berlabel 3.0 V, 0.2 A menyala selama 1 jam. Hitungkan: 🌟
 - (a) jumlah cas yang mengalir
 - (b) jumlah tenaga yang dijanakan
5. Suatu konduktor logam mengalirkan 900 C cas elektrik dalam masa 10 minit. Hitungkan arus yang mengalir.



Rajah 3.11

3.2

Rintangan

Konduktor Ohm dan Konduktor Bukan Ohm

Konduktor yang mematuhi hukum Ohm dikenali sebagai konduktor Ohm manakala konduktor yang tidak mematuhi hukum Ohm dikenali sebagai konduktor bukan Ohm. Adakah beza keupayaan yang merentasi dan arus yang mengalir pada dawai konstantan dan mentol berubah menurut hukum Ohm? Jalankan Eksperimen 3.1.



Eksperimen 3.1

Inferens: Beza keupayaan yang merentasi suatu konduktor bergantung pada arus yang mengalir

Hipotesis: Semakin tinggi arus yang mengalir, semakin tinggi beza keupayaan yang merentasi konduktor

Tujuan: Mengkaji hubungan antara arus dengan beza keupayaan bagi konduktor Ohm dan konduktor bukan Ohm

A Konduktor Ohm (dawai konstantan)

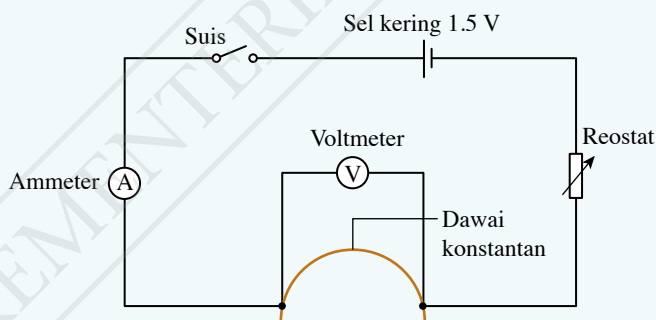
Pemboleh ubah:

- Dimanipulasikan: Arus, I
- Bergerak balas: Beza keupayaan, V
- Dimalarkan: Suhu, diameter dan panjang dawai konstantan

Radas: Sel kering 1.5 V, pemegang sel, suis, dawai penyambung, ammeter, voltmeter, pembaris meter, reostat, dawai konstantan s.w.g. 24 (panjang 20 cm)

Prosedur:

- Sediakan susunan radas seperti yang ditunjukkan dalam Rajah 3.12.



Rajah 3.12

- Hidupkan suis dan laraskan reostat sehingga bacaan ammeter, $I = 0.2$ A. Catatkan bacaan voltmeter, V dalam Jadual 3.2.
- Ulangi langkah 2 dengan nilai $I = 0.3$ A, 0.4 A, 0.5 A dan 0.6 A.

Galeri MAKLUMAT

Nilai s.w.g. (*standard wire gauge*) mewakili diameter bagi setiap jenis dawai. Semakin besar nilai s.w.g., semakin kecil diameter dawai.

Langkah Berjaga-jaga

- Pastikan dawai penyambung disambungkan dengan ketat.
- Elakkan ralat paralaks semasa mengambil bacaan ammeter dan voltmeter.
- Matikan suis sebaik sahaja bacaan diambil supaya suhu dawai konstantan kekal malar sepanjang eksperimen dijalankan.

Keputusan:**Jadual 3.2**

Arus, I / A	Beza keupayaan, V / V
0.2	
0.3	
0.4	
0.5	
0.6	

B Konduktor Bukan Ohm (mentol berfilamen)**Pemboleh ubah:**

- (a) Dimanipulasikan: Arus, I
- (b) Bergerak balas: Beza keupayaan, V
- (c) Dimalarkan: Panjang filamen

Radas: Sel kering 1.5 V, pemegang sel, suis, dawai penyambung, ammeter, voltmeter, reostat dan mentol berfilamen (2.5 V, 3 W)

Prosedur:

- Gantikan sambungan dawai konstantan dalam Rajah 3.12 dengan mentol berfilamen.
- Hidupkan suis dan laraskan reostat sehingga bacaan ammeter, $I = 0.14 A$. Catatkan bacaan voltmeter, V dalam Jadual 3.3.
- Ulangi langkah 2 dengan nilai $I = 0.16 A, 0.18 A, 0.20 A$ dan $0.22 A$.

Keputusan:**Jadual 3.3**

Arus, I / A	Beza keupayaan, V / V
0.14	
0.16	
0.18	
0.20	
0.22	

Analisis data:

Plotkan graf beza keupayaan, V melawan arus, I bagi eksperimen A dan eksperimen B.

Kesimpulan:

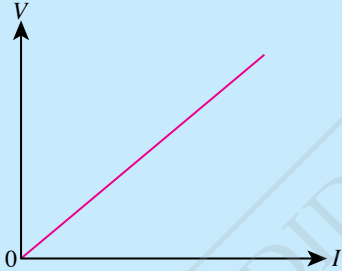
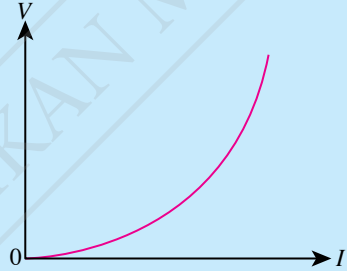
Apakah kesimpulan yang dapat dibuat daripada kedua-dua eksperimen ini?

Sediakan laporan yang lengkap bagi eksperimen A dan eksperimen B.

Perbincangan:

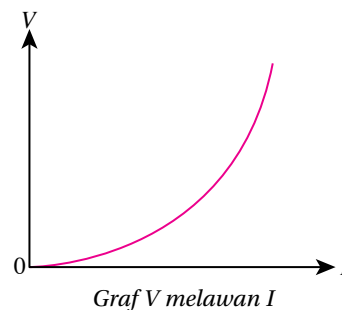
Berdasarkan kedua-dua graf V melawan I yang diplot, bandingkan bentuk graf dan kecerunan graf.

Jadual 3.4 Perbandingan graf V melawan I bagi konduktor Ohm dan konduktor bukan Ohm

Jenis konduktor	Konduktor Ohm	Konduktor bukan Ohm
Graf V melawan I	Graf garis lurus melalui titik asalan 	Graf garis lengkung melalui titik asalan 
Hubungan antara V dengan I	V berkadar secara terus dengan I	V bertambah dengan I
Kadar pertambahan voltan	Tetap	Meningkat
Rintangan	Malar	Meningkat

Galeri MAKLUMAT

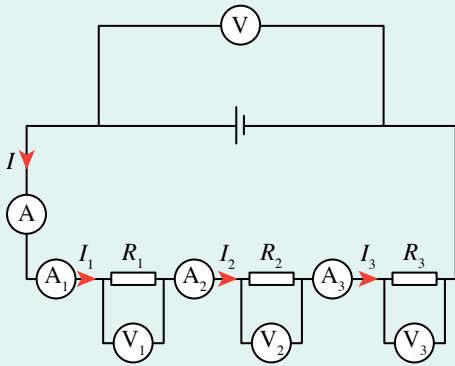
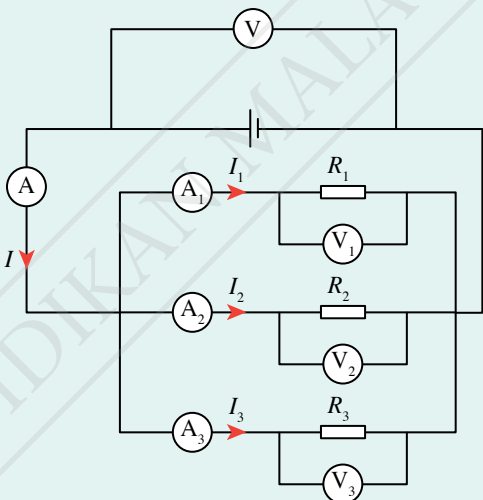
Graf di sebelah menunjukkan hubungan antara beza keupayaan, V dengan arus, I bagi sebuah mentol berfilamen tungsten. Dawai tungsten yang digunakan dalam mentol berfilamen merupakan konduktor Ohm. Oleh kerana filamen mentol bergelung, dawai filamen menjadi panjang. Apabila arus yang mengalir melaluinya bertambah, suhu dawai meningkat. Pada masa yang sama, rintangan turut meningkat dan lampu akan menyala. Pada ketika ini, dawai tungsten merupakan konduktor bukan Ohm.



Menyelesaikan Masalah bagi Sambungan Litar Kombinasi Bersiri dan Selari

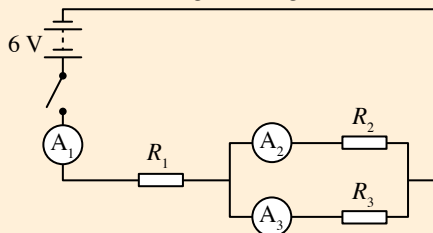
Imbas kembali pelajaran anda tentang litar bersiri dan litar selari semasa di Tingkatan 2. Arus, beza keupayaan dan rintangan dalam suatu litar bersiri adalah berbeza daripada litar selari. Jadual 3.5 merumuskan arus, beza keupayaan dan rintangan bagi litar bersiri dan litar selari. Berdasarkan rumusan tersebut, anda dapat mengira arus, beza keupayaan dan rintangan bagi sambungan litar kombinasi bersiri dan selari.

Jadual 3.5 Rumusan arus, beza keupayaan dan rintangan bagi litar bersiri dan litar selari

Litar bersiri	Litar selari
	
Arus yang mengalir melalui setiap perintang adalah sama. $I = I_1 = I_2 = I_3$	Jumlah arus dalam litar bersamaan dengan jumlah arus yang melalui perintang pada setiap cabang. $I = I_1 + I_2 + I_3$
Beza keupayaan yang merentasi sel kering adalah sama dengan jumlah beza keupayaan yang merentasi semua perintang. $V = V_1 + V_2 + V_3$	Beza keupayaan yang merentasi sel kering adalah sama dengan beza keupayaan yang merentasi setiap perintang. $V = V_1 = V_2 = V_3$
Rintangan berkesan $R = R_1 + R_2 + R_3$	Rintangan berkesan $\frac{1}{R} = \frac{1}{R_1} + \frac{1}{R_2} + \frac{1}{R_3}$

Contoh 1

Tiga buah perintang disusun secara bersiri dan selari seperti yang ditunjukkan dalam Rajah 3.13. Nilai perintang bagi R_1 , R_2 dan R_3 ialah $2\ \Omega$, $4\ \Omega$ dan $12\ \Omega$ masing-masing.



Rajah 3.13

Apabila suis ditutup, hitungkan:

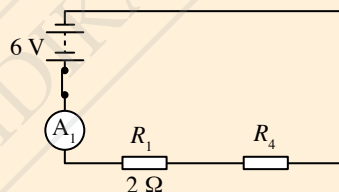
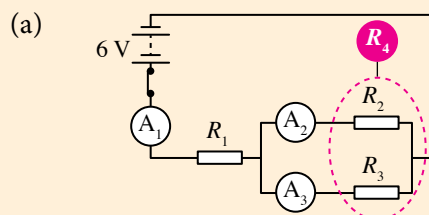
- rintangan berkesan, R
- arus dan beza keupayaan yang merentasi perintang $2\ \Omega$
- arus dan beza keupayaan yang merentasi perintang $4\ \Omega$ dan $12\ \Omega$

CUBA JAWAB



<http://bit.ly/2Pp451y>

Penyelesaian



Jumlah rintangan dalam litar selari,

$$\begin{aligned}\frac{1}{R_4} &= \frac{1}{R_2} + \frac{1}{R_3} \\ &= \frac{1}{4} + \frac{1}{12} \\ &= \frac{4}{12} \\ R_4 &= \frac{12}{4} \\ &= 3\ \Omega\end{aligned}$$

Maka, rintangan berkesan dalam litar lengkap,

$$\begin{aligned}R &= R_1 + R_4 \\ &= 2 + 3 \\ &= 5\ \Omega\end{aligned}$$

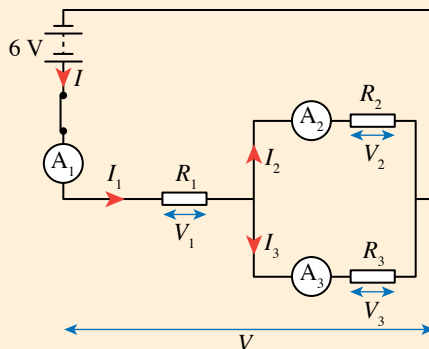
(b) Jumlah arus yang mengalir dalam litar,

$$\begin{aligned}I &= \frac{V}{R} \\ I &= \frac{6}{5} \\ &= 1.2\ \text{A}\end{aligned}$$

$$I_1 = I$$

Maka, beza keupayaan bagi $V_1 = I_1 R_1$

$$\begin{aligned}V_1 &= 1.2 (2) \\ &= 2.4\ \text{V}\end{aligned}$$



(c) Untuk perintang $4\ \Omega$ dan $12\ \Omega$:

Beza keupayaan, $V = V_1 + V_2$

$$V_2 = V - V_1$$

$$= 6 - 2.4$$

$$= 3.6\text{ V}$$

Oleh kerana R_2 selari dengan R_3 ,

Maka, $V_3 = V_2 = 3.6\text{ V}$

Jadi, arus yang mengalir melalui perintang $4\ \Omega$,

$$I_2 = \frac{V_2}{R_2}$$

$$= \frac{3.6}{4}$$

$$= 0.9\text{ A}$$

Manakala arus yang mengalir melalui perintang $12\ \Omega$,

$$I_3 = \frac{V_3}{R_3}$$

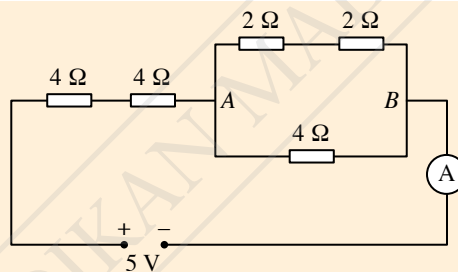
$$= \frac{3.6}{12}$$

$$= 0.3\text{ A}$$

Contoh 2

Rajah 3.14 menunjukkan litar kombinasi lima buah perintang yang disambungkan secara bersiri dan selari. Hitungkan:

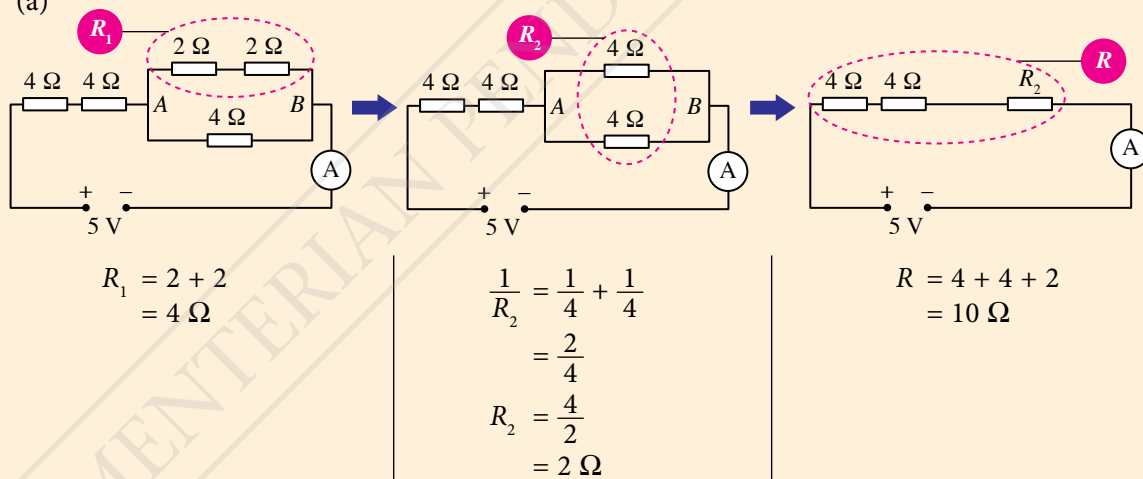
- rintangan berkesan, R
- arus yang mengalir melalui ammeter, I
- beza keupayaan merentasi titik A dan B, V_{AB}



Rajah 3.14

Penyelesaian

(a)



- (b) Beza keupayaan, $V = 5\text{ V}$
Rintangan berkesan, $R = 10\ \Omega$

$$\begin{aligned} \text{Arus, } I &= \frac{V}{R} \\ &= \frac{5}{10} \\ &= 0.5\text{ A} \end{aligned}$$

- (c) Rintangan, $R_2 = 2\ \Omega$

Arus, $I = 0.5\text{ A}$

$$\begin{aligned} \text{Beza keupayaan, } V_{AB} &= IR_2 \\ &= (0.5)(2) \\ &= 1.0\text{ V} \end{aligned}$$

Faktor-faktor yang Mempengaruhi Rintangan Dawai

Faktor-faktor yang mempengaruhi rintangan dawai ialah panjang dawai, l , luas keratan rentas dawai, A dan kerintangan dawai, ρ . Jalankan Eksperimen 3.2, 3.3 dan 3.4 untuk mengkaji hubungan antara faktor-faktor tersebut dengan rintangan dawai.

Eksperimen 3.2

Inferens: Rintangan suatu dawai bergantung pada panjang dawai

Hipotesis: Semakin panjang dawai, semakin besar rintangan dawai

Tujuan: Mengkaji hubungan antara panjang dawai dengan rintangan dawai

Pemboleh ubah:

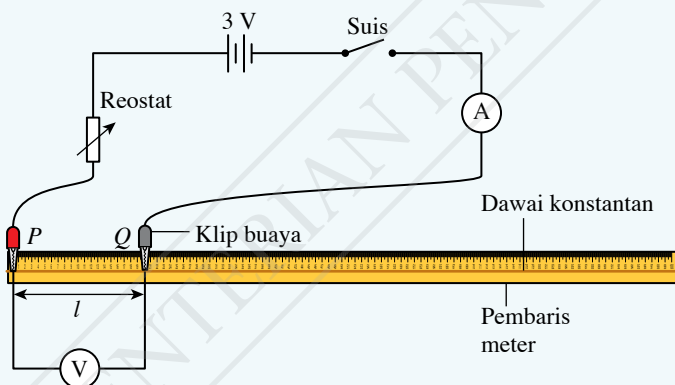
- (a) Dimanipulasikan: Panjang dawai, l
- (b) Bergerak balas: Rintangan, R
- (c) Dimalarkan: Diameter dawai, kerintangan dawai dan suhu dawai

Radas: Dua sel kering 1.5 V, pemegang sel, suis, dawai penyambung, ammeter, voltmeter, klip buaya, reostat dan pembaris meter

Bahan: Dawai konstantan s.w.g. 24 dengan panjang 110.0 cm

Prosedur:

1. Sediakan susunan radas seperti yang ditunjukkan dalam Rajah 3.15.



Rajah 3.15

Galeri MAKLUMAT

Kerintangan dawai bergantung pada bahan dawai.

Nota

Pastikan suhu dawai adalah tetap sepanjang eksperimen dijalankan kerana perubahan suhu akan mempengaruhi rintangan dawai.

2. Laraskan klip buaya P dan Q supaya panjang dawai, $l = 20.0$ cm.
3. Hidupkan suis dan laraskan reostat sehingga arus, I yang mengalir dalam litar ialah 0.5 A.
4. Rekodkan nilai beza keupayaan merentasi dawai dalam Jadual 3.6.
5. Ulangi langkah 2 hingga 4 bagi panjang dawai konstantan yang berbeza, $l = 40.0$ cm, 60.0 cm, 80.0 cm dan 100.0 cm.
6. Hitungkan rintangan, $R = \frac{V}{I}$.

Keputusan:**Jadual 3.6**

Panjang dawai, l / cm	Arus, I / A	Beza keupayaan, V / V	Rintangan, R / Ω
20.0			
40.0			
60.0			
80.0			
100.0			

Analisis data:

Plotkan graf rintangan, R melawan panjang dawai, l .

Kesimpulan:

Apakah kesimpulan yang dapat dibuat daripada eksperimen ini?

Sediakan laporan yang lengkap bagi eksperimen ini.

Perbincangan:

Nyatakan satu langkah berjaga-jaga yang perlu diambil untuk memastikan suhu dawai adalah tetap sepanjang eksperimen dijalankan.

**Eksperimen 3.3**

Inferens: Rintangan suatu dawai bergantung pada luas keratan rentas dawai

Hipotesis: Semakin besar luas keratan rentas dawai, semakin kecil rintangan dawai

Tujuan: Mengkaji hubungan antara luas keratan rentas dawai dengan rintangan dawai

Pemboleh ubah:

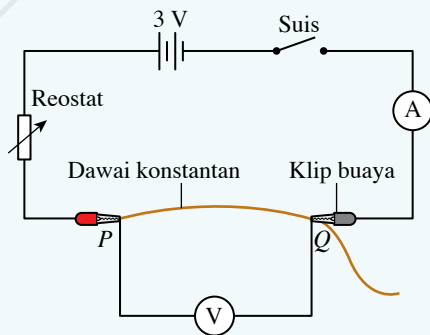
- (a) Dimanipulasikan: Luas keratan rentas dawai, A
- (b) Bergerak balas: Rintangan, R
- (c) Dimalarkan: Panjang dawai, kerintangan dawai dan suhu dawai

Radas: Dua sel kering 1.5 V, pemegang sel, suis, ammeter, voltmeter, dawai penyambung, klip buaya, reostat dan pembaris meter

Bahan: Dawai konstantan s.w.g. 22, s.w.g. 24, s.w.g. 26, s.w.g. 28 dan s.w.g. 30 dengan panjang 30.0 cm setiap satu

Prosedur:

1. Sediakan susunan radas seperti yang ditunjukkan dalam Rajah 3.16.

**Rajah 3.16****Nota**

Pastikan suhu dawai adalah tetap sepanjang eksperimen dijalankan kerana perubahan suhu akan mempengaruhi rintangan dawai.

- Sambungkan seutas dawai konstantan s.w.g. 22 dengan panjang 25 cm di antara P dengan Q .
- Hidupkan suis dan laraskan reostat sehingga arus, I yang mengalir dalam litar ialah 0.5 A.
- Rekodkan nilai beza keupayaan merentasi dawai.
- Ulangi langkah 2 hingga 4 menggunakan dawai konstantan s.w.g. 24, s.w.g. 26, s.w.g. 28 dan s.w.g. 30.
- Berdasarkan diameter yang diberi dalam Jadual 3.7, hitungkan luas keratan rentas dawai, $A = \pi j^2$ dan rintangan, $R = \frac{V}{I}$ untuk lima set data yang diperoleh (j = jejari dawai).
- Rekodkan semua nilai bagi luas keratan rentas, A , arus, I , beza keupayaan, V dan rintangan, R dalam Jadual 3.7.

Keputusan:

Jadual 3.7

s.w.g.	Diameter, d / mm	Luas keratan rentas, A / mm ²	Arus, I / A	Beza keupayaan, V / V	Rintangan, R / Ω
22	0.711				
24	0.559				
26	0.457				
28	0.376				
30	0.315				

Analisis data:

Plotkan graf rintangan, R melawan luas keratan rentas dawai, A .

Kesimpulan:

Apakah kesimpulan yang dapat dibuat daripada eksperimen ini?

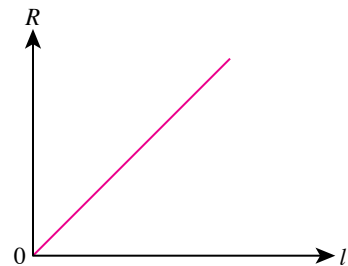
Sediakan laporan yang lengkap bagi eksperimen ini.

Perbincangan:

Nyatakan hubungan antara:

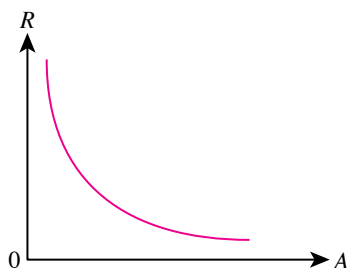
- luas keratan rentas dengan rintangan suatu dawai.
- nilai s.w.g. dengan rintangan suatu dawai.

Berdasarkan hasil keputusan Eksperimen 3.2, graf dalam Rajah 3.17 diperoleh. Graf R melawan l menunjukkan bahawa apabila panjang dawai bertambah, rintangan dawai juga bertambah dengan syarat suhu dawai adalah tetap. Hal ini menunjukkan rintangan berkadar terus dengan panjang dawai.

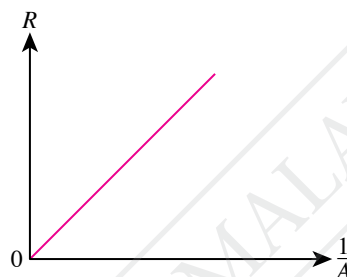


Rajah 3.17 Graf R melawan l

Berdasarkan hasil keputusan Eksperimen 3.3, graf dalam Rajah 3.18 diperoleh. Graf R melawan A menunjukkan rintangan dawai berkurang apabila luas keratan rentas dawai bertambah dengan syarat suhu dawai adalah tetap. Apabila diplotkan graf R melawan $\frac{1}{A}$, graf garis lurus melalui titik asalan diperoleh seperti yang ditunjukkan dalam Rajah 3.19. Hal ini menunjukkan rintangan berkadar terus dengan $\frac{1}{A}$.



Rajah 3.18 Graf R melawan A



Rajah 3.19 Graf R melawan, $\frac{1}{A}$

Kerintangan Dawai

- **Kerintangan dawai**, ρ ialah suatu ukuran bagi keupayaan konduktor untuk menentang pengaliran arus elektrik.
- Unit bagi kerintangan ialah ohm-meter ($\Omega \text{ m}$).
- Nilai kerintangan bergantung pada sifat semula jadi bahan dan suhu bahan tersebut.



Eksperimen 3.4

Inferens: Rintangan suatu dawai bergantung pada kerintangan dawai

Hipotesis: Semakin besar kerintangan dawai, semakin besar rintangan dawai

Tujuan: Mengkaji hubungan antara kerintangan dawai dengan rintangan dawai

Pemboleh ubah:

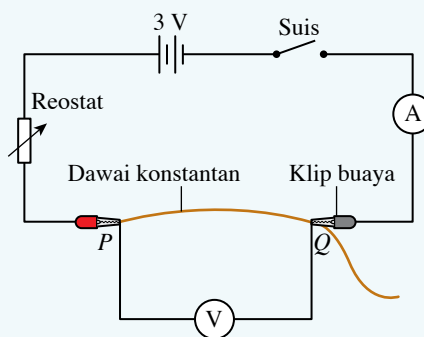
- Dimanipulasikan: Kerintangan dawai, ρ
- Bergerak balas: Rintangan, R
- Dimalarkan: Panjang dawai, diameter dawai dan suhu dawai

Radas: Dua sel kering 1.5 V, pemegang sel, suis, dawai penyambung, ammeter, voltmeter, klip buaya, reostat dan pembaris meter

Bahan: Dawai konstantan s.w.g. 24 dan dawai nikrom s.w.g. 24 dengan panjang 35.0 cm setiap satu

Prosedur:

1. Sediakan susunan radas seperti yang ditunjukkan dalam Rajah 3.20.
2. Laraskan panjang dawai konstantan di antara P dengan Q supaya panjang, $l = 30.0 \text{ cm}$.
3. Hidupkan suis dan laraskan reostat sehingga arus, I yang mengalir dalam litar ialah 0.5 A.
4. Rekodkan nilai beza keupayaan merentasi dawai, V .



Rajah 3.20

- Ulangi langkah 2 hingga 4 dengan dawai nikrom.
- Hitungkan rintangan, $R = \frac{V}{I}$ bagi setiap jenis dawai.
- Rekodkan semua nilai arus, I , beza keupayaan, V dan rintangan, R dalam Jadual 3.8.

Keputusan:

Jadual 3.8

Jenis dawai	Arus, I / A	Beza keupayaan, V / V	Rintangan, R / Ω
Konstantan			
Nikrom			



Pastikan suhu dawai adalah tetap sepanjang eksperimen dijalankan kerana perubahan suhu akan mempengaruhi rintangan dawai.

Kesimpulan:

Apakah kesimpulan yang dapat dibuat daripada eksperimen ini?

Sediakan laporan yang lengkap bagi eksperimen ini.

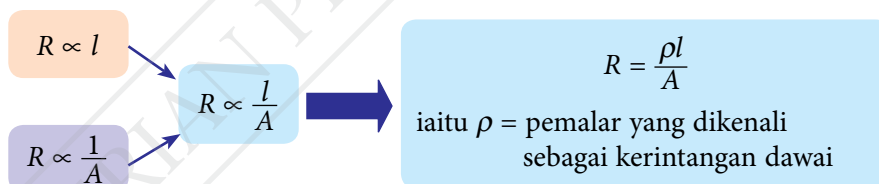
Perbincangan:

Diberi nilai kerintangan bagi beberapa jenis dawai dalam Jadual 3.9. Apakah yang anda boleh katakan tentang rintangan dawai kuprum berbanding dengan rintangan dawai konstantan dan nikrom? Jelaskan.

Jadual 3.9

Bahan	Kerintangan dawai, $\rho / \Omega \text{ m}$
Kuprum	1.68×10^{-8}
Konstantan	49×10^{-8}
Nikrom	100×10^{-8}

Berdasarkan hasil keputusan Eksperimen 3.2, 3.3 dan 3.4, faktor-faktor yang mempengaruhi rintangan dawai boleh dirumuskan seperti yang ditunjukkan dalam Rajah 3.21.



Rajah 3.21 Merumuskan rintangan dawai

Aplikasi Kerintangan Dawai dalam Kehidupan Harian

Bagaimanakah pengetahuan tentang kerintangan dawai boleh digunakan dalam kehidupan harian anda?



Aktiviti 3.3

KIAK

Tujuan: Mengkaji dan menghuraikan aplikasi kerintangan dawai dalam kehidupan harian

Arahan:

- Jalankan aktiviti ini secara berkumpulan.
- Dapatkan maklumat untuk mengkaji aplikasi kerintangan dawai tentang:
 - elemen pemanas
 - pendawaian elektrik di rumah (fius dan wayar penyambung)
- Sediakan laporan ringkas yang menghuraikan aplikasi kerintangan dawai.

Rajah 3.22 menerangkan tentang aplikasi kerintangan dawai dalam sebuah periuk nasi elektrik.



Rajah 3.22 Aplikasi kerintangan dawai dalam sebuah periuk nasi elektrik

Bahan konduktor yang berbeza mempunyai nilai kerintangan yang berbeza. Begitu juga dengan bahan bukan konduktor, semikonduktor dan superkonduktor yang mempunyai nilai kerintangan yang berbeza.



Aktiviti 3.4

KIAK / KMK

Tujuan: Mencari maklumat tentang nilai kerintangan bahan konduktor, bukan konduktor, semikonduktor dan superkonduktor

Arahan:

1. Jalankan aktiviti ini dalam bentuk *Think-Pair-Share*.
2. Dapatkan maklumat daripada sumber bacaan atau carian di laman sesawang tentang nilai kerintangan bahan konduktor, bukan konduktor, semikonduktor dan superkonduktor.
3. Bentangkan hasil dapatan anda.



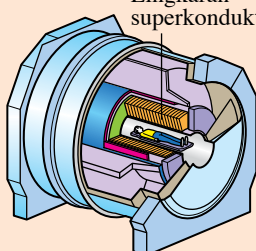
IMBAS SAYA

Nilai kerintangan
bagi contoh bahan

<http://bit.ly/2YSRUNB>

Jadual 3.10 menunjukkan perbandingan antara bahan bukan konduktor, semikonduktor, konduktor dan superkonduktor.

Jadual 3.10 Perbandingan antara bahan bukan konduktor, semikonduktor, konduktor dan superkonduktor

Bukan konduktor	Semikonduktor	Konduktor	Superkonduktor
Bahan yang tidak mengkonduksikan elektrik dan penebat yang baik.	Bahan yang mengkonduksikan elektrik lebih baik daripada penebat tetapi tidak sebaik konduktor.	Bahan yang dapat mengkonduksikan elektrik.	Bahan yang mengkonduksikan elektrik tanpa mengalami sebarang rintangan.
Mempunyai nilai kerintangan paling tinggi	Mempunyai nilai kerintangan antara bukan konduktor dengan konduktor	Mempunyai nilai kerintangan yang rendah	Mempunyai nilai kerintangan $0 \Omega \text{ m}$ pada suhu genting
Contoh: plastik dan kayu.	Contoh: silikon dan germanium.	Contoh: besi dan karbon.	Contoh: cesium apabila berada pada atau di bawah suhu 1.5 K.
 <i>Penutup plastik kotak fuis</i>	 <i>Cip silikon</i>	 <i>Lingkaran nikrom sebagai elemen pemanas</i>	 <i>Lingkaran superkonduktor dalam MRI</i>

Superkonduktor ialah bahan yang mengkonduksikan elektrik tanpa sebarang rintangan. Oleh itu, tiada sebarang tenaga hilang apabila arus mengalir melalui superkonduktor. **Suhu genting**, T_c ialah suhu apabila kerintangan suatu superkonduktor menjadi sifar.



Aktiviti 3.5

KIAK / KMK

Tujuan: Mencari maklumat tentang kajian superkonduktor

Arahan:

- Jalankan aktiviti ini secara berkumpulan.
- Layari laman sesawang atau imbas kod QR untuk mendapatkan maklumat tentang kajian superkonduktor.
- Kumpulkan maklumat tentang:
 - suhu genting, T_c
 - graf rintangan melawan suhu termodinamik bagi superkonduktor
 - penemuan dan kajian terkini tentang suhu genting, T_c
- Bentangkan hasil dapatan anda.



IMBAS SAYA
Superkonduktor

<http://bit.ly/2SqGe3v>

Menyelesaikan Masalah Melibatkan Rumus Rintangan Dawai

Contoh 1

Kerintangan dawai konstantan dengan panjang 50.0 cm dan diameter 0.6 mm ialah $49 \times 10^{-8} \Omega$ m. Hitungkan rintangan dawai konstantan tersebut.

CUBA JAWAB


<http://bit.ly/2EUneT3>

Penyelesaian

Langkah 1:

Mengenal pasti masalah

Langkah 2:

Mengenal pasti maklumat yang diberikan

Langkah 3:

Mengenal pasti rumus yang boleh digunakan

Langkah 4:

Menyelesaikan masalah secara numerikal

1 Rintangan dawai konstantan, R

2 Kerintangan dawai, $\rho = 49 \times 10^{-8} \Omega$ m
 Panjang dawai, $l = 50.0$ cm
 $= 0.5$ m
 Diameter dawai, $d = 0.6$ mm
 Jejari dawai, $j = \frac{0.6 \times 10^{-3} \text{ m}}{2}$
 $= 3 \times 10^{-4} \text{ m}$

3 Luas keratan rentas dawai, $A = \pi j^2$
 Rintangan, $R = \frac{\rho l}{A}$

4 $A = \pi(3 \times 10^{-4})^2 \text{ m}^2$
 $R = \frac{(49 \times 10^{-8})(0.5)}{\pi(3 \times 10^{-4})^2}$
 $= 0.867 \Omega$

Contoh 2

Azwan ialah seorang kontraktor di Taman Kota Puteri. Dia mendapati bahawa segulung wayar kuprum tulen dengan panjang 500 m dan jejari 0.5 mm mempunyai rintangan 10.8Ω . Berapakah nilai kerintangan wayar kuprum tersebut?

Penyelesaian

Rintangan wayar, $R = 10.8 \Omega$
 Panjang wayar, $l = 500$ m
 Jejari wayar, $j = 0.5$ mm
 $= 0.5 \times 10^{-3} \text{ m}$

Kerintangan wayar, $\rho = \frac{RA}{l}$
 $= \frac{R\pi j^2}{l}$
 $= \frac{(10.8)\pi(0.5 \times 10^{-3})^2}{500}$
 $= 1.696 \times 10^{-8} \Omega \text{ m}$

Praktis Formatif 3.2

1. Senaraikan faktor-faktor yang mempengaruhi rintangan suatu dawai.
2. Hitungkan jumlah rintangan bagi segulung wayar kuprum dengan panjang 50.0 m dan luas keratan rentas 2.5 mm^2 . Diberi nilai kerintangan kuprum pada suhu 20°C ialah $1.72 \times 10^{-8} \Omega \text{ m}$.

3.3

Daya Gerak Elektrik (d.g.e.) dan Rintangan Dalam

Daya Gerak Elektrik

Terdapat pelbagai sumber daya gerak elektrik, d.g.e. seperti penjana elektrik, dinamo, bateri dan akumulator. Gambar foto 3.3 menunjukkan sumber d.g.e.

Daya gerak elektrik (d.g.e.), $\mathcal{E}$ ialah tenaga yang dibekalkan atau kerja yang dilakukan oleh satu sumber elektrik untuk menggerakkan satu coulomb cas dalam satu litar lengkap.

$$\mathcal{E} = \frac{E}{Q}$$

iaitu $\mathcal{E}$ = daya gerak elektrik

E = tenaga yang dibekalkan / kerja yang dilakukan

Q = jumlah cas yang mengalir

Unit S.I. bagi d.g.e. ialah volt (V) atau J C^{-1} .



Akumulator asid plumbum



Sel kering
(Sel alkali)



Bateri ion litium

Gambar foto 3.3 Sumber d.g.e.

Gambar foto 3.4 menunjukkan sebuah sel kering yang dapat membekalkan 1.5 J tenaga elektrik bagi setiap satu coulomb cas yang mengalir dalam satu litar lengkap.



Nilai d.g.e. sel kering = 1.5 V
= 1.5 J C⁻¹



IMBAS SAYA

Video Daya Gerak Elektrik dan Rintangan Dalam

<http://bit.ly/2QiiAUc>

Gambar foto 3.4 Sel kering

Galeri MAKLUMAT



Sebuah voltmeter mempunyai rintangan yang tinggi. Oleh itu, arus dari sel kering yang melalui voltmeter boleh diabaikan. Bacaan voltmeter adalah nilai d.g.e. bagi sel kering.

Daya gerak elektrik dan beza keupayaan mempunyai unit S.I. yang sama. Namun, kedua-duanya merujuk kepada dua perkara yang berbeza.

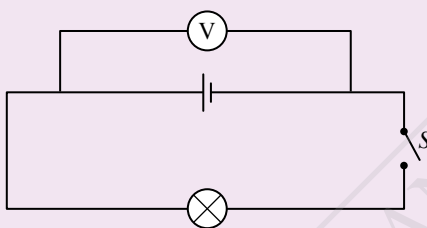
Aktiviti 3.6

Tujuan: Membandingkan d.g.e. dengan beza keupayaan

Radas: Sel kering 1.5 V, pemegang sel, suis, mentol, dawai penyambung dan voltmeter

Arahan:

1. Sediakan susunan radas seperti yang ditunjukkan dalam Rajah 3.23 dengan keadaan suis *S* terbuka (litar terbuka).



Rajah 3.23

2. Perhatikan apa yang berlaku kepada mentol dan rekodkan bacaan voltmeter dalam Jadual 3.11.
3. Tutup suis *S* (litar tertutup). Perhatikan apa yang berlaku kepada mentol dan rekodkan bacaan voltmeter.

Keputusan:

Jadual 3.11

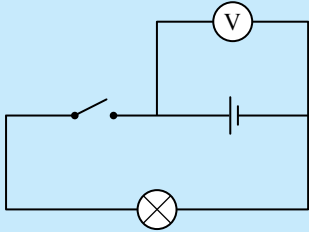
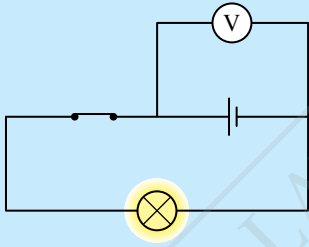
	Litar terbuka	Litar tertutup
Pemerhatian pada mentol		
Bacaan voltmeter / V		

Perbincangan:

1. Apakah perubahan tenaga yang berlaku apabila mentol menyala?
2. Berdasarkan keputusan aktiviti ini;
 - (a) litar yang manakah mengukur nilai beza keupayaan yang merentasi mentol, dan
 - (b) berapakah kuantiti tenaga elektrik yang dibebaskan oleh mentol bagi setiap satu coulomb cas yang mengalir melaluinya?
3. Berapakah nilai d.g.e. sel kering?
4. Berapakah kuantiti tenaga elektrik yang dibekalkan kepada setiap satu coulomb cas yang mengalir melalui sel kering?
5. Berapakah perbezaan bacaan voltmeter bagi litar terbuka dan litar tertutup? Bincangkan kewujudan perbezaan ini.

Berdasarkan Aktiviti 3.6, perbandingan antara daya gerak elektrik dengan beza keupayaan boleh ditunjukkan dalam Jadual 3.12.

Jadual 3.12 Perbandingan antara daya gerak elektrik dengan beza keupayaan

Daya gerak elektrik (d.g.e.), $\mathcal{E}$	Beza keupayaan, V
	
Tiada arus mengalir dalam litar	Ada arus mengalir dalam litar
Bacaan voltmeter dalam litar terbuka adalah sama dengan bacaan daya gerak elektrik, $\mathcal{E}$.	Bacaan voltmeter dalam litar tertutup adalah sama dengan bacaan beza keupayaan merentasi mentol, V .
Kerja yang dilakukan oleh suatu sumber elektrik untuk menggerakkan satu coulomb cas dalam satu litar lengkap.	Kerja yang dilakukan untuk menggerakkan satu coulomb cas di antara dua titik.

Rintangan Dalam

Berdasarkan Aktiviti 3.6, nilai beza keupayaan merentasi mentol, V adalah lebih kecil berbanding dengan d.g.e., $\mathcal{E}$ sel kering. Hal ini menunjukkan terdapat **susutan voltan**. Apakah yang menyebabkan susutan voltan dalam sel kering?



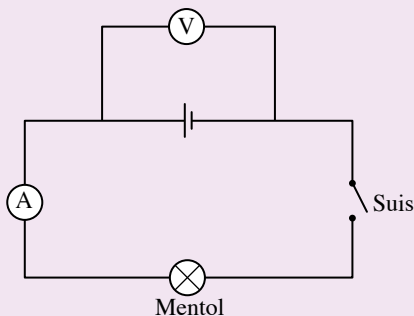
Aktiviti 3.7

Tujuan: Mengkaji kesan rintangan dalam terhadap susutan voltan

Radas: Dua sel kering 1.5 V daripada dua jenama (jenama A dan B), pemegang sel, suis, mentol dengan pemegang, dawai penyambung, ammeter dan voltmeter

Arahan:

1. Periksa sel kering yang anda gunakan. Pastikan kedua-dua sel kering itu baharu.
2. Sediakan susunan radas seperti yang ditunjukkan dalam Rajah 3.24 menggunakan sel kering jenama A.



Rajah 3.24

3. Catat bacaan voltmeter sebagai d.g.e., $\mathcal{E}$ dalam Jadual 3.13.
4. Hidupkan suis dan catat bacaan voltmeter sebagai beza keupayaan, V .
5. Hitungkan perbezaan bacaan voltmeter sebelum dan selepas suis dihidupkan untuk menentukan susutan voltan.
6. Ulangi langkah 2 hingga 5 menggunakan sel kering jenama B.

Keputusan:

Jadual 3.13

	Jenama A	Jenama B
Bacaan voltmeter sebelum suis ditutup, $\mathcal{E} / \text{V}$		
Bacaan voltmeter selepas suis ditutup, V / V		
Susutan voltan, $Ir = \mathcal{E} - V$		

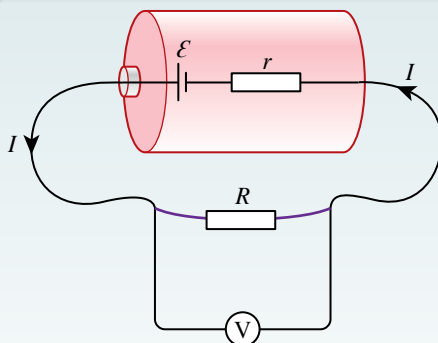
Perbincangan:

1. Mengapakah sel kering yang baharu perlu digunakan dalam aktiviti ini?
2. Jenama sel kering yang manakah mengalami susutan voltan yang lebih banyak?
3. Mengapakah terdapat nilai susutan voltan yang berbeza bagi kedua-dua sel kering? Jelaskan.

Rintangan dalam, r suatu sel kering didefinisikan sebagai **rintangan yang disebabkan oleh bahan elektrolit di dalam sel kering tersebut**. Unit S.I. bagi rintangan dalam, r ialah ohm (Ω).

Rintangan dalam menyebabkan:

- kehilangan tenaga (haba) dalam sel kering kerana kerja telah dilakukan untuk menggerakkan satu coulomb cas bagi menentang rintangan di dalam sel kering
- beza keupayaan merentasi terminal sel kering adalah kurang berbanding d.g.e., $\mathcal{E}$ apabila arus mengalir dalam litar lengkap



Susutan voltan, $Ir = \mathcal{E} - V$

Rajah 3.25 Rintangan dalam suatu sel kering

Menentukan d.g.e. dan Rintangan Dalam Sel Kering



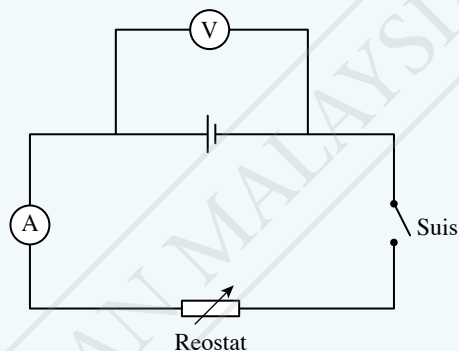
Eksperimen 3.5

Tujuan: Menentukan d.g.e. dan rintangan dalam sel kering

Radas: Sel kering 1.5 V, pemegang sel, suis, dawai penyambung, ammeter, voltmeter dan reostat

Prosedur:

1. Sediakan susunan radas seperti yang ditunjukkan dalam Rajah 3.26.
2. Rancangkan langkah-langkah untuk:
 - mendapatkan bacaan ammeter yang dikehendaki
 - mengelakkan ralat paralaks semasa mengambil bacaan ammeter dan voltmeter
 - mengurangkan kehilangan tenaga daripada sel kering
 - mengulangi eksperimen bagi memperoleh satu set data supaya graf beza keupayaan, V melawan arus, I dapat diplot
3. Jalankan eksperimen mengikut perancangan anda.
4. Rekodkan keputusan eksperimen dan plotkan graf beza keupayaan, V melawan arus, I .
5. Berdasarkan graf yang anda plot, lakukan analisis data seperti yang berikut:
 - (a) hitungkan kecerunan graf
 - (b) tuliskan persamaan linear graf dan kaitkan persamaan linear tersebut dengan susutan voltan, $Ir = \mathcal{E} - V$
 - (c) hitungkan rintangan dalam, r
 - (d) tentukan d.g.e., $\mathcal{E}$



Rajah 3.26

Kesimpulan:

Apakah kesimpulan yang dapat dibuat daripada eksperimen ini?

Sediakan laporan yang lengkap bagi eksperimen ini.

Perbincangan:

Berdasarkan graf daripada hasil eksperimen ini, nyatakan hubungan antara V dengan I . Jelaskan jawapan anda.

$$\text{Susutan voltan, } Ir = \mathcal{E} - V$$

$$\text{Maka, } V = -Ir + \mathcal{E}$$

iaitu $\mathcal{E}$ = daya gerak elektrik (d.g.e.)

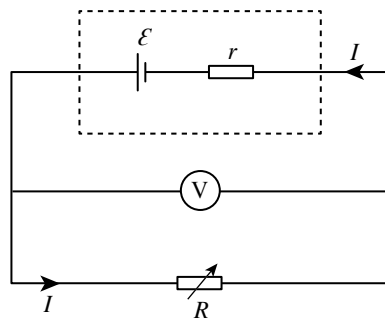
V = beza keupayaan merentasi perintang boleh ubah (reostat)

I = arus yang mengalir

r = rintangan dalam sel kering

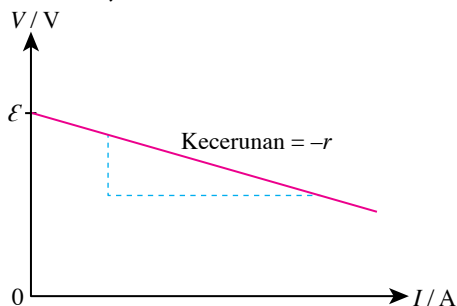
R = rintangan luar

$$\begin{aligned}\mathcal{E} &= V + Ir \\ &= IR + Ir \\ &= I(R + r)\end{aligned}$$



Rajah 3.27

Apabila graf V melawan I diplotkan, satu graf garis lurus dengan kecerunan negatif diperoleh seperti yang ditunjukkan dalam Rajah 3.28.



Rajah 3.28 Graf V melawan I

Persamaan bagi graf linear ialah:

$$y = mx + c$$

$$V = -rI + \varepsilon$$

Pintasan paksi menegak, $c = \varepsilon$
Kecerunan, $m = -r$



IMBAS SAYA

Perbandingan bentuk graf V melawan I bagi eksperimen menentukan d.g.e sel dengan eksperimen menentusahkan hukum Ohm

<http://bit.ly/35WTNeV>

Aktiviti 3.8

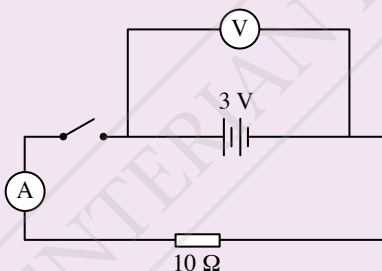
Tujuan: Mengkaji kesan sambungan sel kering secara bersiri dan selari terhadap:

- d.g.e., ε
- beza keupayaan, V
- rintangan dalam, r
- arus yang mengalir dalam litar

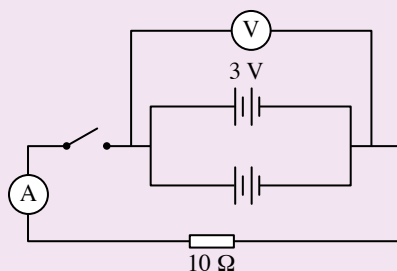
Radas: Enam sel kering 1.5 V, pemegang sel, suis, dawai penyambung, ammeter, voltmeter dan perintang $10\ \Omega$

Arahan:

1. Sediakan susunan radas seperti yang ditunjukkan dalam Rajah 3.29 untuk sambungan sel kering secara bersiri dan Rajah 3.30 untuk sambungan sel kering secara selari.



Rajah 3.29



Rajah 3.30

2. Catatkan bacaan voltmeter (jumlah d.g.e. sel kering), ε dalam Jadual 3.14.
3. Hidupkan suis. Catatkan bacaan ammeter dan voltmeter (nilai beza keupayaan merentasi perintang $10\ \Omega$).
4. Dengan menggunakan rumus susutan voltan, $Ir = \varepsilon - V$, hitungkan rintangan dalam berkesan, r_j bagi sambungan sel kering secara bersiri dan selari. Lengkapkan jadual.

Keputusan:

Jadual 3.14

	Sel kering secara bersiri	Sel kering secara selari
d.g.e., $\mathcal{E} / \text{V}$		
Beza keupayaan, V / V		
Arus, I / A		
Rintangan dalam berkesan, r_j / Ω		

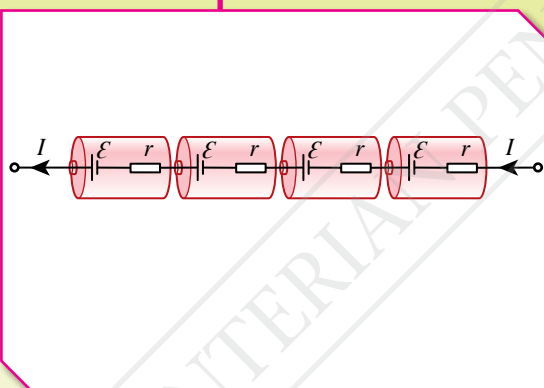
Perbincangan:

Sambungan sel kering yang manakah menghasilkan rintangan dalam berkesan yang lebih kecil? Jelaskan jawapan anda.

Bateri alkali yang menggunakan kalium hidroksida sebagai elektrolit adalah dua kali lebih tahan lama berbanding bateri zink-karbon yang menggunakan ammonia klorida. Elektrolit yang berbeza menyebabkan rintangan dalam bagi kedua-dua bateri berbeza. Selain bahan itu, sambungan sel kering turut mempengaruhi rintangan dalam berkesan.

Kesan Sambungan Sel Kering secara Bersiri dan Selari

Sel Kering secara Bersiri



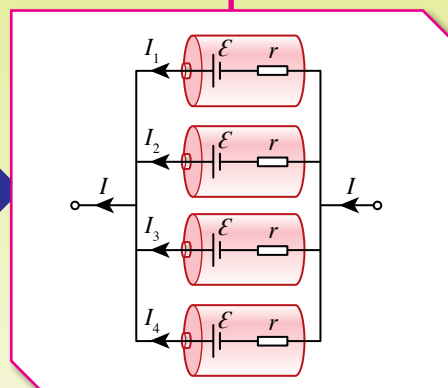
$$r_j = r + r + r + r \\ = 4r$$

$$4\mathcal{E}$$

Rintangan dalam berkesan

Jumlah d.g.e.

Sel Kering secara Selari



$$\frac{1}{r_j} = \frac{1}{r} + \frac{1}{r} + \frac{1}{r} + \frac{1}{r} \\ = \frac{4}{r} \\ r_j = \frac{r}{4}$$

$$\mathcal{E}$$

Rajah 3.31 Kesan sambungan sel kering secara bersiri dan selari

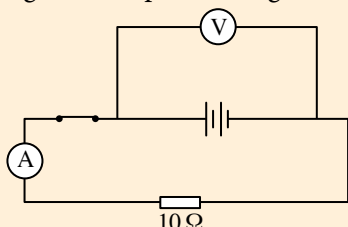
Sambungan sel kering secara bersiri dapat meningkatkan d.g.e berkesan. Sambungan sel kering secara selari pula dapat mengurangkan rintangan dalam berkesan.

Menyelesaikan Masalah Melibatkan d.g.e. dan Rintangan Dalam Sel Kering

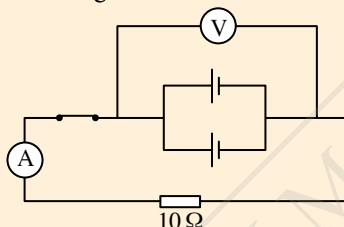
Terdapat banyak alat elektrik yang menggunakan sel kering seperti radio, lampu suluh dan alat mainan kanak-kanak. Jika suatu alat elektrik menggunakan lebih daripada satu sel kering, bagaimanakah sel kering perlu disusun supaya alat tersebut dapat berfungsi dengan kecekapan yang maksimum?

Contoh 1

Rajah 3.32 menunjukkan dua buah litar dengan susunan sel kering secara bersiri dan selari. Diberi d.g.e, $\mathcal{E}$ setiap sel kering ialah 1.5 V dan rintangan dalam, r ialah 0.5 Ω .



(a) Susunan dua sel kering secara bersiri



(b) Susunan dua sel kering secara selari

Rajah 3.32

- Bandingkan arus yang mengalir bagi kedua-dua susunan litar di atas.
 - Sambungan sel kering yang manakah memberikan nilai arus yang lebih besar? Jelaskan jawapan anda.
- Jika litar dalam Rajah 3.32(b) disusun dengan tiga sel kering secara selari;
 - hitungkan arus yang mengalir,
 - bandingkan arus yang mengalir dalam susunan dua sel kering secara selari dan tiga sel kering secara selari, dan
 - nyatakan hubungan antara bilangan sel kering yang disusun secara selari dengan arus yang mengalir dalam litar dan jelaskan jawapan anda.

Penyelesaian

- (a) (i) Susunan dua sel kering secara bersiri:

$$\begin{aligned}
 r_j &= 0.5 + 0.5 \\
 &= 1.0 \, \Omega \\
 \mathcal{E} &= I(R + r) \\
 \text{Arus, } I &= \frac{\mathcal{E}}{R + r_j} \\
 &= \frac{3}{10 + 1.0} \\
 &= 0.27 \, \text{A}
 \end{aligned}$$

- (ii) Sambungan sel kering secara bersiri memberikan arus yang lebih besar kerana d.g.e. berkesan lebih besar.

- (b) (i) Susunan tiga sel kering secara selari:

$$\begin{aligned}
 \frac{1}{r_j} &= \frac{1}{0.5} + \frac{1}{0.5} + \frac{1}{0.5} \\
 r_j &= 0.167 \, \Omega \\
 \text{Arus, } I &= \frac{\mathcal{E}}{R + r_j} \\
 &= \frac{1.5}{10 + 0.167} \\
 &= 0.1475 \, \text{A}
 \end{aligned}$$

- Susunan dua sel kering secara selari:

$$\begin{aligned}
 \frac{1}{r_j} &= \frac{1}{0.5} + \frac{1}{0.5} \\
 r_j &= 0.25 \, \Omega \\
 \text{Arus, } I &= \frac{\mathcal{E}}{R + r_j} \\
 &= \frac{1.5}{10 + 0.25} \\
 &= 0.1463 \, \text{A}
 \end{aligned}$$

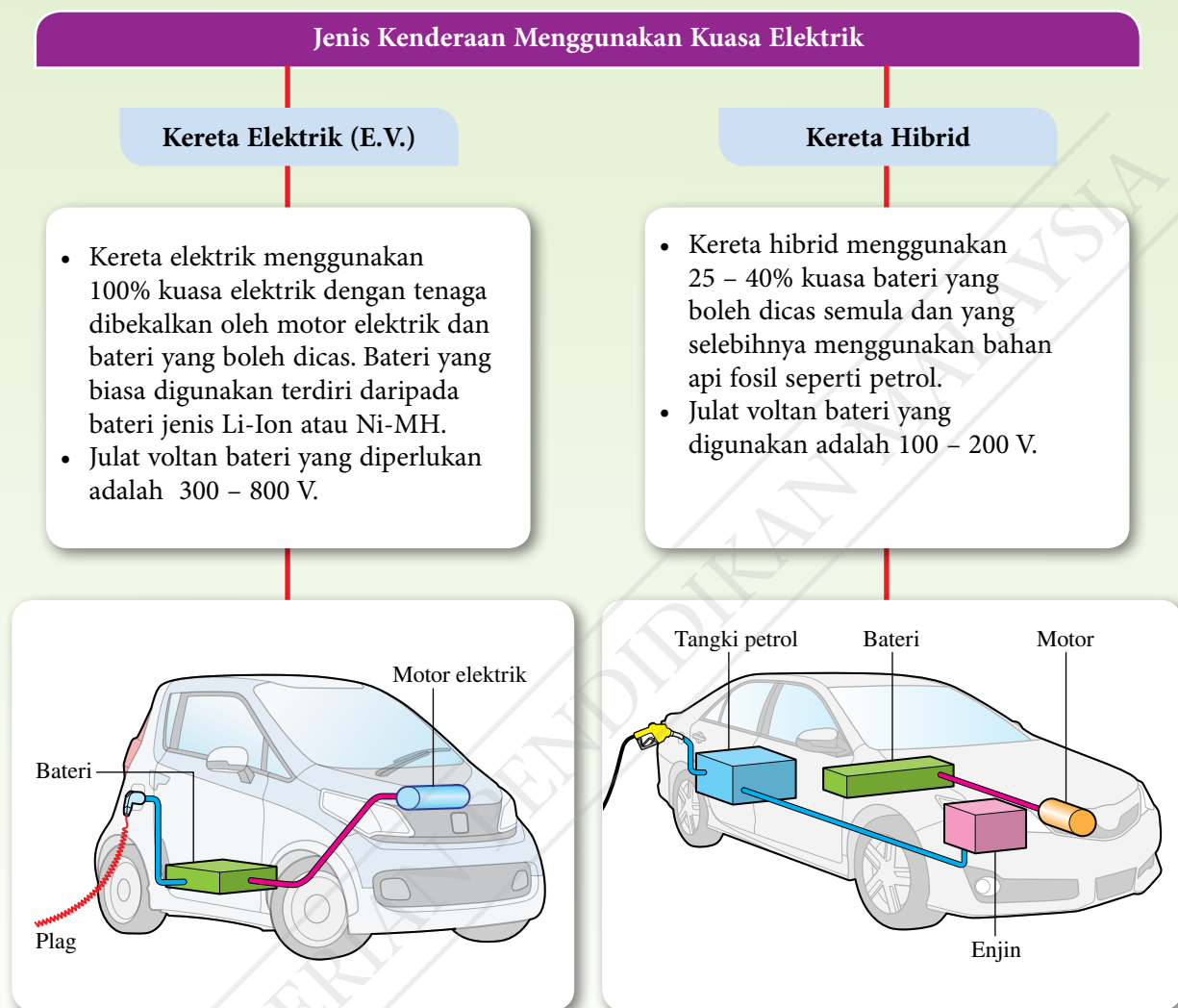
- (ii) Nilai arus yang mengalir dalam litar susunan tiga sel kering secara selari adalah lebih besar.
- (iii) Semakin bertambah bilangan sel kering yang disusun secara selari, semakin bertambah nilai arus yang mengalir dalam litar kerana rintangan dalam berkesan semakin berkurang.

CUBA JAWAB



<http://bit.ly/2tNKb85>

Rajah 3.33 menerangkan tentang dua jenis kenderaan yang digerakkan menggunakan sumber elektrik yang berbeza.



Rajah 3.33 Jenis kenderaan menggunakan kuasa elektrik

Bateri kereta E.V. dan kereta hibrid boleh dicas menggunakan bekalan elektrik domestik dan di stesen pengecasan elektrik biasa atau di stesen pengecasan sel suria. Sel suria ialah komponen yang dapat menukarkan cahaya matahari kepada tenaga elektrik. Sel-sel suria disusun secara bersiri bagi membentuk sebuah panel suria. Susunan sambungan panel suria di stesen pengecasan sel suria memainkan peranan untuk mendapatkan voltan dan arus yang sesuai. Penggunaan kereta E.V. merupakan satu kaedah alternatif dalam menjaga kelestarian alam sekitar.

Gerbang SAINS, TEKNOLOGI dan MASYARAKAT

Penggunaan kereta elektrik dan kereta hibrid dapat mengurangkan penggunaan sumber bahan api fosil, meningkatkan kecekapan penggunaan tenaga serta mengurangkan pencemaran udara.



Aktiviti 3.9

Tujuan: Membincangkan sambungan sel suria dan bateri dalam kenderaan elektrik untuk menggerakkan enjin yang memerlukan arus yang tinggi

Arahan:

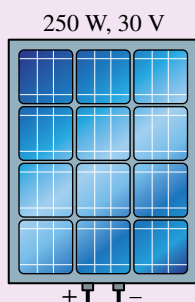
1. Jalankan aktiviti ini secara berkumpulan.
2. Imbas kod QR yang diberikan atau layari laman sesawang untuk mendapatkan maklumat tentang cara sambungan sel suria dan bateri dalam kenderaan elektrik yang dapat menghasilkan arus yang tinggi.



IMBAS SAYA

Video sambungan sel suria dan bateri

<http://bit.ly/2MwoIqK>



Rajah 3.34 Sel suria



Gambar foto 3.5 Pek bateri dalam kenderaan elektrik

3. Bincangkan sambungan sel suria dan bateri dalam kereta elektrik yang memerlukan arus yang tinggi untuk menggerakkan enjin.
4. Bentangkan hasil perbincangan kumpulan anda.

Praktis Formatif 3.3

1. Apakah yang dimaksudkan dengan daya gerak elektrik, d.g.e.?
2. Nyatakan perbezaan antara d.g.e. dengan beza keupayaan.
3. Apakah kesan rintangan dalam terhadap arus yang mengalir dalam satu litar lengkap?
4. Jika anda dibekalkan dengan dua buah sel kering, apakah jenis susunan sel kering yang boleh mengurangkan jumlah rintangan dalam berkesan sel kering tersebut?

3.4 Tenaga dan Kuasa Elektrik



Gambar foto 3.6 Pelbagai peralatan elektrik di rumah

Gambar foto 3.6 menunjukkan pelbagai peralatan elektrik yang digunakan di rumah. Peralatan elektrik menukarkan tenaga elektrik kepada bentuk tenaga yang lain. Contohnya, lampu menghasilkan tenaga cahaya dan haba apabila dibekalkan tenaga elektrik. Bolehkah anda nyatakan bentuk tenaga yang terhasil bagi peralatan elektrik dalam Gambar foto 3.6?

Hubungan antara Tenaga Elektrik (E), Voltan (V), Arus (I) dengan Masa (t)

Berdasarkan rumus beza keupayaan, $V = \frac{E}{Q}$

iaitu V = beza keupayaan

E = tenaga elektrik

Q = cas yang mengalir

Tenaga elektrik, $E = VQ$ dan $Q = It$

Oleh itu, hubungan antara E , V , I dengan t boleh dirumuskan sebagai:

$$E = VIt$$

Unit S.I. bagi tenaga elektrik, E ialah joule (J).

Galeri MAKLUMAT

1 J ialah tenaga elektrik yang digunakan apabila arus 1 A mengalir melalui suatu alat elektrik dengan beza keupayaan 1 V merentasinya selama 1 s.

Hubungan antara Kuasa (P), Voltan (V) dengan Arus (I)

Pernahkah anda melihat label seperti yang ditunjukkan dalam Gambar foto 3.7? Label ini memaparkan voltan dan kuasa elektrik yang diperlukan untuk beroperasi bagi suatu peralatan elektrik.

Berdasarkan label yang terdapat pada Gambar foto 3.7, periuk nasi elektrik ini akan menggunakan 700 J tenaga elektrik dalam masa satu saat apabila dibekalkan voltan sebanyak 240 V. Maklumat ini boleh digunakan untuk menghitung jumlah tenaga elektrik yang digunakan dalam suatu tempoh masa.



Gambar foto 3.7 Label kadar kuasa pada periuk nasi elektrik

Kuasa elektrik = $\frac{\text{Tenaga elektrik yang digunakan}}{\text{Masa yang diambil}}$

$$P = \frac{E}{t}$$

dan tenaga elektrik, $E = VIt$

Oleh itu, hubungan antara P , V dengan I boleh diterbitkan sebagai:

$$P = \frac{VIt}{t}$$

$$P = VI$$

Daripada Hukum Ohm $V = IR$, maka dua persamaan lain untuk kuasa elektrik, P boleh diperoleh seperti yang berikut:

① $P = V \left(\frac{V}{R}\right)$, maka $P = \frac{V^2}{R}$

② $P = (IR)I$, maka $P = I^2R$

Unit S.I. bagi kuasa elektrik, P ialah watt (W) atau J s^{-1} .

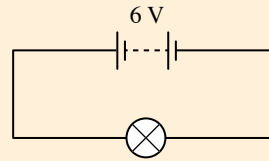
Galeri MAKLUMAT

Voltan yang dilabel pada peralatan elektrik merupakan voltan kerja. Voltan kerja ialah beza keupayaan yang diperlukan untuk suatu alat elektrik beroperasi dalam keadaan normal. Apabila alat elektrik beroperasi pada voltan kerja, kuasa elektrik yang digunakan adalah seperti dalam label.

Menyelesaikan Masalah dalam Kehidupan Harian yang Melibatkan Tenaga dan Kuasa Elektrik

Contoh 1

Rajah 3.35 menunjukkan suatu litar yang dibekalkan dengan bateri sebanyak 6 V untuk menyalakan sebuah lampu. Sekiranya arus 0.7 A mengalir selama satu minit, berapakah jumlah tenaga elektrik yang digunakan untuk menyalakan lampu itu?



Rajah 3.35

CUBA JAWAB



<http://bit.ly/34ZqCqg>

Penyelesaian

Langkah 1:

Mengenal pasti masalah

Langkah 2:

Mengenal pasti maklumat yang diberikan

Langkah 3:

Mengenal pasti rumus yang boleh digunakan

Langkah 4:

Menyelesaikan masalah secara numerikal

1 Jumlah tenaga elektrik, E

2 Beza keupayaan, $V = 6 \text{ V}$
Arus, $I = 0.7 \text{ A}$
Masa, $t = 1 \times 60 \text{ s}$
 $= 60 \text{ s}$

3 $E = VQ$
 $Q = It$
Oleh itu, $E = VIt$

4 $E = 6 \times 0.7 \times 60$
 $= 252 \text{ J}$

Contoh 2

Sebatang lampu pendarfluor dilabelkan dengan 240 V, 32 W. Hitungkan:

- rintangan lampu
- arus yang mengalir melalui lampu dalam keadaan normal
- tenaga elektrik yang dibekalkan dalam masa tiga jam dalam kJ

Penyelesaian

(a) Kuasa elektrik yang diperlukan, $P = 32 \text{ W}$
Beza keupayaan merentasi lampu, $V = 240 \text{ V}$
Rintangan, $R = \frac{V^2}{P}$
 $= \frac{240^2}{32}$
 $= 1\,800 \, \Omega$

(b) Kuasa elektrik yang diperlukan, $P = 32 \text{ W}$
Beza keupayaan merentasi lampu, $V = 240 \text{ V}$
Arus, $I = \frac{P}{V}$
 $= \frac{32}{240}$
 $= 0.13 \text{ A}$

(c) Kuasa elektrik yang diperlukan, $P = 32 \text{ W}$
Masa, $t = 3 \times 60 \times 60$
 $= 10\,800 \text{ s}$
Tenaga elektrik,
 $E = Pt$
 $= 32 \times 10\,800$
 $= 345\,600 \text{ J}$
 $= 345.6 \text{ kJ}$

INFO Celik

Imbas kod QR untuk tip penggunaan rumus bagi menyelesaikan masalah yang melibatkan tenaga dan kuasa elektrik.



<http://bit.ly/2PVXz2A>

Kuasa dan Kadar Penggunaan Tenaga Pelbagai Alatan Elektrik

Kini, pelbagai peralatan elektrik boleh didapati di pasaran. Pengguna perlu bijak memilih peralatan elektrik yang memberikan penjimatan tenaga maksimum.

Sebagai contoh, lampu *Compact Fluorescent Lamp* (CFL) berkuasa 40 W dan *Light Emitting Diode* (LED) berkuasa 12 W menghasilkan kecerahan yang sama. Jika masa penggunaan kedua-dua lampu itu ialah 12 jam dalam sehari, bandingkan kos penggunaan tenaga bagi kedua-dua lampu itu untuk 30 hari?

Galeri MAKLUMAT

Kos penggunaan tenaga elektrik bergantung pada jumlah tenaga elektrik yang digunakan dalam satu tempoh tertentu (biasanya 30 hari). Jumlah tenaga elektrik yang digunakan disukat dalam kWj.

1 kWj = 1 unit elektrik

Jadual 3.15 Perbandingan kos penggunaan tenaga antara CFL dengan LED

CFL	LED
Tenaga yang digunakan, $E = Pt$ $= 0.04 \text{ kW} \times 12 \text{ j}$ $= 0.48 \text{ unit}$ Diberi kos penggunaan tenaga ialah RM0.218 seunit. Kos penggunaan tenaga $= 30 \text{ hari} \times 0.48 \text{ unit} \times \text{RM0.218}$ $= \text{RM3.139}$ 	Tenaga yang digunakan, $E = Pt$ $= 0.012 \text{ kW} \times 12 \text{ j}$ $= 0.144 \text{ unit}$ Diberi kos penggunaan tenaga ialah RM0.218 seunit. Kos penggunaan tenaga $= 30 \text{ hari} \times 0.144 \text{ unit} \times \text{RM0.218}$ $= \text{RM0.942}$ 

Penggunaan tenaga bagi LED adalah lebih rendah daripada CFL. Hal ini menunjukkan bahawa LED mempunyai kecekapan yang lebih tinggi dan lebih jimat tenaga berbanding dengan CFL.



Aktiviti 3.10

KIAK

Tujuan: Mengira penggunaan tenaga elektrik di rumah

Arahan:

1. Lakukan aktiviti ini secara individu.
2. Imbas kod QR dan cetak Jadual 3.16.
3. Senaraikan semua peralatan elektrik yang terdapat di dalam rumah anda seperti periuk nasi elektrik, televisyen, lampu, ketuhar elektrik, kipas, alat penyaman udara dan sebagainya dalam jadual.
4. Kumpulkan maklumat tentang penggunaan tenaga elektrik berdasarkan kuasa bagi peralatan elektrik tersebut. Bagi setiap peralatan elektrik:
 - (a) tentukan kuantiti, kuasa dan jam penggunaan dalam sehari
 - (b) anggarkan kos penggunaan tenaga elektrik di rumah anda untuk sebulan



IMBAS SAYA

Lembaran kerja
(Jadual 3.16)

<http://bit.ly/2EXOY9e>

Jadual 3.16

Bil.	Peralatan elektrik	Kuantiti (A)	Kuasa / kW (B)	Jam penggunaan (dalam sehari) / j (C)	Jumlah penggunaan tenaga / kWj (A × B × C)
1	Periuk nasi elektrik				
2	Televisyen				
3	Lampu				

5. Bentangkan hasil dapatan anda.

Perbincangan:

1. Kenal pasti peralatan elektrik di rumah anda yang menggunakan tenaga elektrik yang paling tinggi.
2. Cadangkan langkah-langkah untuk mengurangkan kos penggunaan elektrik di rumah anda.

Langkah Penjimatan Penggunaan Tenaga Elektrik di Rumah

Penggunaan tenaga elektrik secara berhemah dapat membantu menjimatkan dan mengurangkan kos penggunaan elektrik di rumah. Bolehkah anda cadangkan beberapa langkah penjimatan penggunaan tenaga elektrik yang anda boleh lakukan di rumah?

Langkah-langkah Penjimatan Penggunaan Tenaga Elektrik di Rumah

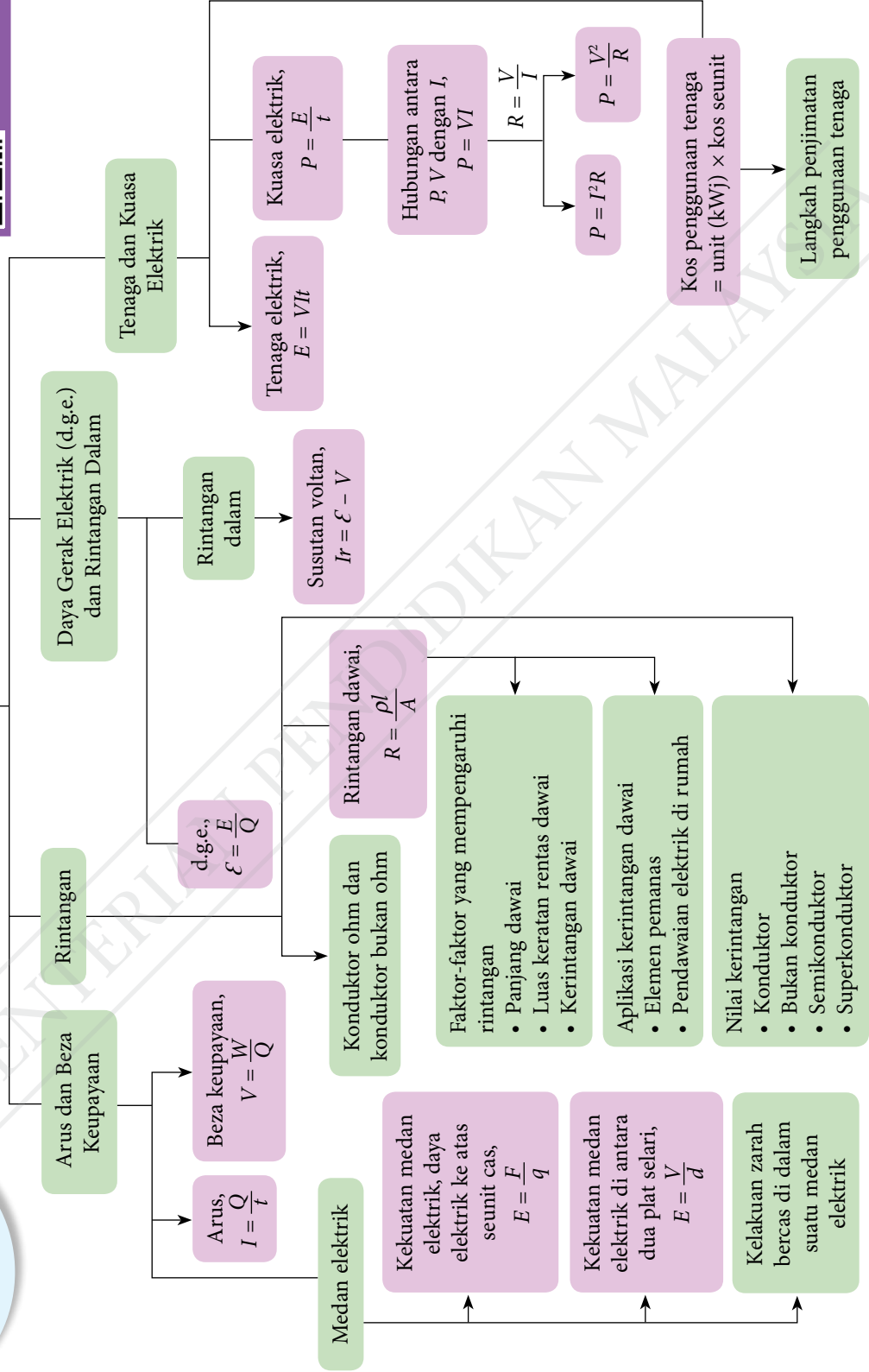
Tutup tingkap dan pintu apabila menggunakan penyaman udara serta pastikan penapis penyaman udara kekal bersih untuk menyejukkan bilik dengan lebih cepat dan cekap.	Matikan suis peralatan elektrik jika tidak digunakan untuk menjimatkan tenaga.	Gunakan mesin basuh dengan muatan penuh sahaja.	Gunakan lampu jimat tenaga untuk mengurangkan penggunaan tenaga.
---	--	---	--

Rajah 3.36 Langkah-langkah penjimatan penggunaan tenaga elektrik di rumah

Praktis Formatif 3.4

1. Kuasa output bagi suatu bateri ialah 80 W. Tentukan tenaga elektrik yang dibekalkan oleh bateri dalam masa:
 - (a) 10 saat
 - (b) 2 jam
2. Jika kos tenaga elektrik ialah 30 sen seunit, hitungkan kos untuk;
 - (a) televisyen LED 600 W selama 8 jam, dan
 - (b) pembersih vakum 1 kW selama setengah jam.

Elektrik



1. Perkara baharu yang saya pelajari dalam bab Elektrik ialah _____.

2. Perkara paling menarik yang saya pelajari dalam bab ini ialah _____.

3. Perkara yang saya masih kurang fahami ialah _____.

4. Prestasi saya dalam bab ini.

Kurang baik 🙄

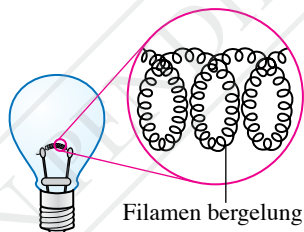
1	2	3	4	5
---	---	---	---	---

 😊 Sangat baik

5. Saya perlu _____ untuk meningkatkan prestasi saya dalam bab ini.

Praktis Sumatif

1. Rajah 1 menunjukkan sebuah lampu filamen. Mengapakah filamen dalam bentuk yang bergelung menghasilkan cahaya yang lebih terang?



Filamen bergelung

Rajah 1

2. Rajah 2 menunjukkan litar dengan tiga mentol, iaitu X, Y dan Z yang mempunyai rintangan $3\ \Omega$ masing-masing.

(a) Jika suis S_1 , S_2 dan S_3 ditutup, hitungkan: 🧠

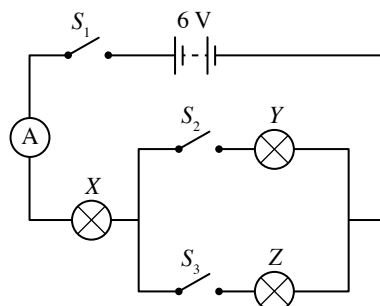
- (i) rintangan berkesan dalam litar,
- (ii) arus yang ditunjukkan oleh ammeter, dan
- (iii) beza keupayaan merentasi mentol X.

(b) Bandingkan kecerahan nyalaan mentol X, Y dan Z apabila suis S_1 , S_2 dan S_3 ditutup. 🧠

(c) Jika suis S_1 dan S_2 sahaja ditutup, hitungkan: 🧠

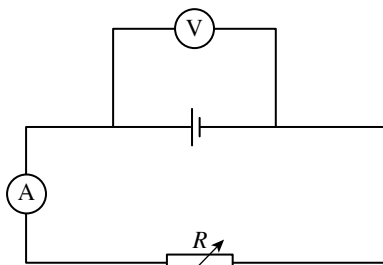
- (i) rintangan berkesan dalam litar,
- (ii) arus yang ditunjukkan oleh ammeter, dan
- (iii) beza keupayaan merentasi mentol X.

(d) Bandingkan kecerahan mentol X, Y dan Z apabila suis S_1 dan S_2 sahaja ditutup.



Rajah 2

3. Satu eksperimen telah dijalankan untuk mengkaji hubungan antara daya gerak elektrik, $\mathcal{E}$ dengan rintangan dalam, r sebuah sel kering. Sambungan litar elektrik eksperimen tersebut adalah seperti yang ditunjukkan dalam Rajah 3. Bacaan voltmeter, V dan bacaan ammeter, I yang sepadan adalah seperti yang ditunjukkan dalam Jadual 1.

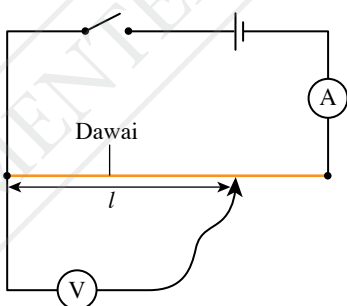


Rajah 3

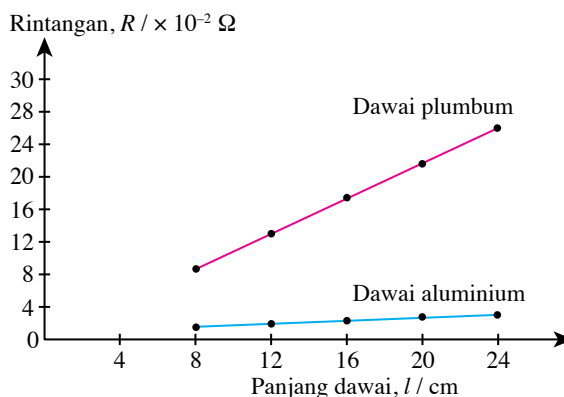
Jadual 1

V / V	I / A
1.40	0.2
1.35	0.4
1.25	0.6
1.15	0.8
1.10	1.0

- Apakah yang dimaksudkan dengan daya gerak elektrik?
 - Berdasarkan data dalam Jadual 1, plotkan graf V melawan I .
 - Berdasarkan graf diplot, jawab soalan-soalan yang berikut.
 - Apakah yang berlaku kepada V apabila I meningkat?
 - Tentukan nilai beza keupayaan, V apabila arus, $I = 0.0 \text{ A}$. Tunjukkan pada graf tersebut cara anda menentukan nilai V .
 - Namakan kuantiti fizik yang mewakili nilai di 3(c)(ii).
 - Rintangan dalam, r bagi sel kering diberi oleh $r = -m$, iaitu m ialah kecerunan graf. Hitungkan r .
 - Nyatakan dua langkah berjaga-jaga yang mesti diambil semasa eksperimen ini dijalankan.
4. Rajah 4 menunjukkan suatu litar yang digunakan untuk menyiasat hubungan antara rintangan, R dengan panjang dawai, l bagi dua jenis dawai yang berbeza tetapi mempunyai diameter yang sama, iaitu 0.508 mm . Rajah 5 pula menunjukkan graf rintangan melawan panjang dawai.



Rajah 4



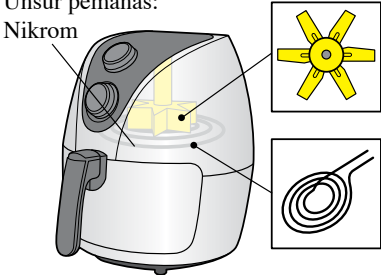
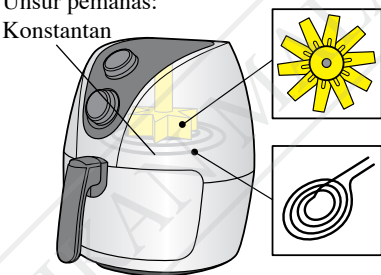
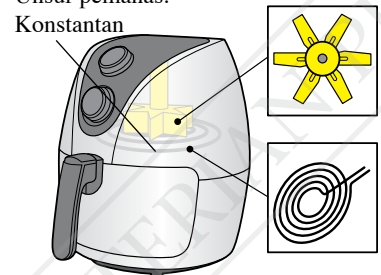
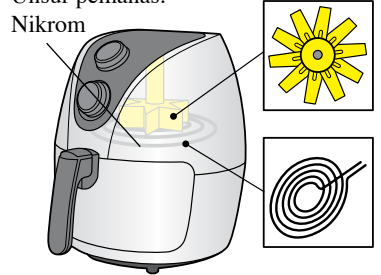
Rajah 5

- Apakah yang dimaksudkan dengan kerintangan dawai?
- Berdasarkan graf dalam Rajah 5, bandingkan;
 - kecerunan graf, dan
 - kerintangan dawai.

(c) Berdasarkan jawapan anda di 4(b), nyatakan hubungan antara kecerunan graf dengan kerintangan dawai. 🧠

5. Rajah 6 menunjukkan empat jenis penggoreng elektrik A, B, C dan D dengan spesifikasi yang berbeza. Kaji spesifikasi keempat-empat penggoreng elektrik itu dari aspek yang berikut:

- unsur pemanas
- lilitan dawai unsur pemanas
- bilangan bilah kipas
- fuis yang sesuai

Penggoreng elektrik A Unsur pemanas: Nikrom  Fius: 10 A Kadar kuasa: 240 V, 1500 W	Penggoreng elektrik B Unsur pemanas: Konstantan  Fius: 10 A Kadar kuasa: 240 V, 1500 W
Penggoreng elektrik C Unsur pemanas: Konstantan  Fius: 8 A Kadar kuasa: 240 V, 1500 W	Penggoreng elektrik D Unsur pemanas: Nikrom  Fius: 8 A Kadar kuasa: 240 V, 1500 W

Rajah 6

- Apakah fungsi fuis dalam alat penggoreng elektrik?
- Apakah maksud 240 V, 1500 W yang dilabelkan pada setiap penggoreng elektrik?
- Bincangkan spesifikasi antara empat jenis penggoreng elektrik untuk memasak makanan dengan cepat dan selamat. 🧠
- Tentukan jenis penggoreng elektrik yang paling sesuai. Berikan sebab bagi pilihan anda. 🧠

6. Ibu anda baru sahaja mengubahsuai dapur rumahnya dengan konsep dapur moden. Bagi melengkapkan dapurnya, dia meminta anda membeli dapur elektrik yang membolehkan makanan dipanaskan dengan cepat dan dapat menjimatkan tenaga elektrik. Jadual 2 menunjukkan beberapa pilihan dapur elektrik dengan ciri-ciri alat pemanasnya.

Jadual 2

Jenis dapur elektrik	Kerintangan logam pada suhu 20°C, $\rho / 10^{-6} \Omega \text{ cm}$	Kadar konduksi haba	Takat lebur / °C	Kadar pengoksidaan
P	1.7	Rendah	1 084	Tinggi
Q	2.7	Tinggi	660	Rendah
R	6.9	Tinggi	1 452	Rendah
S	20.6	Rendah	327	Tinggi

- (a) Bincangkan kesesuaian antara empat jenis dapur elektrik berdasarkan ciri-ciri yang diberikan. 🌸
- (b) Tentukan jenis dapur elektrik yang paling sesuai. Berikan sebab bagi pilihan anda. 🌸

Cabaran Abad ke-21

7. Rajah 7 menunjukkan satu unsur pemanas di dalam sebuah cerek elektrik. Anda dikehendaki untuk mengubah suai unsur pemanas itu supaya senang dibawa dan dapat mendidihkan air dengan lebih cepat serta lebih selamat.

Terangkan pengubahsuaian berdasarkan aspek yang berikut: 🌸

- bilangan lilitan pada gegelung unsur pemanas tersebut
- ketumpatan bagi unsur pemanas tersebut
- diameter wayar bagi gegelung
- jenis bahan yang digunakan sebagai unsur pemanas tersebut



Rajah 7

BAB

4

Keelektromagnetan

Bagaimanakah daya magnet digunakan untuk menghasilkan putaran pada motor?

Apakah motor tanpa berus?

Bagaimanakah konsep aruhan elektromagnet diaplikasikan untuk membawa manfaat kepada manusia?

Mengapakah transformer digunakan dalam penghantaran dan pengagihan elektrik?

Anda akan mempelajari:

4.1 Daya ke atas Konduktor Pembawa Arus dalam suatu Medan Magnet

4.2 Aruhan Elektromagnet

4.3 Transformer





Portal Informasi

Menara jatuh (*drop tower*) merupakan sejenis mainan berteknologi tinggi berasaskan konsep aruhan elektromagnet. Penumpang yang menaiki menara jatuh akan dilepaskan dari aras yang tinggi dan mengalami jatuh bebas dengan halaju yang tinggi. Gerakan penumpang kemudian diperlahankan oleh suatu susunan magnet kekal yang dipasang di bawah tempat duduk dan jalur-jalur kuprum pada bahagian bawah menara jatuh. Pergerakan magnet kekal yang melintasi jalur kuprum akan mengaktifkan daya pembrekan elektromagnet dengan mengaplikasikan konsep aruhan elektromagnet.



<http://bit.ly/35IoyN7>

Kepentingan Bab Ini

Pengetahuan mengenai keelektromagnetan adalah penting kerana daya magnet, aruhan elektromagnet dan transformer mempunyai aplikasi yang begitu meluas dan mempengaruhi pelbagai aspek dalam kehidupan harian kita. Daya magnet digunakan dalam pelbagai jenis motor seperti motor elektrik yang kecil yang terdapat dalam kipas angin dan motor elektrik moden dalam kenderaan elektrik moden. Prinsip aruhan elektromagnet pula diaplikasikan dalam penjana elektrik dan transformer untuk tujuan penjanaan dan penghantaran kuasa elektrik dari stesen kuasa kepada pengguna. Pelbagai inovasi baharu yang menggunakan konsep keelektromagnetan sedang diusahakan oleh saintis dan jurutera.

Lensa Futuristik

Konsep elektromagnet bukan sahaja digunakan untuk memperlambatkan gerakan tetapi juga diaplikasikan dalam memecutkan gerakan objek sehingga mencapai halaju yang tinggi. Contohnya, pengangkutan *hyperloop* menggunakan motor elektrik linear (tanpa putaran) untuk memecutkan kenderaan yang bergerak di dalam tiub yang bertekanan rendah. Pengangkutan darat dengan kelajuan yang setanding dengan kelajuan pesawat udara akan menjadi realiti dalam masa yang terdekat.



<http://bit.ly/2NdUKZ2>

4.1

Daya ke Atas Konduktor Pembawa Arus dalam Suatu Medan Magnet

Tahukah anda bahawa kereta api elektrik seperti dalam Gambar foto 4.1 menggunakan motor elektrik yang besar sedangkan telefon pintar menggunakan motor yang kecil? Kebanyakan motor elektrik berfungsi berasaskan kesan konduktor pembawa arus dalam suatu medan magnet.



Gambar foto 4.1 Kereta api elektrik



IMBAS SAYA

EduwebTV: Daya ke atas konduktor pembawa arus

<http://bit.ly/3576HXI>



Aktiviti

4.1

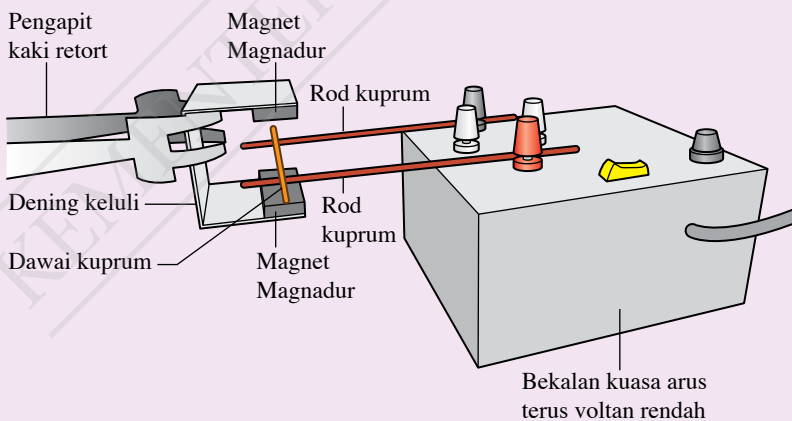
Tujuan: Mengkaji kesan konduktor pembawa arus dalam medan magnet

Radas: Bekalan kuasa arus terus voltan rendah, dening keluli berbentuk U, sepasang magnet Magnadur dan kaki retort

Bahan: Dua batang rod kuprum tanpa penebat dan dawai kuprum (s.w.g. 20 atau yang lebih tebal) tanpa penebat

Arahan:

1. Sediakan susunan radas seperti yang ditunjukkan dalam Rajah 4.1.



Rajah 4.1



IMBAS SAYA

Video daya

<http://bit.ly/2ulEK0D>

2. Hidupkan bekalan kuasa supaya arus mengalir melalui dawai kuprum. Perhatikan pergerakan dawai kuprum.
3. Matikan bekalan kuasa. Songsangkan sambungan bekalan kuasa supaya arus dalam dawai kuprum disongsangkan.
4. Hidupkan semula bekalan kuasa. Perhatikan pergerakan dawai kuprum.
5. Matikan bekalan kuasa. Keluarkan dening keluli, songsangkan kutub-kutub magnet Magnadur dan letakkan semula dening keluli.
6. Hidupkan bekalan kuasa dan perhatikan pergerakan dawai kuprum.

Perbincangan:

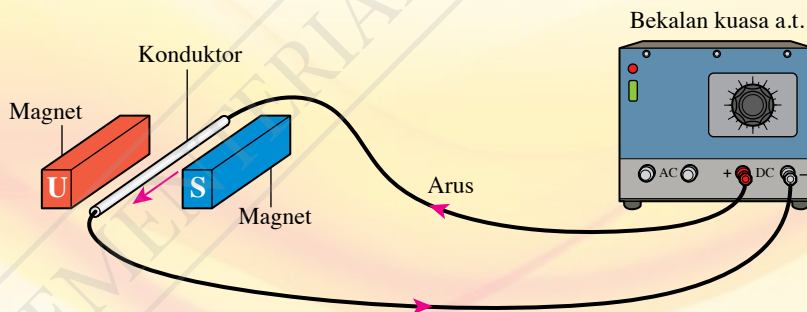
1. Huraikan pergerakan dawai kuprum apabila bekalan kuasa dihidupkan.
2. Apakah kesan ke atas dawai kuprum apabila:
 - (a) arah arus disongsangkan?
 - (b) kutub magnet disongsangkan?
3. Nyatakan dua faktor yang mempengaruhi arah daya yang bertindak ke atas konduktor pembawa arus.

Apabila konduktor pembawa arus diletakkan dalam suatu medan magnet, konduktor tersebut akan mengalami daya. Arah daya bergantung pada arah arus dalam konduktor dan arah medan magnet.



Corak Medan Magnet Paduan

Rajah 4.2 menunjukkan sebatang konduktor pembawa arus yang terletak dalam medan magnet yang dihasilkan oleh sepasang magnet Magnadur. Apakah arah daya yang bertindak pada konduktor itu?



Rajah 4.2 Konduktor pembawa arus yang diletakkan di antara dua magnet



Daya pada konduktor pembawa arus dalam medan magnet dihasilkan oleh interaksi di antara dua medan magnet, iaitu medan magnet daripada arus elektrik dalam konduktor dan medan magnet daripada magnet kekal. Dua medan magnet ini bergabung untuk menghasilkan satu medan magnet paduan yang dikenali sebagai medan lastik. Corak medan lastik akan menunjukkan arah tindakan daya pada konduktor itu.



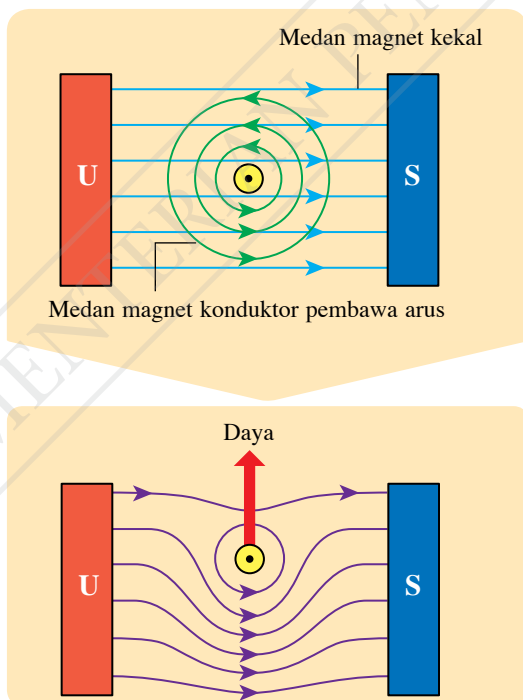
Tujuan: Memerhati corak medan magnet melalui simulasi komputer

Arahan:

1. Jalankan aktiviti ini dalam bentuk *Think-Pair-Share*.
2. Imbas kod QR untuk memerhati simulasi komputer yang menunjukkan kaedah melukis corak magnet paduan.
3. Imbas kod QR dan cetak lembaran kerja.
4. Berdasarkan simulasi komputer yang telah anda tonton, lengkapkan lembaran kerja untuk menunjukkan pembentukan medan lastik.
5. Labelkan arah daya yang bertindak pada konduktor pembawa arus itu.



Rajah 4.3 menunjukkan medan lastik yang terbentuk apabila suatu konduktor pembawa arus berada dalam suatu medan magnet. **Medan lastik** ialah medan magnet paduan yang dihasilkan oleh interaksi antara medan magnet daripada konduktor pembawa arus dengan medan magnet daripada magnet kekal. Medan lastik mengenakan satu daya paduan ke atas konduktor itu.

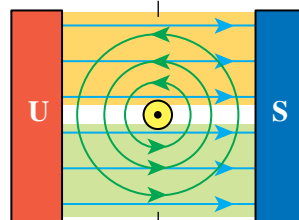


Rajah 4.3 Pembentukan medan lastik

INFO Celik

- Bagi konduktor lurus, arah medan magnet ditentukan dengan petua genggaman tangan kanan.
- Bagi magnet kekal arah medan magnet sentiasa dari utara ke selatan.
- Kawasan medan magnet yang lemah dan kawasan medan magnet yang kuat dapat ditentukan seperti yang berikut:

Garis-garis medan magnet bertentangan, medan magnet lemah



Garis-garis medan magnet sama arah, medan magnet kuat

- Arah arus keluar daripada satah kertas
- Arah arus ke dalam satah kertas

Arah daya pada konduktor pembawa arus boleh ditentukan dengan menggunakan petua tangan kiri Fleming seperti yang ditunjukkan dalam Rajah 4.4.

Petua tangan kiri Fleming

Langkah 1

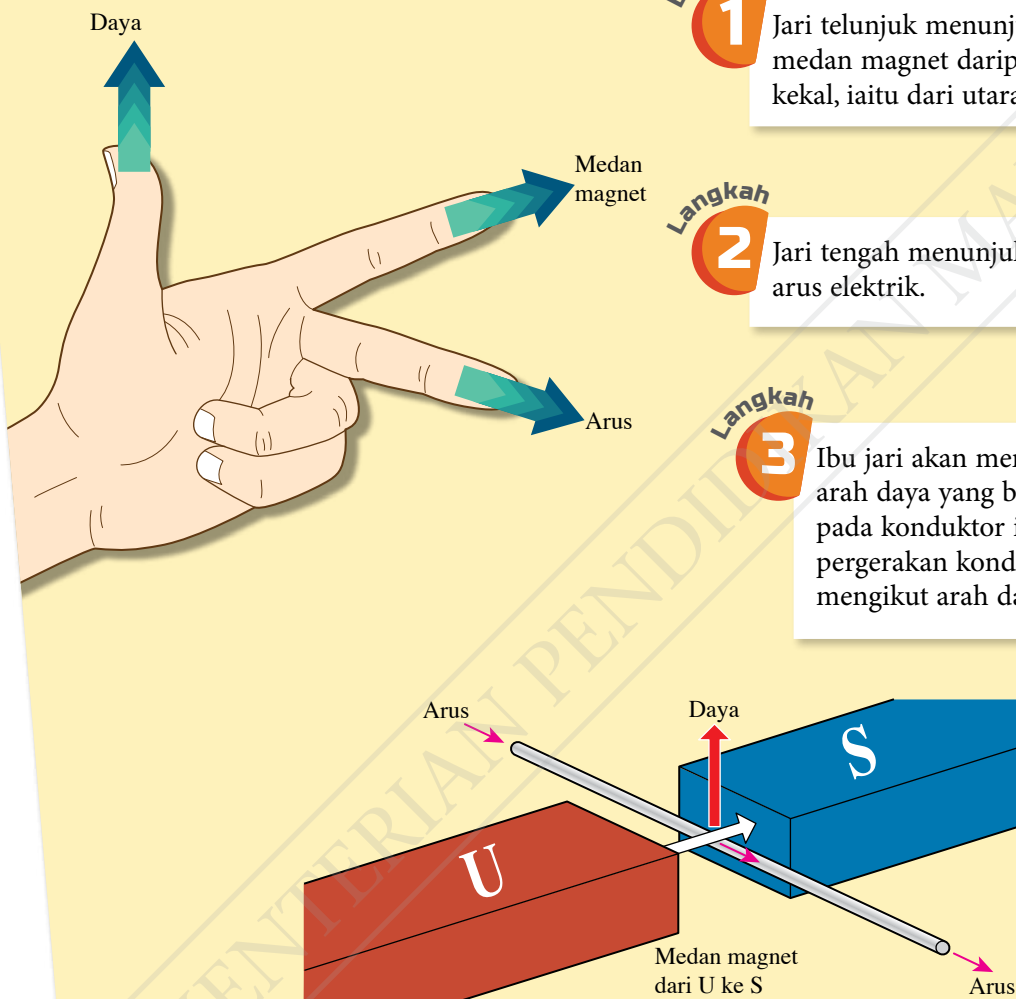
Jari telunjuk menunjukkan arah medan magnet daripada magnet kekal, iaitu dari utara ke selatan.

Langkah 2

Jari tengah menunjuk ke arah arus elektrik.

Langkah 3

Ibu jari akan menunjukkan arah daya yang bertindak pada konduktor itu. Arah pergerakan konduktor mengikut arah daya tersebut.



Rajah 4.4 Petua tangan kiri Fleming untuk menentukan arah daya

Faktor-faktor yang Mempengaruhi Magnitud Daya yang Bertindak ke Atas Konduktor Pembawa Arus dalam Suatu Medan Magnet

Daya yang kuat diperlukan untuk menggerakkan motor di dalam mesin basuh berbanding kipas penyejuk di dalam komputer riba yang memerlukan daya yang kecil sahaja. Apakah faktor-faktor yang mempengaruhi magnitud daya yang bertindak ke atas konduktor pembawa arus dalam suatu medan magnet?



Aktiviti 4.3

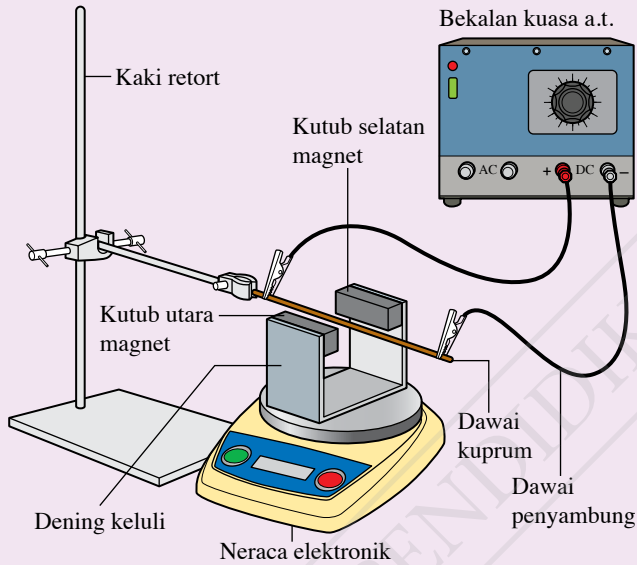
Tujuan: Mengkaji faktor-faktor yang mempengaruhi magnitud daya yang bertindak ke atas konduktor pembawa arus dalam suatu medan magnet

Radas: Bekalan kuasa arus terus, dening keluli berbentuk U, dua pasang magnet Magnadur, neraca elektronik dan kaki retort

Bahan: Dawai kuprum (s.w.g. 20), klip buaya dan dawai penyambung

Arahan:

1. Sediakan susunan radas seperti yang ditunjukkan dalam Rajah 4.5.



Rajah 4.5

2. Laraskan voltan output sebagai 1 V pada bekalan kuasa a.t. Set semula bacaan neraca elektronik kepada sifar.
3. Hidupkan bekalan kuasa dan rekodkan bacaan neraca elektronik. Kemudian, matikan bekalan kuasa.
4. Ulangi langkah 2 dan 3 dengan voltan output 2 V. Rekodkan keputusan anda dalam Jadual 4.1.
5. Tambahkan sepasang lagi magnet Magnadur pada dening keluli dan ulangi langkah 2 dan 3. Rekodkan keputusan anda dalam Jadual 4.1.

Keputusan:

Jadual 4.1

Voltan / V	Bilangan magnet	Bacaan neraca elektronik / g
1	Satu pasang	
2	Satu pasang	
1	Dua pasang	

Nota

Interaksi antara medan magnet bagi dawai kuprum berarus dan medan magnet daripada magnet Magnadur akan menghasilkan suatu medan lastik. Medan lastik ini mengenakan suatu daya pada dawai kuprum itu dalam arah menegak ke atas. Pada masa yang sama, magnet Magnadur mengalami satu daya tindak balas dengan magnitud yang sama tetapi dalam arah yang bertentangan. Daya ini bertindak pada piring neraca elektronik untuk menghasilkan suatu bacaan yang mewakili magnitud daya tersebut. Maka, daya yang besar akan menghasilkan bacaan yang besar pada neraca elektronik.



IMBAS SAYA

Video mengukur daya

<http://bit.ly/2tDBAFd>

Nota

Kutub utara dan kutub selatan magnet Magnadur boleh ditentukan dengan membawa kutub utara sebatang magnet bar berhampiran dengan magnet Magnadur itu. Ingat, kutub-kutub yang sama menolak manakala kutub-kutub yang bertentangan menarik.

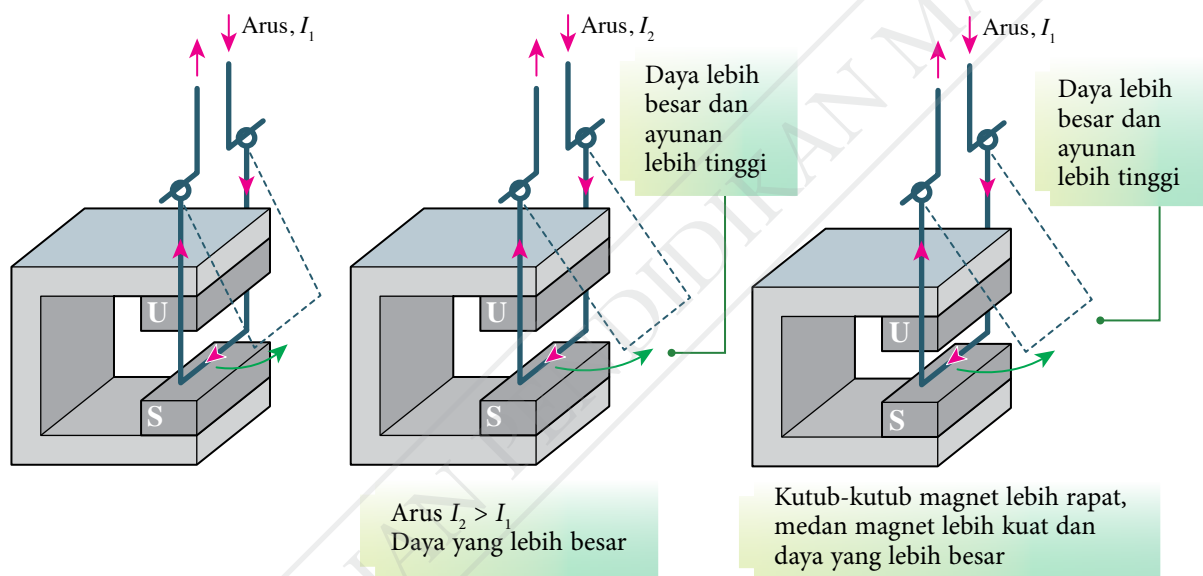
Perbincangan:

1. Apakah hubungan antara voltan yang dikenakan merentasi dawai kuprum dengan arus dalam dawai tersebut?
2. Bagaimanakah magnitud arus mempengaruhi magnitud daya pada konduktor pembawa arus?
3. Apakah kesan kekuatan medan magnet terhadap magnitud daya pada konduktor pembawa arus?

Berdasarkan Aktiviti 4.3, didapati bahawa magnitud daya pada konduktor pembawa arus dalam medan magnet bertambah apabila magnitud arus dan kekuatan medan magnet bertambah. Kesan peningkatan arus dan kekuatan medan magnet pada daya boleh diperhatikan daripada ketinggian ayunan suatu bingkai kuprum seperti yang ditunjukkan dalam Rajah 4.6.

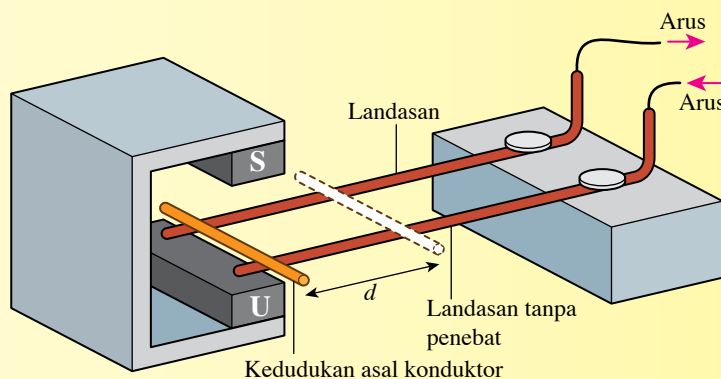


Bagaimanakah kekuatan medan magnet dan arus dapat ditingkatkan?



Rajah 4.6 Kesan arus dan medan magnet pada daya

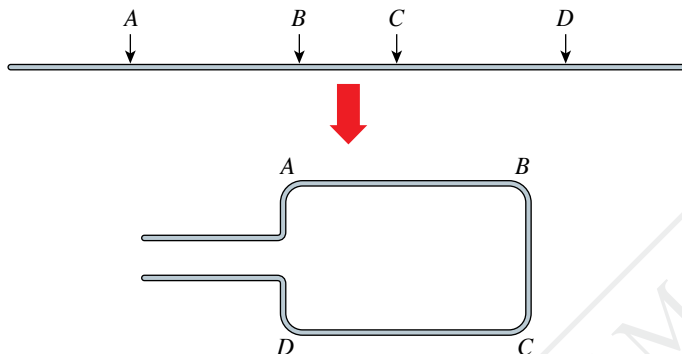
Rajah 4.7 menunjukkan satu cara lain untuk mengkaji faktor-faktor yang mempengaruhi magnitud daya yang bertindak ke atas konduktor pembawa arus dalam suatu medan magnet. Jarak yang dilalui, d oleh konduktor mewakili magnitud daya itu. Semakin besar daya, semakin jauh jarak gerakan konduktor.



Rajah 4.7 Jarak yang dilalui, d oleh konduktor apabila arus elektrik dialirkan melaluinya

Kesan Gelung Pembawa Arus dalam Medan Magnet

Rajah 4.8 menunjukkan gelung segi empat tepat yang dibentuk menggunakan sebatang dawai kuprum. Apabila gelung disambung kepada satu bekalan kuasa, arus boleh dialirkan melalui gelung itu dalam arah $A \rightarrow B \rightarrow C \rightarrow D$ atau $D \rightarrow C \rightarrow B \rightarrow A$. Apakah kesan terhadap gelung itu jika gelung tersebut membawa arus dalam suatu medan magnet?



Rajah 4.8 Gelung segi empat tepat yang dibentuk menggunakan dawai kuprum



Aktiviti 4.4

KIAK / KMK

Tujuan: Memerhatikan kesan putaran suatu gelung pembawa arus dalam medan magnet

Arahan:

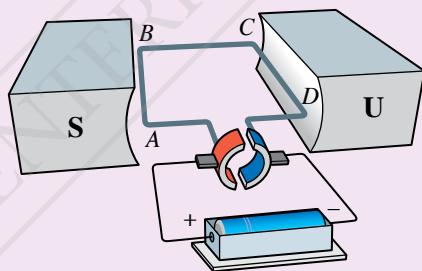
1. Jalankan aktiviti ini secara berpasangan.
2. Imbas kod QR untuk menonton video tentang kesan putaran suatu gelung pembawa arus dalam medan magnet.
3. Imbas kod QR dan cetak Rajah 4.9. Lengkapkan rajah tersebut dengan:
 - (a) melabelkan arah arus pada bahagian gelung AB , BC dan CD
 - (b) melabelkan arah daya pada gelung di bahagian AB dan CD
 - (c) menandakan arah putaran gelung



IMBAS SAYA

Video kesan putaran suatu gelung pembawa arus

<http://bit.ly/2PPmfEf>



Rajah 4.9



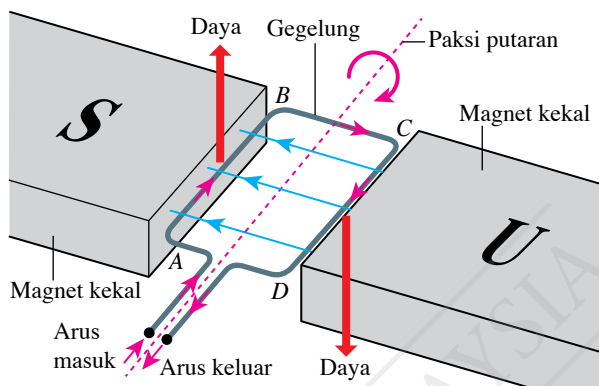
IMBAS SAYA

Lembaran kerja (Rajah 4.9)

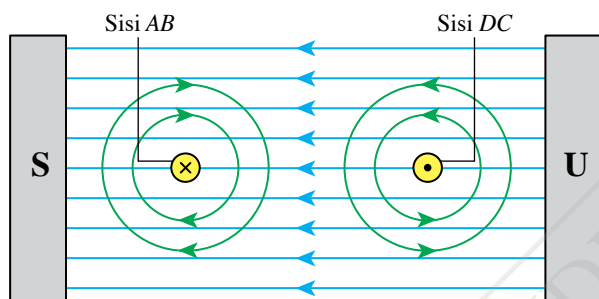
<http://bit.ly/36ydN7P>

Gelung yang membawa arus dalam medan magnet akan berputar pada suatu paksi putaran. Putaran ini berlaku kerana terdapat sepasang daya yang sama magnitud tetapi bertentangan arah bertindak pada sisi gelung itu. Pasangan daya ini ialah hasil daripada interaksi antara medan magnet daripada gelung pembawa arus dengan medan magnet daripada magnet kekal.

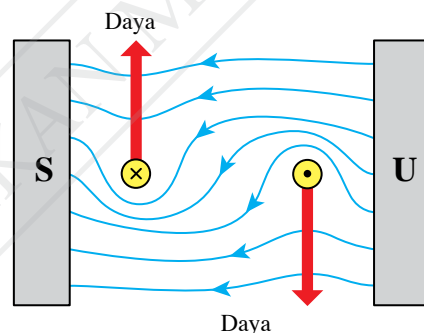
Rajah 4.10 menunjukkan pasangan daya yang bertindak pada bahagian AB dan CD gegelung pembawa arus. Interaksi antara medan magnet daripada gegelung pembawa arus dengan medan daripada magnet kekal seperti yang ditunjukkan dalam Rajah 4.11 menghasilkan medan lastik seperti yang ditunjukkan dalam Rajah 4.12. Medan lastik tersebut mengenakan daya pada bahagian gegelung AB dan CD masing-masing. Pasangan daya ini memutarakan gegelung itu. Kesan putaran gegelung pembawa arus dalam medan magnet adalah prinsip kerja motor arus terus.



Rajah 4.10 Pasangan daya yang bertindak dalam medan magnet yang menyebabkan gegelung berputar



Rajah 4.11 Arah medan magnet di sekeliling sisi AB dan CD



Rajah 4.12 Medan lastik yang terhasil

Motor Arus Terus

Peralatan elektrik yang kecil seperti mainan kanak-kanak, gerudi mudah alih dan cakera keras komputer mempunyai motor arus terus yang kecil. Motor arus terus yang besar pula terdapat di dalam mesin seperti kenderaan elektrik, lif dan penggelek di kilang. Motor arus terus mengubah tenaga elektrik kepada tenaga kinetik menggunakan kesan putaran gegelung pembawa arus dalam medan magnet. Apakah prinsip kerja motor arus terus?

Aktiviti 4.5

Tujuan: Mengumpul maklumat berkaitan prinsip kerja motor arus terus

Arahan:

1. Jalankan aktiviti ini secara berpasangan.
2. Imbas kod QR untuk menonton video prinsip kerja motor arus terus.
3. Rujuk bahan yang lain untuk mendapat maklumat tambahan.
4. Sediakan satu persembahan multimedia bertajuk Prinsip Kerja Motor Arus Terus.



IMBAS SAYA

Video motor arus terus dan prinsip kerja motor arus terus

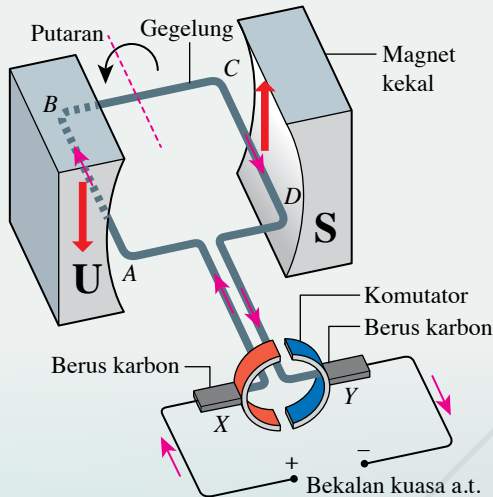
<http://bit.ly/2rz2ugu>

Rajah 4.13 menunjukkan sebuah motor arus terus semasa separuh putaran yang pertama dan separuh putaran yang kedua. Komponen yang penting bagi sebuah motor arus terus ialah komutator yang berputar bersama gegelung segi empat tepat. Berus karbon yang bersentuhan dengan komutator adalah tetap pada kedudukannya.



Mengapakah komutator itu bukan gelang penuh tetapi gelang terbelah dua? Bolehkah komutator dibelah kepada lebih banyak bahagian?

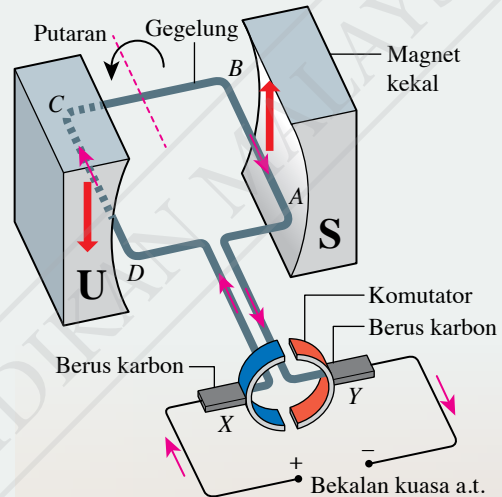
Separuh Putaran yang Pertama



Separuh putaran pertama
Arah arus dalam gegelung: ABCD

- Berus karbon X menyentuh separuh komutator merah
- Berus karbon Y menyentuh separuh komutator biru
- Arah arus dalam gegelung $A \rightarrow B \rightarrow C \rightarrow D$
- Sisi gegelung AB: daya bertindak ke bawah
Sisi gegelung CD: daya bertindak ke atas
- Gegelung berputar dalam satu arah

Separuh Putaran yang Kedua



Separuh putaran kedua
Arah arus dalam gegelung: DCBA

- Berus karbon X menyentuh separuh komutator biru
- Berus karbon Y menyentuh separuh komutator merah
- Arah arus dalam gegelung $D \rightarrow C \rightarrow B \rightarrow A$
- Sisi gegelung AB: daya bertindak ke atas
Sisi gegelung CD: daya bertindak ke bawah
- Gegelung berputar dalam arah yang sama dengan separuh putaran yang pertama

Rajah 4.13 Prinsip kerja motor arus terus

Faktor-faktor yang Mempengaruhi Kelajuan Putaran Suatu Motor Elektrik

Gambar foto 4.2 menunjukkan sebuah alat mudah alih yang boleh berfungsi sebagai pemutar skru atau gerudi. Motor arus terus dalam alat ini berputar dengan kelajuan yang rendah apabila memutar skru. Kelajuan yang tinggi diperlukan apabila alat ini digunakan untuk menggerudi lubang pada dinding. Apakah faktor-faktor yang mempengaruhi kelajuan putaran sebuah motor elektrik?



Gambar foto 4.2
Alat pemutar skru atau gerudi



Aktiviti 4.6

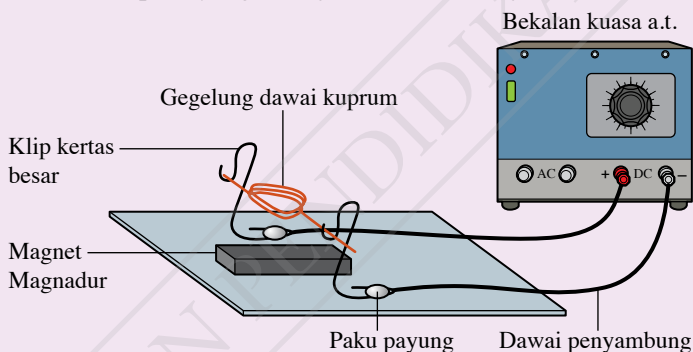
Tujuan: Mengkaji faktor-faktor yang mempengaruhi kelajuan putaran suatu motor elektrik

Radas: Bekalan kuasa arus terus dan sepasang magnet Magnadur

Bahan: Dawai kuprum bertebat (s.w.g. 26), dua klip kertas besar, dua batang paku payung dan dawai penyambung

Arahan:

1. Sediakan susunan radas seperti yang ditunjukkan dalam Rajah 4.14.



Rajah 4.14

2. Laraskan voltan bekalan kuasa kepada 4.0 V. Hidupkan bekalan kuasa dan perhatikan kelajuan pada putaran motor.
3. Ulangi langkah 2 dengan menggunakan voltan 6.0 V.
4. Tambah satu lagi magnet Magnadur untuk menghasilkan medan magnet yang lebih kuat. Hidupkan bekalan kuasa dan perhatikan kelajuan pada putaran motor.
5. Tambah bilangan lilitan pada gegelung dawai kuprum. Hidupkan bekalan kuasa dan perhatikan kelajuan pada putaran motor.

Perbincangan:

1. Apakah hubungan antara arus dalam gegelung dengan voltan yang dibekalkan?
2. Huraikan perubahan pada kelajuan putaran motor apabila:
 - (a) voltan yang dibekalkan ditambah
 - (b) kekuatan medan magnet ditambah
 - (c) bilangan lilitan gegelung ditambah
3. Nyatakan faktor-faktor yang mempengaruhi kelajuan putaran sebuah motor.

Langkah Berjaga-jaga

- Matikan bekalan kuasa arus terus sebaik sahaja pemerhatian telah dibuat.
- Arus haruslah mengalir untuk masa yang pendek sahaja supaya gegelung kuprum tidak menjadi terlalu panas.



IMBAS SAYA

Video putaran motor elektrik

<http://bit.ly/2T2LZEV>

Aktiviti 4.6 menunjukkan bahawa kelajuan putaran motor elektrik bertambah apabila:

Arus dalam
gegelung bertambah

Kekuatan medan
magnet bertambah

Gegelung dengan
lebih banyak
lilitan digunakan



Aktiviti 4.7

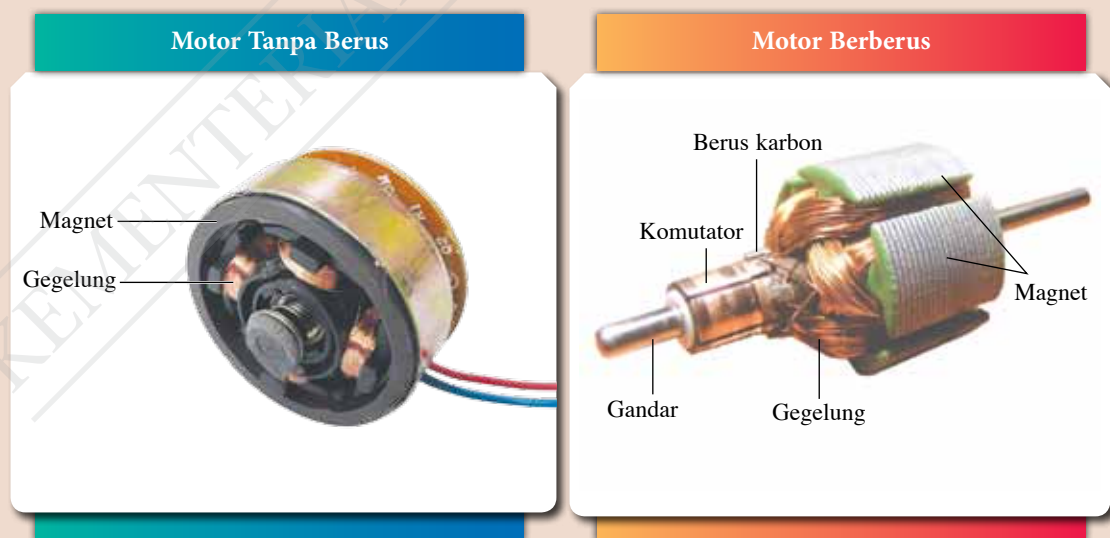
KBMM / KMK

Tujuan: Mengkaji motor arus terus yang boleh diperolehi dalam alat-alat terpakai untuk mengenal pasti susunan gegelung dan komutator

Arahan:

1. Kumpulkan beberapa buah motor elektrik arus terus daripada alat terpakai.
2. Dengan bantuan dan bimbingan guru, buka tiap-tiap motor dan kenal pasti gegelung, magnet dan komutator.
3. Perhatikan kedudukan gegelung dan magnet di dalam motor itu.
4. Perhatikan juga bilangan bahagian bagi komutator.
5. Sediakan satu laporan ringkas yang membanding dan membezakan susunan gegelung, magnet dan komutator dalam motor arus terus.

Semasa menjalankan Aktiviti 4.7, anda mungkin terjumpa motor elektrik yang tidak ada komutator dan berus karbon. Motor seperti ini dikenali sebagai motor tanpa berus (*brushless motor*). Gambar foto 4.3 menunjukkan motor tanpa berus dan motor berberus. Apakah kelebihan motor tanpa berus?



Gambar foto 4.3 Jenis motor tanpa berus dan motor berberus



Aktiviti 4.8

KMK

Tujuan: Mengkaji dan melaporkan kelebihan motor tanpa berus berbanding dengan motor berberus

Arahan:

1. Jalankan aktiviti ini dalam bentuk *Three stray, One Stay*.
2. Imbas kod QR yang diberikan atau rujuk bahan rujukan yang lain untuk:
 - (a) memahami prinsip kerja motor tanpa berus
 - (b) mengkaji kelebihan motor tanpa berus berbanding dengan motor berberus
3. Laporkan hasil kajian anda.



IMBAS SAYA

Perbezaan antara motor tanpa berus dan motor berberus

<http://bit.ly/2YzRYSc>

- Jadual 4.2 menunjukkan perbandingan antara motor tanpa berus dengan motor berberus.

Jadual 4.2 Perbandingan antara motor tanpa berus dengan motor berberus

Motor tanpa berus	Motor berberus
Persamaan	
Terdapat magnet dan gegelung	
Menggunakan daya magnet untuk menghasilkan putaran	
Perbezaan	
Gegelung pegun, magnet berputar	Magnet pegun, gegelung berputar
Tiada berus karbon, maka tiada geseran antara berus dengan komutator	Berus karbon bergeser dengan komutator dan mengalami kehausan
Tiada percikan bunga api pada komutator	Terdapat percikan bunga api pada komutator
Bunyi yang lemah semasa motor beroperasi	Bunyi yang kuat semasa motor beroperasi



Aktiviti 4.9

STEM

KBMM

KMK

Tujuan: Mereka bentuk motor homopolar yang ringkas dan cekap

Bahan: Magnet neodimium, sel kering AA dan dawai kuprum (s.w.g. 18 hingga 22)

Arahan:

1. Jalankan aktiviti ini secara berkumpulan.
2. Kumpulkan maklumat tentang motor homopolar dari aspek:
 - (a) prinsip kerja motor homopolar
 - (b) bentuk dan saiz magnet neodimium
 - (c) pelbagai reka bentuk dawai kuprum yang boleh dicuba
3. Gunakan Borang Strategi Data K-W-L.



IMBAS SAYA

Borang Strategi Data K-W-L

<http://bit.ly/2RR6qnV>

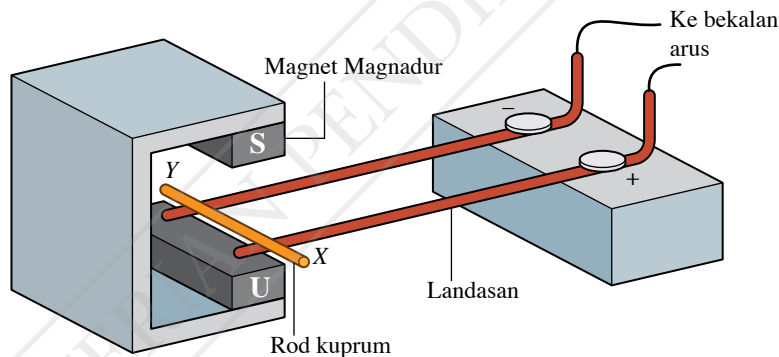
4. Lakarkan reka bentuk sebuah motor homopolar.
5. Bina motor homopolar mengikut reka bentuk yang dicadangkan.
6. Kendalikan motor homopolar yang dibina.
7. Perhatikan putaran yang dihasilkan dan kenal pasti aspek-aspek reka bentuk yang perlu dibuat penambahbaikan.
8. Bincangkan langkah-langkah penambahbaikan yang dapat dilaksanakan.
9. Tambah baik motor homopolar anda jika perlu dan uji putaran.
10. Berdasarkan pengalaman anda dalam mereka bentuk dan membina motor homopolar, bincangkan cara membina motor yang lebih cekap dengan kos yang rendah.
11. Bentangkan hasil kerja kumpulan anda.

EMK Sejarah

Pada tahun 1821, Michael Faraday membina dan menunjukkan pengendalian motor homopolar di Institut Diraja, London.

Praktis Formatif 4.1

1. Dengan bantuan gambar rajah berlabel, jelaskan maksud medan lastik.
2. Rajah 4.15 menunjukkan susunan radas untuk mengkaji kesan daya ke atas konduktor pembawa arus.



Rajah 4.15

- (a) Apakah arah arus dalam dawai kuprum XY apabila suis bekalan kuasa arus terus dihidupkan?
- (b) Terangkan gerakan dawai kuprum XY dan nyatakan arah gerakan tersebut. 🌸
3. Nyatakan tiga faktor yang mempengaruhi kelajuan putaran motor.
4. (a) Banding dan bezakan struktur motor berberus dengan motor tanpa berus.
- (b) Nyatakan dua kelebihan motor tanpa berus berbanding dengan motor berberus.

4.2 Aruhan Elektromagnet

Gambar foto 4.4 menunjukkan seorang ahli muzik sedang memetik tali gitar bass elektrik. Pikap gitar yang terdiri daripada empat batang magnet dan gegelung kuprum menghasilkan satu isyarat elektrik melalui aruhan elektromagnet. Bagaimanakah aruhan elektromagnet dapat menghasilkan arus elektrik tanpa sel kering?



Gambar foto 4.4 Komponen dalam pikap gitar bass elektrik

Aktiviti 4.10

Tujuan: Mengkaji aruhan elektromagnet pada satu dawai lurus dan solenoid

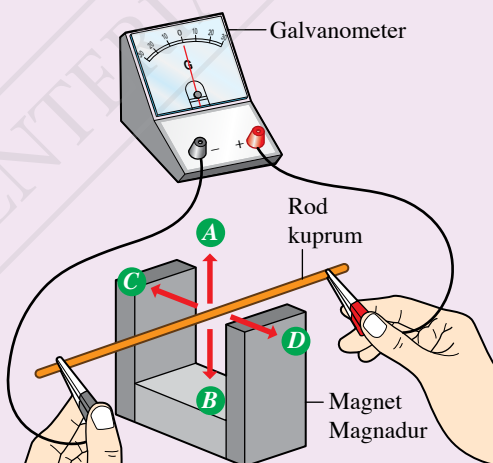
A Dawai lurus

Radas: Sepasang magnet Magnadur, rod kuprum dan galvanometer berpusat sifar yang peka atau multimeter digital

Bahan: Dawai penyambung dengan klip buaya

Arahan:

1. Sediakan susunan radas seperti yang ditunjukkan dalam Rajah 4.16.



Rajah 4.16

2. Pegang rod kuprum dalam keadaan yang pegun di antara kutub-kutub magnet seperti dalam Rajah 4.16. Perhatikan bacaan galvanometer.



- Gerakkan rod kuprum dengan pantas dalam arah *A* seperti yang ditunjukkan dalam Rajah 4.16. Perhatikan pesongan jarum penunjuk galvanometer.
- Ulangi langkah 3 bagi arah *B*, *C* dan *D*.
- Pegang rod kuprum dengan tangan kiri anda. Angkat magnet Magnadur dengan tangan kanan anda. Gerakkan magnet Magnadur dalam arah *A* dan arah *B* dengan rod kuprum berada dalam keadaan pegun di antara kutub-kutub magnet. Perhatikan pesongan jarum penunjuk galvanometer.
- Lengkapkan Jadual 4.3 dengan menandakan (✓) untuk arah pesongan jarum penunjuk pada galvanometer.

Keputusan:

Jadual 4.3

Keadaan magnet Magnadur	Keadaan rod kuprum	Pesongan jarum penunjuk galvanometer		
		Ke kiri [-]	Sifar [0]	Ke kanan [+]
Pegun	Pegun			
Pegun	Bergerak dalam arah <i>A</i>			
Pegun	Bergerak dalam arah <i>B</i>			
Pegun	Bergerak dalam arah <i>C</i>			
Pegun	Bergerak dalam arah <i>D</i>			
Bergerak dalam arah <i>A</i>	Pegun			
Bergerak dalam arah <i>B</i>	Pegun			

Perbincangan:

- Apakah yang menyebabkan jarum penunjuk galvanometer terpesong?
- Nyatakan arah medan magnet di antara kutub-kutub magnet.
- Apakah arah-arah gerakan rod kuprum yang menyebabkan pemotongan garis-garis medan magnet?
- Terangkan keadaan yang menghasilkan suatu arus dalam rod kuprum itu.

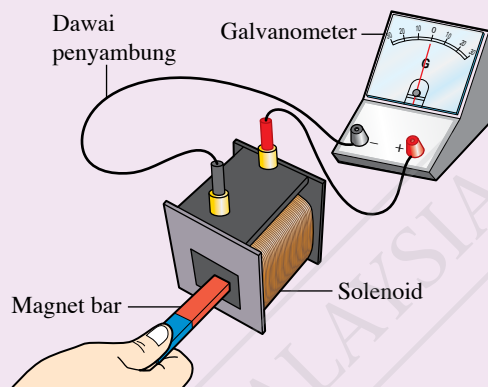
B Solenoid

Radas: Magnet bar, solenoid (sekurang-kurangnya 400 lilitan) dan galvanometer berpusat sifar yang peka atau multimeter digital

Bahan: Dawai penyambung dengan klip buaya

Arahan:

1. Sediakan susunan radas seperti yang ditunjukkan dalam Rajah 4.17.
2. Pegang magnet bar dalam keadaan pegun berhampiran dengan solenoid seperti yang ditunjukkan dalam Rajah 4.17. Perhatikan bacaan galvanometer.
3. Tolak magnet bar ke dalam solenoid. Perhatikan pesongan jarum penunjuk galvanometer.
4. Pegang magnet bar dalam keadaan yang pegun di dalam solenoid. Perhatikan bacaan galvanometer.
5. Tarik magnet bar daripada solenoid. Perhatikan pesongan jarum penunjuk galvanometer.
6. Pegang magnet bar dalam keadaan pegun. Gerakkan solenoid mendekati dan menjauhi magnet bar. Perhatikan pesongan penunjuk galvanometer.
7. Lengkapkan Jadual 4.4 dengan menandakan (✓) untuk arah pesongan jarum penunjuk pada galvanometer.

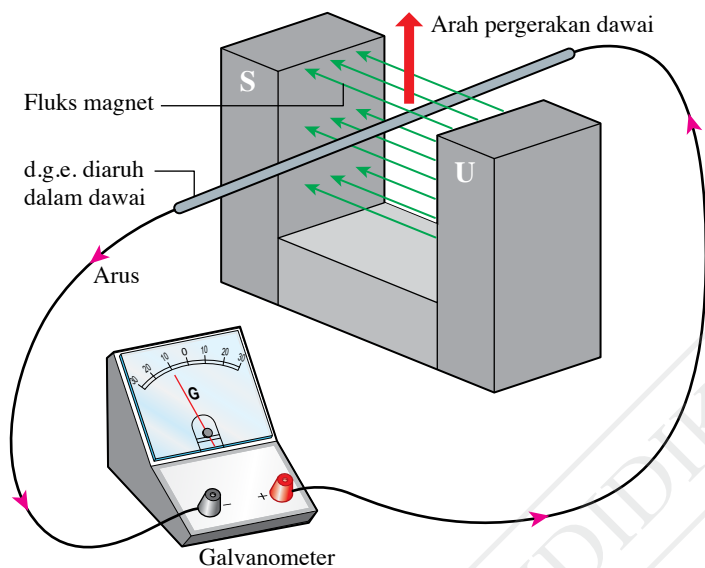
**Rajah 4.17****Keputusan:****Jadual 4.4**

Keadaan magnet bar	Keadaan solenoid	Pesongan jarum penunjuk galvanometer		
		Ke kiri [-]	Sifar [0]	Ke kanan [+]
Pegun	Pegun			
Bergerak ke dalam solenoid	Pegun			
Bergerak keluar dari solenoid	Pegun			
Pegun	Bergerak mendekati magnet bar			
Pegun	Bergerak menjauhi magnet bar			

Perbincangan:

1. Apakah yang dapat anda perhatikan pada pesongan jarum penunjuk galvanometer apabila:
 - (a) magnet bar digerakkan menghampiri solenoid?
 - (b) magnet bar digerakkan menjauhi solenoid?
2. Terangkan keadaan yang mana suatu arus dihasilkan dalam solenoid itu.

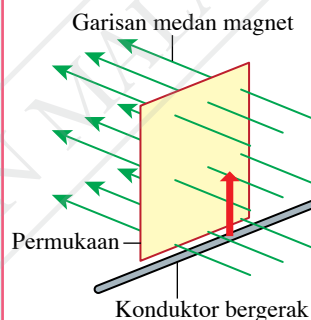
Apabila sebatang dawai kuprum digerakkan merentasi fluks magnet, suatu daya gerak elektrik (d.g.e.) teraruh dalam dawai itu. Fenomena ini dikenali sebagai **aruhan elektromagnet**. Jika dawai itu disambung menjadi litar yang lengkap, pesongan jarum penunjuk galvanometer diperhatikan seperti yang ditunjukkan dalam Rajah 4.18. Ini menunjukkan arus aruhan terhasil. Daya gerak elektrik juga teraruh dalam dawai jika magnet digerakkan ke arah dawai yang pegun seperti yang ditunjukkan dalam Rajah 4.19.



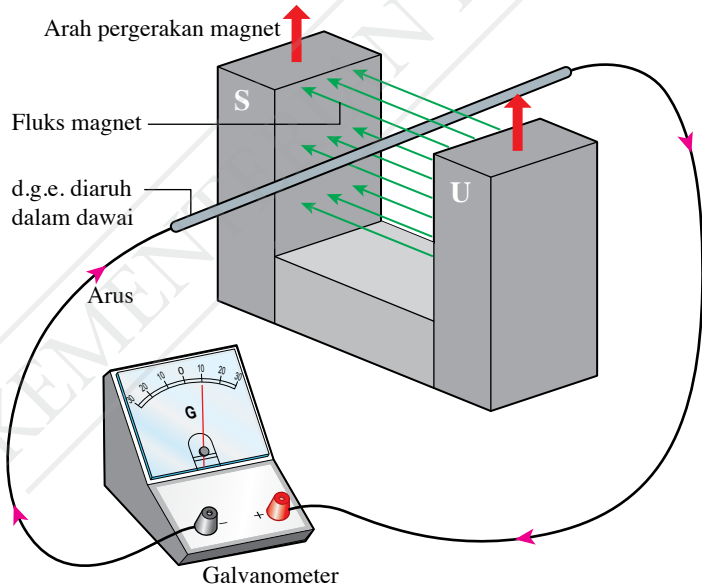
Rajah 4.18 Magnet pegun dan konduktor bergerak

Galeri MAKLUMAT

Fluks magnet merujuk kepada garis-garis medan magnet yang melalui suatu permukaan.



Konduktor yang bergerak memotong garis medan magnet boleh dikatakan telah memotong fluks magnet.



Rajah 4.19 Magnet bergerak dan konduktor pegun



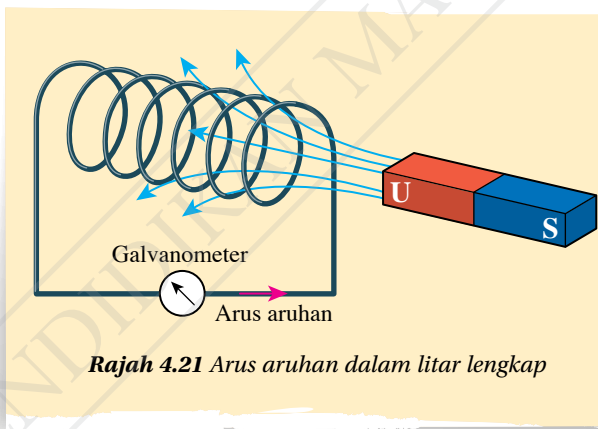
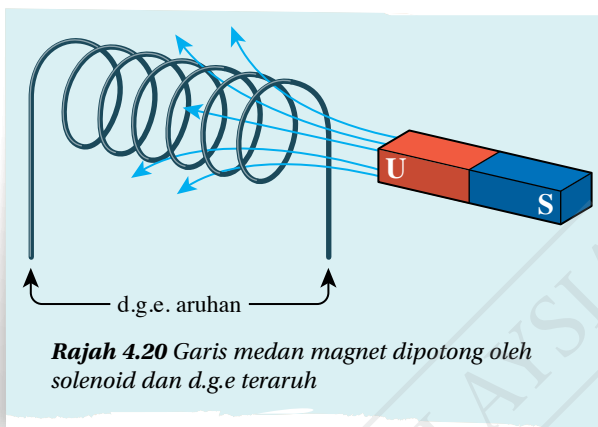
IMBAS SAYA

Video aruhan elektromagnet bagi dawai kuprum

<http://bit.ly/2RIhYJI>

Apabila sebatang magnet bar digerakkan mendekati atau menjauhi sebuah solenoid, lilitan solenoid memotong garis medan magnet. Maka, aruhan elektromagnet terhasil dan suatu d.g.e. teraruh merentasi solenoid seperti yang ditunjukkan dalam Rajah 4.20.

Rajah 4.21 menunjukkan hujung solenoid disambung kepada sebuah galvanometer untuk menjadi litar yang lengkap. Daya gerak elektrik teraruh akan menghasilkan arus aruhan dalam litar dan jarum penunjuk galvanometer terpesong.



Aktiviti 4.10 menunjukkan bahawa d.g.e. aruhan dihasilkan apabila terdapat gerakan magnet dan konduktor mendekati atau menjauhi antara satu sama lain yang menyebabkan pemotongan garis medan magnet. **Aruhan elektromagnet** ialah **penghasilan d.g.e. aruhan merentasi suatu konduktor apabila terdapat gerakan relatif antara konduktor itu dengan suatu medan magnet atau apabila konduktor itu berada di dalam medan magnet yang berubah.**

Galeri MAKLUMAT

Gerakan relatif di antara dua objek ialah gerakan yang menyebabkan dua objek saling mendekati atau saling menjauhi antara satu sama lain.

A

B

Gerakan relatif wujud di antara objek A dan B jika:

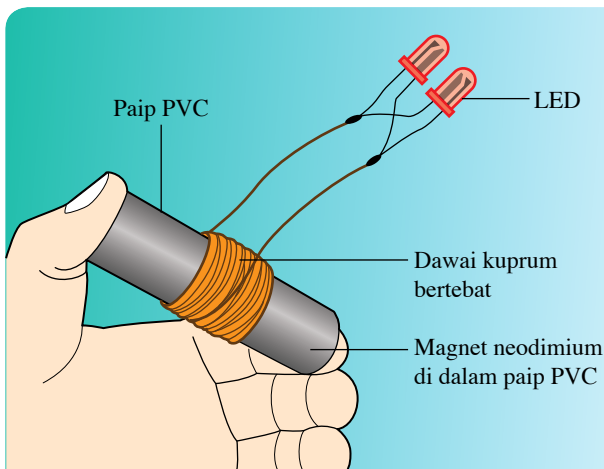
- objek A pegun maka objek B bergerak mendekati atau menjauhi A
- objek B pegun maka objek A bergerak mendekati atau menjauhi B
- kedua-dua objek A dan B bergerak dengan halaju yang berbeza

Tiada gerakan relatif di antara objek A dan B jika:

- kedua-dua objek A dan B pegun
- kedua-dua objek A dan B bergerak dengan laju yang sama dalam arah yang sama

Faktor-faktor yang Mempengaruhi Magnitud d.g.e. Aruhan

Rajah 4.22 menunjukkan sebuah lampu aruhan buatan sendiri oleh seorang murid. Dia mendapati bahawa LED menyala dengan kecerahan yang berbeza apabila magnet di dalam paip PVC digoncang dengan kelajuan yang berbeza. Apakah faktor-faktor yang mempengaruhi magnitud d.g.e. aruhan?



Rajah 4.22 Lampu aruhan buatan sendiri

Jom Cuba

Pembinaan lampu aruhan



<http://bit.ly/36hR3IU>



<http://bit.ly/2LCK2KO>

Aktiviti 4.11

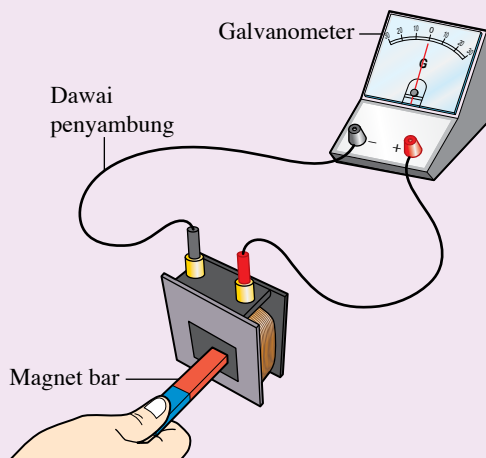
Tujuan: Mengkaji faktor-faktor yang mempengaruhi magnitud d.g.e. aruhan

Radas: Dua buah solenoid masing-masing dengan 400 dan 800 lilitan, dua batang magnet bar dan galvanometer berpusat sifar yang peka

Bahan: Dawai penyambung dan gelang getah

Arahan:

1. Sediakan susunan radas seperti yang ditunjukkan dalam Rajah 4.23.
2. Tolak sebatang magnet bar dengan perlahan ke dalam solenoid 400 lilitan. Rekod bacaan maksimum yang ditunjukkan pada galvanometer.
3. Tolak magnet bar itu dengan pantas ke dalam solenoid 400 lilitan. Rekod bacaan maksimum yang ditunjukkan pada galvanometer.
4. Tolak sebatang magnet bar dengan perlahan ke dalam solenoid 800 lilitan. Rekod bacaan maksimum yang ditunjukkan oleh galvanometer.
5. Gunakan gelang getah untuk mengikat dua batang magnet bar bersama dengan kutub yang sama secara bersebelahan.
6. Tolak dua batang magnet bar itu dengan perlahan ke dalam solenoid dengan bilangan 800 lilitan. Rekodkan bacaan maksimum yang ditunjukkan oleh galvanometer dalam Jadual 4.5.



Rajah 4.23

Keputusan:**Jadual 4.5**

Bilangan magnet	Kelajuan magnet	Bilangan lilitan solenoid	Bacaan maksimum galvanometer		
			Cubaan pertama	Cubaan kedua	Purata
Satu	Perlahan	400			
Satu	Pantas	400			
Satu	Perlahan	800			
Dua	Perlahan	800			

Perbincangan:

1. Mengapakah jarum penunjuk galvanometer terpesong apabila magnet ditolak ke dalam solenoid?
2. Apakah faktor yang dikaji apabila magnet bar ditolak dengan kelajuan berbeza ke dalam solenoid?
3. Apakah faktor yang dikaji apabila bilangan magnet yang ditolak ke dalam solenoid adalah berbeza?
4. Bagaimanakah magnitud d.g.e. aruhan dipengaruhi oleh:
 - (a) kelajuan magnet?
 - (b) bilangan lilitan solenoid?
 - (c) kekuatan medan magnet?

Keputusan Aktiviti 4.11 menunjukkan bahawa magnitud d.g.e. aruhan dipengaruhi oleh kelajuan gerakan relatif antara magnet dan konduktor, bilangan lilitan solenoid serta kekuatan medan magnet.

Bagi gerakan relatif antara dawai lurus dengan magnet, d.g.e. aruhan bertambah apabila:

- laju gerakan relatif bertambah
- kekuatan medan magnet bertambah

Bagi gerakan relatif antara solenoid dengan magnet, d.g.e. aruhan bertambah apabila:

- laju gerakan relatif bertambah
- bilangan lilitan solenoid bertambah
- kekuatan medan magnet bertambah

EMK Sejarah

Michael Faraday (1791-1867) menemui aruhan elektromagnet pada tahun 1831. Beliau telah berjaya membina dinamo elektrik. Dinamo elektrik digunakan untuk menjana kuasa elektrik.

Magnitud d.g.e. akan bertambah jika lebih banyak garis medan magnet dapat dipotong dalam suatu masa yang tertentu. **Hukum Faraday** menyatakan bahawa magnitud d.g.e. aruhan adalah berkadar terus dengan kadar pemotongan fluks magnet.

Arah Arus Aruhan dalam Dawai Lurus dan Solenoid

Anda telah memerhatikan bahawa arah arus aruhan berubah apabila terdapat perubahan dalam arah gerakan relatif antara konduktor dengan magnet dalam Aktiviti 4.10. Jalankan pula Aktiviti 4.12 dan 4.13 untuk mengkaji arah arus aruhan dalam dawai lurus dan solenoid.



Aktiviti 4.12

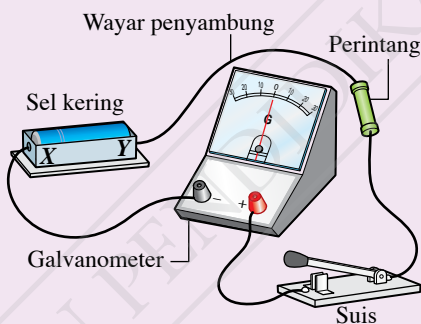
Tujuan: Mengkaji arah arus aruhan dalam dawai lurus

Radas: Dawai kuprum tebal, sepasang magnet Magnadur, galvanometer berpusat sifar yang peka atau multimeter digital, satu sel kering dengan pemegangnya, perintang (1 k Ω) dan suis

Bahan: Dawai penyambung dengan klip buaya

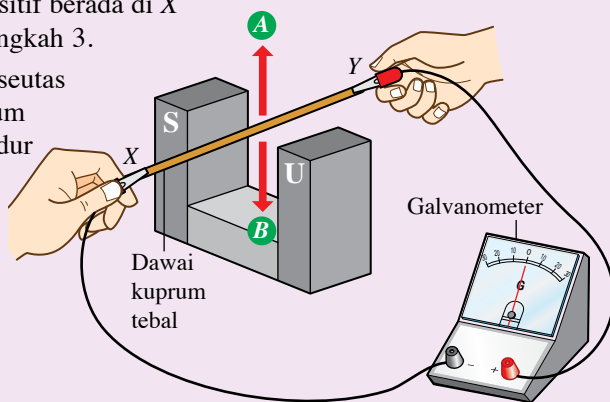
Arahan:

1. Sediakan susunan radas seperti yang ditunjukkan dalam Rajah 4.24.



Rajah 4.24

2. Sambungkan satu sel kering dengan terminal positif di Y dan terminal negatif di X.
3. Hidupkan suis. Perhatikan arah pesongan jarum penunjuk galvanometer (ke kiri atau ke kanan) dan rekodkan dalam Jadual 4.6. Tentukan arah arus yang melalui sel kering (X ke Y atau Y ke X).
4. Songsangkan sel kering supaya terminal positif berada di X dan terminal negatif berada di Y. Ulangi langkah 3.
5. Keluarkan sel kering dan gantikan dengan seutas dawai kuprum tebal. Letakkan dawai kuprum tebal itu di antara sepasang magnet Magnadur seperti dalam Rajah 4.25.
6. Gerakkan dawai kuprum ke atas (arah A). Perhati dan rekodkan arah pesongan jarum penunjuk galvanometer dan arah arus yang melalui dawai kuprum dalam Jadual 4.6.
7. Ulangi langkah 6 dengan menggerakkan dawai kuprum ke bawah (arah B).



Rajah 4.25

Keputusan:**Jadual 4.6**

Situasi	Arah pesongan jarum penunjuk galvanometer (ke kiri atau ke kanan)	Arah arus (X ke Y atau Y ke X)
Sel kering (terminal positif di Y, terminal negatif di X)		
Sel kering disongsangkan (terminal positif di X, terminal negatif di Y)		
Dawai digerakkan ke atas (arah A)		
Dawai digerakkan ke bawah (arah B)		

Perbincangan:

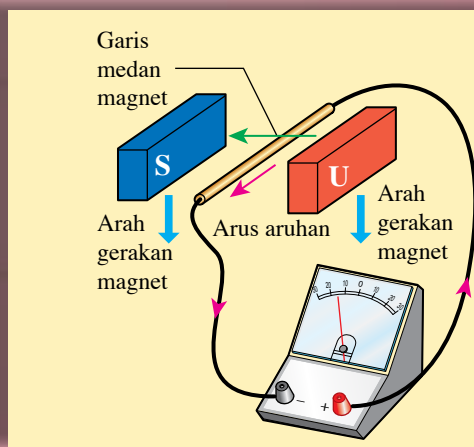
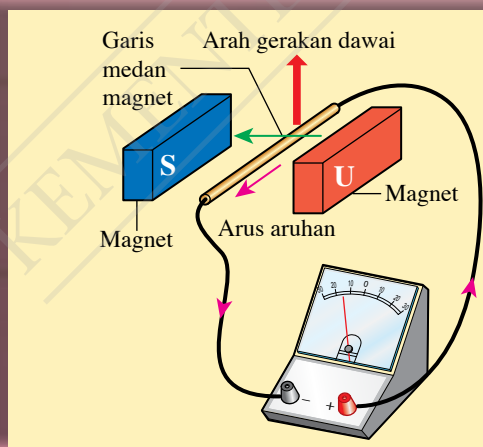
1. Cuba hubung kaitkan arah garis medan magnet, arah gerakan dawai kuprum dan arah arus aruhan menggunakan petua tangan kanan Fleming.
2. Cadangkan cara lain untuk mengubah arah arus aruhan selain arah gerakan dawai kuprum.

Petua tangan kanan Fleming

Arah arus aruhan dalam dawai lurus boleh ditentukan menggunakan petua tangan kanan Fleming seperti yang ditunjukkan dalam Rajah 4.26.

INFO Celik

Gerakan magnet ke bawah adalah setara dengan gerakan dawai ke atas.

**Rajah 4.26** Petua tangan kanan Fleming untuk menentukan arah arus aruhan bagi dawai lurus



Aktiviti 4.13

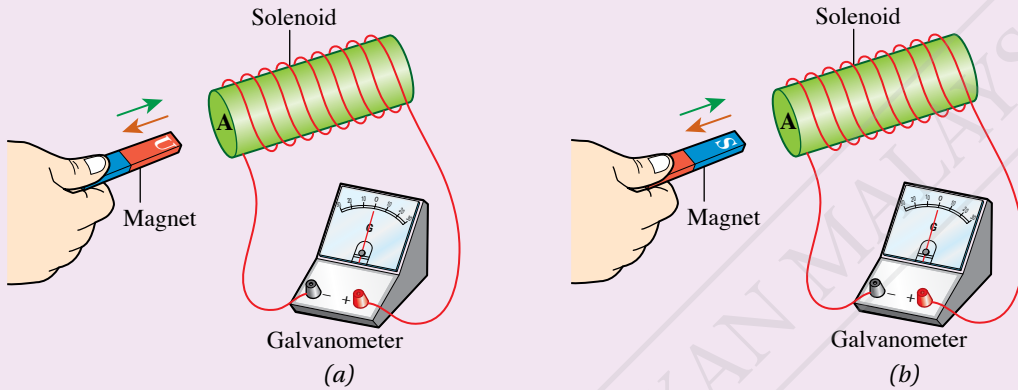
Tujuan: Mengkaji arah arus aruhan dalam solenoid

Radas: Solenoid, magnet bar dan galvanometer berpusat sifar yang peka atau multimeter digital

Bahan: Dawai penyambung dengan klip buaya

Arahan:

1. Sediakan susunan radas seperti yang ditunjukkan dalam Rajah 4.27.



Rajah 4.27

2. Gerakkan kutub utara magnet bar seperti yang ditunjukkan dalam Rajah 4.27(a):

- (a) mendekati hujung solenoid di A
- (b) menjauhi hujung solenoid di A

3. Perhatikan arah pesongan jarum penunjuk galvanometer dan tentukan kutub medan magnet pada hujung solenoid di A. Imbas kod QR untuk panduan penentuan kutub pada solenoid.

4. Gerakkan kutub selatan magnet bar seperti yang ditunjukkan dalam Rajah 4.27(b):

- (a) mendekati hujung solenoid di A
- (b) menjauhi hujung solenoid di A

5. Perhatikan arah pesongan jarum penunjuk galvanometer dan tentukan kutub medan magnet pada hujung solenoid di A.

6. Rekodkan pemerhatian dan keputusan anda dalam Jadual 4.7.

Keputusan:

Jadual 4.7

Kutub magnet bar	Gerakan magnet bar pada hujung solenoid di A	Arah pesongan jarum penunjuk galvanometer (ke kiri atau ke kanan)	Kekutuban magnet pada hujung solenoid di A (utara atau selatan)
Utara	Mendekati		
	Menjauhi		
Selatan	Mendekati		
	Menjauhi		



IMBAS KEMBALI



Medan magnet yang dihasilkan oleh arus dalam solenoid

<http://bit.ly/2M1Ju1x>

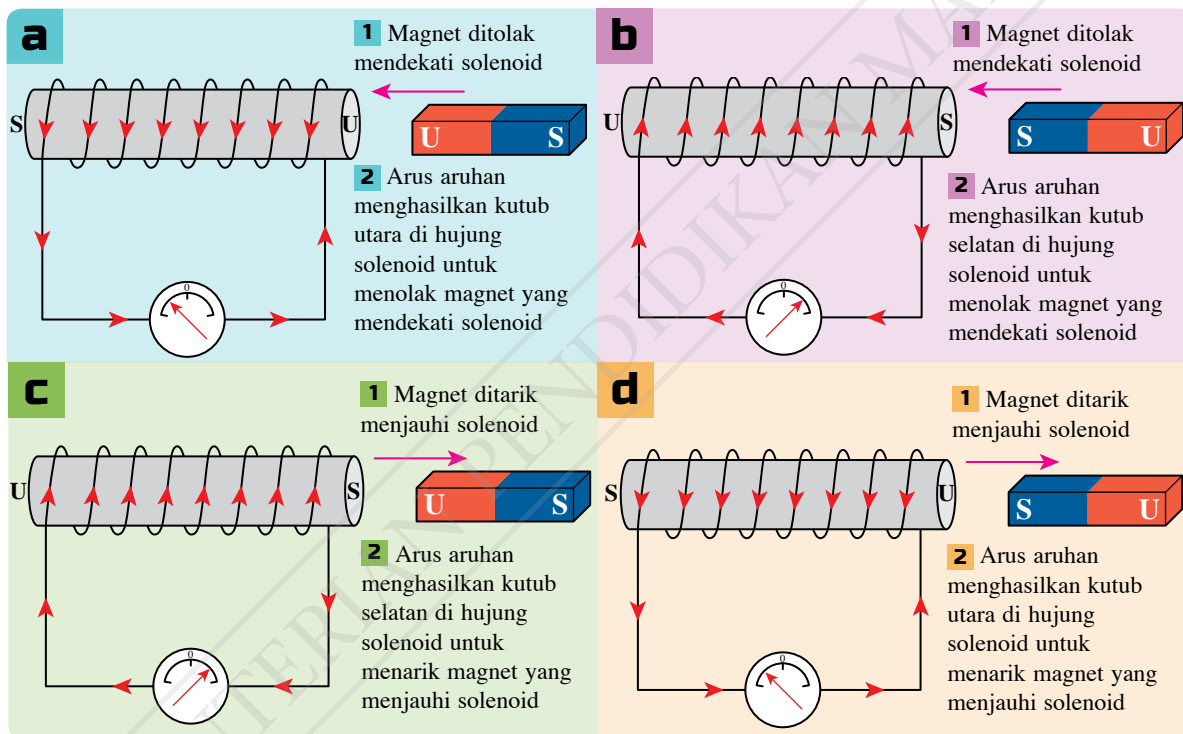
Perbincangan:

1. Apakah kesan gerakan magnet bar ke atas kutub magnet solenoid di hujung A?
2. Ramalkan kutub magnet yang terhasil di hujung A:
 - (a) apabila kutub selatan magnet bar ditolak mendekatinya.
 - (b) apabila kutub selatan magnet bar ditarik menjauhinya.



Nota
Arus aruhan dihasilkan dalam solenoid oleh gerakan relatif antara magnet bar dengan solenoid.

Bagi solenoid, hukum Lenz digunakan untuk menentukan kekutuban magnet di hujung solenoid apabila arus aruhan berlaku. **Hukum Lenz menyatakan bahawa arus aruhan sentiasa mengalir pada arah yang menentang perubahan fluks magnet yang menyebabkannya.** Rajah 4.28 menunjukkan cara hukum Lenz digunakan untuk menentukan arah arus aruhan dalam solenoid.



Rajah 4.28 Hukum Lenz digunakan untuk menentukan arah arus aruhan bagi solenoid

Penjana Arus Terus dan Penjana Arus Ulang-alik

Gambar foto 4.5 menunjukkan penjana elektrik kincir angin yang mengaplikasikan aruhan elektromagnet untuk menghasilkan d.g.e. aruhan. Terdapat dua jenis penjana, iaitu penjana arus terus dan penjana arus ulang-alik. Apakah prinsip kerja penjana arus tersebut?



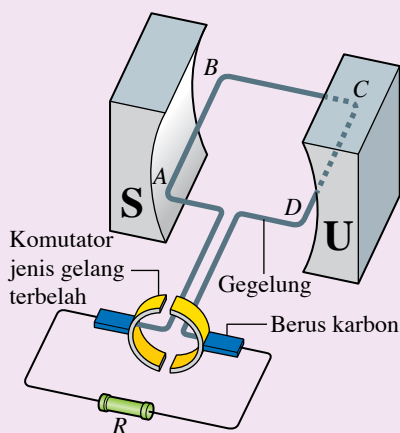
Gambar foto 4.5 Kincir angin di Kuala Perlis



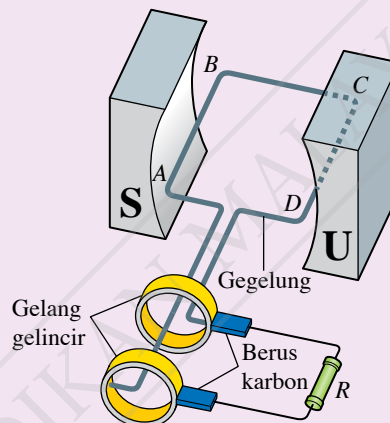
Tujuan: Mengumpul maklumat tentang struktur dan prinsip kerja penjana arus terus dan penjana arus ulang-alik

Arahan:

1. Jalankan aktiviti ini secara berkumpulan.
2. Teliti Rajah 4.29 yang menunjukkan struktur penjana arus terus dan penjana arus ulang-alik.



(a) Penjana arus terus



(b) Penjana arus ulang-alik

Rajah 4.29

3. Layari laman sesawang untuk mengumpul maklumat lanjut yang lebih terperinci tentang struktur serta prinsip kerja penjana arus terus dan penjana arus ulang-alik.
4. Sediakan satu laporan multimedia bertajuk Struktur dan Prinsip Kerja Penjana Arus Terus dan Penjana Arus Ulang-alik.



IMBAS SAYA

Video penjana arus terus dan arus ulang-alik

<http://bit.ly/2RIu0CS>

Jadual 4.8 Prinsip kerja penjana arus terus dan penjana arus ulang-alik

Penjana arus terus	Penjana arus ulang-alik
Persamaan	
Mengaplikasikan aruhan elektromagnet	
Gegelung diputar oleh daya luar	
Gegelung memotong fluks magnet	
d.g.e. teraruh di dalam gegelung	
Perbezaan	
Hujung gegelung disambung kepada komutator jenis gelang terbelah	Hujung gegelung disambung kepada dua gelang gelincir
Dua bahagian komutator saling bertukar sentuhan dengan berus karbon pada setiap separuh putaran	Gelang-gelang gelincir sentiasa bersentuhan dengan berus karbon yang sama
Output ialah arus terus	Output ialah arus ulang-alik



Aktiviti 4.15

Tujuan: Membina prototaip penjana arus (dinamo) yang berfungsi dengan mengubah suai motor elektrik

Arahan:

1. Jalankan aktiviti ini secara berkumpulan.
2. Banding dan bezakan struktur dan prinsip kerja motor arus terus dengan penjana arus terus.
3. Kumpulkan dan kaji maklumat yang berikut daripada bahan bacaan atau carian di laman sesawang:
 - (a) kaedah menukarkan motor menjadi dinamo
 - (b) cara-cara menghasilkan putaran dalam dinamo
4. Berdasarkan maklumat yang dikaji, cadangkan reka bentuk prototaip dinamo dan cara pengendaliannya.
5. Bina sebuah dinamo dengan mengubah suai motor elektrik mengikut reka bentuk yang dicadangkan dan uji dinamo itu.
6. Daripada dapatan ujian dinamo itu, bincangkan penambahbaikan yang perlu dilakukan.
7. Buat penambahbaikan kepada prototaip dinamo anda dan uji semula dinamo itu.
8. Bentangkan hasil reka bentuk dinamo kumpulan anda.



Nota

Gunakan Borang Strategi Data K-W-L.



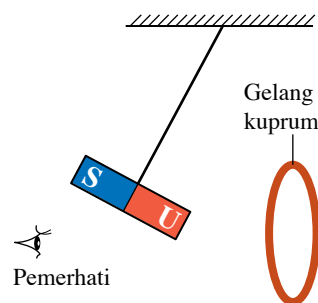
IMBAS SAYA

Borang Strategi Data K-W-L

<http://bit.ly/2RR6qnV>

Praktis Formatif 4.2

1. Apakah maksud aruhan elektromagnet?
2. (a) Nyatakan hukum Faraday.
(b) Gunakan hukum Faraday untuk menerangkan kesan kelajuan putaran gegelung ke atas magnitud d.g.e. aruhan dalam sebuah penjana arus.
3. Rajah 4.30 menunjukkan sebuah bandul ringkas dengan ladung magnet bar berayun berhampiran dengan satu gelang kuprum.
 - (a) Terangkan penghasilan arus dalam gelang kuprum apabila magnet bar sedang bergerak menuju gelang itu.
 - (b) Pada kedudukan pemerhati di hadapan gelang seperti yang ditunjukkan dalam Rajah 4.30, nyatakan sama ada arus dalam gelang kuprum tersebut mengikut arah jam atau melawan arah jam.
 - (c) Terangkan kesan arus dalam gelang kuprum ke atas gerakan magnet bar itu.

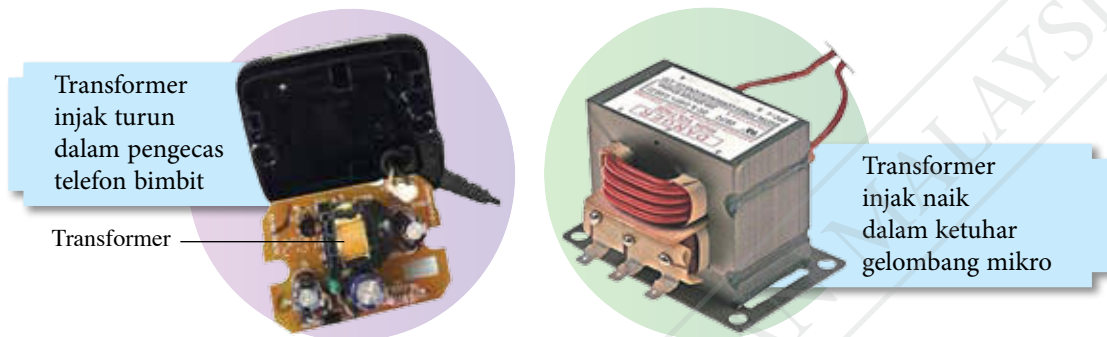
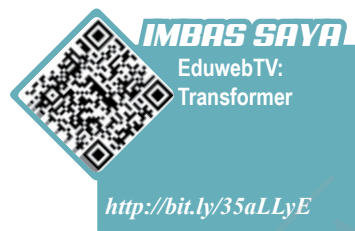


Rajah 4.30

4.3 Transformer

Prinsip Kerja Transformer Ringkas

Gambar foto 4.6 menunjukkan transformer injak turun dan transformer injak naik yang digunakan dalam peralatan elektrik. Bagaimanakah transformer mengubah voltan input kepada voltan output dengan nilai voltan yang lain?



Gambar foto 4.6 Jenis transformer dalam peralatan elektrik



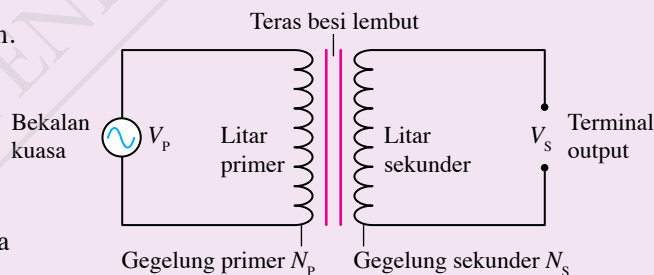
Aktiviti 4.16

KIAK / KMK

Tujuan: Mengumpul maklumat berkaitan prinsip kerja transformer ringkas

Arahan:

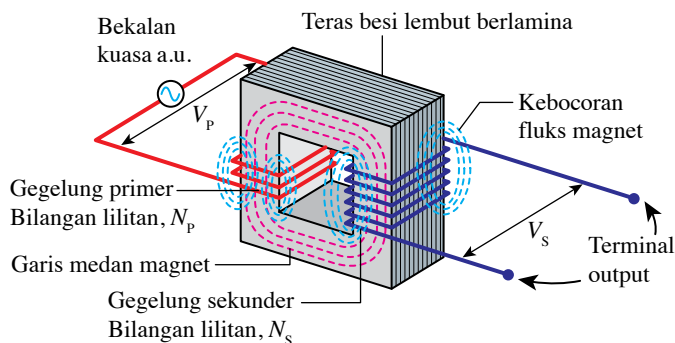
- Jalankan aktiviti ini secara berpasangan.
- Teliti Rajah 4.31 yang menunjukkan gambar rajah litar bagi sebuah transformer ringkas.
- Layari laman sesawang atau rujuk Buku Teks Sains Tingkatan 3 untuk mencari maklumat tentang prinsip kerja transformer dan kumpulkan maklumat tentang perkara yang berikut:
 - jenis bekalan kuasa di litar primer
 - jenis arus dalam litar primer
 - medan magnet yang dihasilkan oleh arus dalam gegelung primer
 - fungsi teras besi lembut
 - fenomena aruhan elektromagnet dalam gegelung sekunder
 - magnitud voltan yang diaruh merentasi gegelung sekunder
 - hubungan antara V_p , V_s , N_p dan N_s , iaitu
 - V_p = voltan merentasi gegelung primer atau voltan input
 - V_s = voltan merentasi gegelung sekunder atau voltan output
 - N_p = bilangan lilitan gegelung primer
 - N_s = bilangan lilitan gegelung sekunder
- Bentangkan hasil pencarian anda.



Rajah 4.31



Rajah 4.32 menunjukkan struktur sebuah transformer ringkas dan Rajah 4.33 menunjukkan peta alir bagi prinsip kerja transformer ringkas.



Rajah 4.32 Struktur transformer ringkas



Mengapakah transformer tidak berfungsi dengan bekalan kuasa arus terus?

INFO Celik

Transformer injak turun:

$$N_s < N_p \Leftrightarrow V_s < V_p$$

Transformer injak naik:

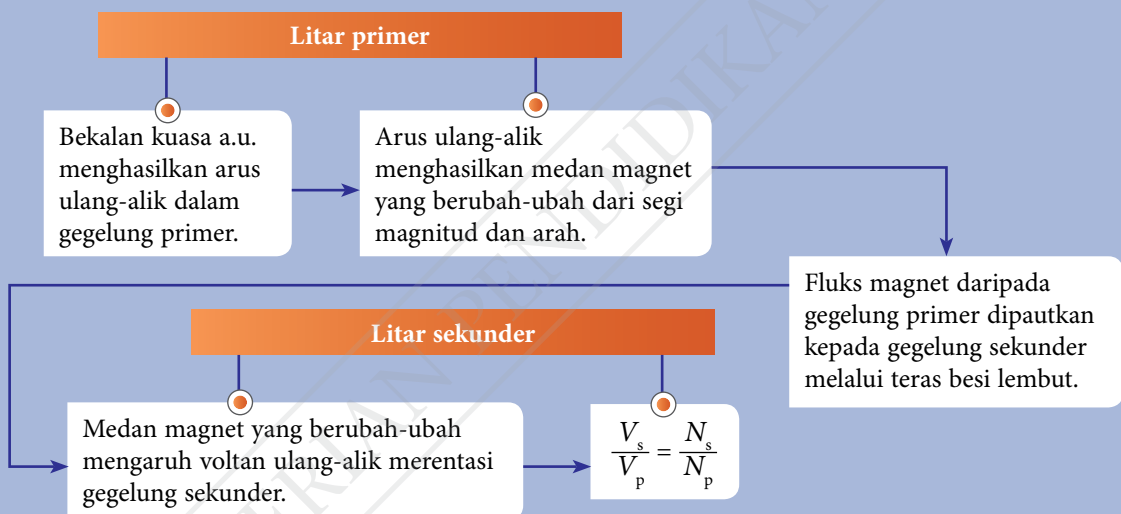
$$N_s > N_p \Leftrightarrow V_s > V_p$$



IMBAS SAYA

Video prinsip kerja transformer

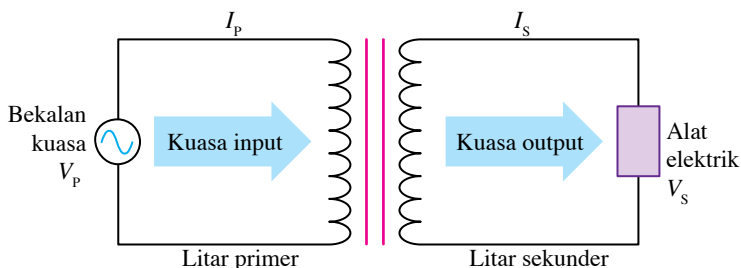
<http://bit.ly/2E3GmgZ>



Rajah 4.33 Prinsip kerja transformer ringkas

Transformer Unggul

Rajah 4.34 menunjukkan sebuah alat elektrik yang disambungkan kepada terminal output sebuah transformer. Transformer tersebut menerima kuasa input daripada bekalan kuasa dan membekalkan kuasa output kepada alat elektrik itu. Oleh itu, tenaga elektrik dipindahkan dari litar primer kepada litar sekunder.



Rajah 4.34 Alat elektrik yang disambungkan kepada terminal output

Sebuah transformer yang beroperasi akan mengalami kehilangan tenaga. Oleh itu, kuasa output adalah lebih kecil daripada kuasa input. Kecekapan transformer, η ditakrifkan sebagai

$$\eta = \frac{\text{Kuasa output}}{\text{Kuasa input}} \times 100\%$$



IMBAS SAYA

Contoh penghitungan untuk transformer unggul

<http://bit.ly/2rw6bUj>

Pada masa kini, terdapat transformer dengan kecekapan yang tinggi, iaitu sehingga 99 %.

Transformer unggul ialah **transformer yang tidak mengalami kehilangan tenaga, iaitu kecekapannya, η ialah 100%.**

Bagi transformer unggul, kecekapan transformer, $\eta = \frac{\text{Kuasa output}}{\text{Kuasa input}} \times 100\% = 100\%$

Maka, kuasa input = kuasa output

$$V_P I_P = V_S I_S$$

Cara Meningkatkan Kecekapan Transformer

Prinsip kerja transformer melibatkan proses-proses seperti pengaliran arus dalam gegelung kuprum, perubahan medan magnet dan aruhan elektromagnet. Proses-proses ini menyebabkan kehilangan tenaga berlaku dan transformer tidak dapat beroperasi pada tahap optimum. Kebanyakan tenaga hilang dalam bentuk tenaga haba.



Aktiviti 4.17

KIAK / KMK

Tujuan: Mengumpul maklumat dan membincangkan punca kehilangan tenaga dalam transformer

Arahan:

1. Teliti Jadual 4.9 yang menunjukkan empat punca utama kehilangan tenaga dan kesan daripada kehilangan tenaga itu.

Jadual 4.9

Punca kehilangan tenaga	Kesan kehilangan tenaga
Rintangan gegelung	• Gegelung primer dan sekunder terdiri daripada dawai yang sangat panjang. • Apabila arus mengalir dalam gegelung yang berintangan, pemanasan dawai berlaku. • Pemanasan dawai menyebabkan tenaga haba dibebaskan ke sekeliling.
Arus pusar	• Medan magnet yang berubah-ubah mengaruh arus pusar dalam teras besi. • Arus pusar ini memanaskan teras besi. • Teras besi yang panas membebaskan tenaga haba ke persekitaran.
Histerisis	• Teras besi dimagnetkan dan dinyahmagnetkan secara berterusan oleh medan magnet yang berubah-ubah. • Tenaga yang dibekalkan untuk pemagnetan tidak dipulihkan sepenuhnya semasa penyahmagnetan. Perbezaan tenaga ini dipindahkan kepada teras besi untuk memanaskannya.
Kebocoran fluks magnet	• Fluks magnet yang dihasilkan oleh arus primer tidak dipautkan sepenuhnya kepada gegelung sekunder.

2. Imbas kod QR dan cetak Jadual 4.9.
3. Bincangkan cara-cara untuk meningkatkan kecekapan transformer dan lengkapkan Jadual 4.9.
4. Bentangkan hasil perbincangan anda dalam bentuk peta pemikiran yang sesuai.

**IMBAS SAYA**Lembaran kerja
(Jadual 4.9)<http://bit.ly/2LFRG7r>

Kecekapan sebuah transformer boleh ditingkatkan dengan mengurangkan kehilangan tenaga dalam transformer itu. Jadual 4.10 menunjukkan cara-cara mengurangkan kehilangan tenaga dalam transformer.

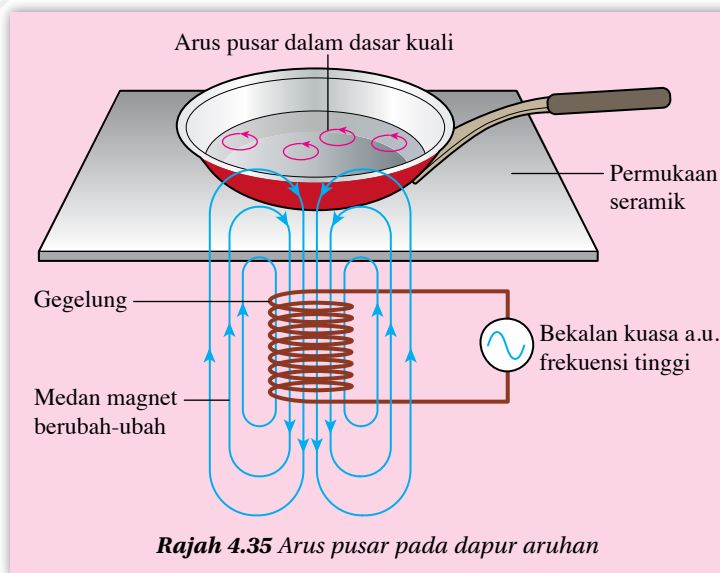
Jadual 4.10 Cara-cara mengurangkan kehilangan tenaga dalam transformer

Punca kehilangan tenaga	Cara mengurangkan kehilangan tenaga
Rintangan gegelung	Gunakan dawai kuprum yang lebih tebal supaya rintangan gegelung menjadi lebih kecil.
Arus pusing	Gunakan teras besi berlaminasi yang terdiri daripada kepingan-kepingan besi nipis yang dilekatkan dengan gam penebat.
Histerisis	Gunakan besi lembut sebagai teras. Besi lembut memerlukan tenaga yang lebih kecil untuk dimagnetkan.
Kebocoran fluks magnet	Lilitkan gegelung sekunder di atas gegelung primer supaya semua fluks magnet yang dihasilkan oleh arus primer akan melalui gegelung sekunder.

Dalam operasi transformer, arus pusing merupakan satu punca kehilangan tenaga. Walau bagaimanapun, arus pusing boleh membawa manfaat kepada manusia. Gambar foto 4.7 menunjukkan sebuah dapur aruhan. Rajah 4.35 menunjukkan arus ulang-alik berfrekuensi tinggi dalam gegelung menghasilkan medan magnet yang berubah-ubah pada frekuensi yang tinggi. Medan magnet ini mengaruh arus pusing pada dasar kuali. Arus pusing tersebut memanaskan dasar kuali.



Gambar foto 4.7 Dapur aruhan



Rajah 4.35 Arus pusing pada dapur aruhan

Kegunaan Transformer dalam Kehidupan Harian

Transformer mempunyai kegunaan yang luas. Berikut merupakan beberapa contoh mesin yang menggunakan transformer injak turun dan transformer injak naik.

Transformer injak turun

- Pengecap komputer riba
- Mesin fotokopi
- Mesin kimpalan

Transformer injak naik

- Ketuhar gelombang
- Defibrilator
- Mesin sinar-X



Aktiviti 4.18

KIAK / KMK

Tujuan: Mencari maklumat tentang penggunaan transformer dalam kehidupan harian

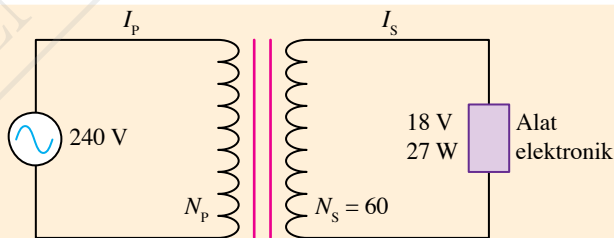
Arahan:

1. Jalankan aktiviti ini dalam bentuk *Hot Seat*.
2. Dapatkan maklumat tentang penggunaan transformer dalam kehidupan harian seperti dalam:
 - (a) peralatan elektrik
 - (b) sistem penghantaran dan pengagihan tenaga elektrik
3. Maklumat boleh didapati di laman sesawang atau dengan merujuk Buku Teks Sains Tingkatan 3.
4. Bentangkan hasil dapatan anda dalam bentuk folio.

Contoh 1

Sebuah transformer yang disambung ke bekalan kuasa 240 V membekalkan kuasa 27 W pada voltan 18 V kepada sebuah alat elektronik, seperti ditunjukkan dalam Rajah 4.36. Andaikan bahawa transformer itu unggul:

- (a) hitungkan bilangan lilitan gegelung primer.
- (b) hitungkan arus dalam litar sekunder.
- (c) hitungkan arus dalam litar primer.



Rajah 4.36

Penyelesaian

$$\begin{aligned} \text{(a)} \quad V_p &= 240 \text{ V}, V_s = 18 \text{ V}, N_s = 60 \\ \frac{V_s}{V_p} &= \frac{N_s}{N_p} \\ \frac{18}{240} &= \frac{60}{N_p} \\ N_p &= \frac{240 \times 60}{18} = 800 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \text{(b)} \quad \text{Kuasa output} &= 27 \text{ W} \\ V_s I_s &= 27 \\ 18 \times I_s &= 27 \\ I_s &= \frac{27}{18} \\ &= 1.5 \text{ A} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \text{(c)} \quad V_p I_p &= V_s I_s \\ 240 \times I_p &= 18 \times 1.5 \\ I_p &= \frac{18 \times 1.5}{240} \\ &= 0.1125 \text{ A} \end{aligned}$$

Sistem Penghantaran dan Pengagihan Tenaga Elektrik

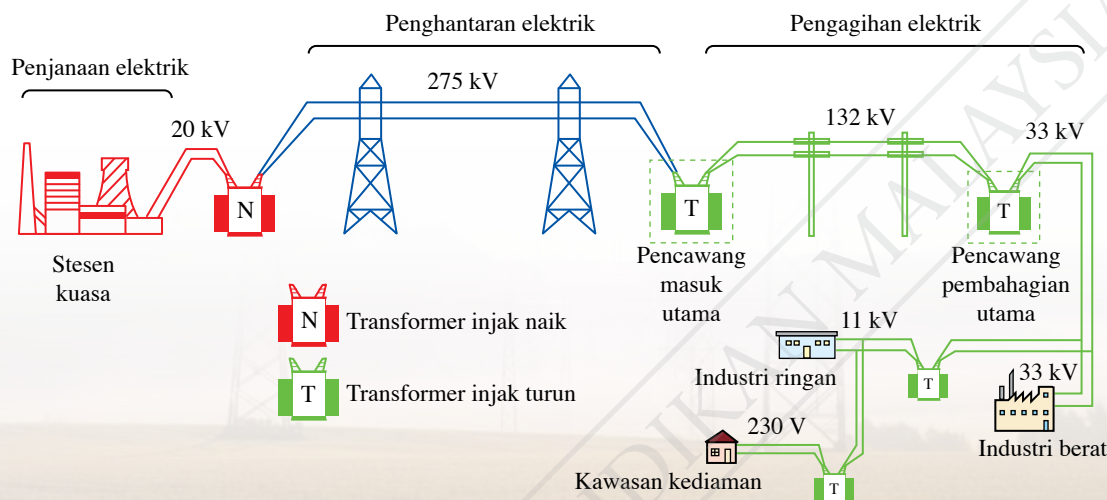
Transformer memainkan peranan yang penting dalam sistem penghantaran dan pengagihan tenaga elektrik dari stesen jana kuasa kepada pengguna. Rajah 4.37 menunjukkan kegunaan transformer injak naik dan transformer injak turun dalam sistem tersebut.



IMBAS SAYA

Video tentang sistem penghantaran dan pengagihan tenaga elektrik

<http://bit.ly/2Pz7VEu>



Rajah 4.37 Sistem penghantaran dan pengagihan tenaga elektrik dari stesen kuasa

Pada peringkat penghantaran tenaga elektrik, transformer injak naik digunakan untuk menaikkan voltan dalam kabel kuasa supaya arus dalam kabel kuasa menjadi kecil. Hal ini mengurangkan kehilangan tenaga elektrik daripada kabel kuasa. Pada peringkat pengagihan tenaga elektrik pula, transformer injak turun digunakan untuk menurunkan voltan kabel kuasa secara berperingkat sehingga nilai yang sesuai untuk penggunaan perindustrian dan kediaman.

Praktis Formatif 4.3

1. Sebuah transformer injak turun disambungkan kepada bekalan arus ulang-alik. Huraikan prinsip kerja transformer itu.
2. Seorang murid mengumpulkan maklumat tentang sebuah transformer seperti yang berikut.

Voltan primer = 120 V

Arus primer = 0.25 A

Voltan sekunder = 6 V

Arus sekunder = 4.80 A

- (a) Hitungkan kecekapan transformer itu.
 - (b) Terangkan dua faktor yang menyebabkan transformer itu tidak unggul.
3. Terangkan bagaimana dapur aruhan boleh memanaskan makanan di dalam sebuah periuk keluli yang terletak di atasnya.
 4. Transformer digunakan dalam sistem penghantaran dan pengagihan tenaga elektrik. Nyatakan jenis transformer yang gunakan:
 - (a) sebelum penghantaran tenaga elektrik
 - (b) di stesen pencawang pengagihan

Keelektromagnetan



Daya ke atas Konduktor
Pembawa Arus dalam
Medan Magnet

Medan lastik

Daya magnet

Petua tangan
kiri Fleming

ke atas

Dawai lurus
pembawa arus

Gegelung
pembawa arus

kesan putaran

Motor arus
terus

Motor
homopolar

Motor
berberus

Motor
tanpa berus

Petua tangan
kanan Fleming

Hukum Lenz

Solenoid

Penjana
arus terus

Penjana arus
ulang-alik

Aplikasi

Aruhan Elektromagnet

Konduktor

Medan
magnet kekal

Gerakan relatif

d.g.e. aruhan

Hukum
Faraday

Litar lengkap

Arus aruhan

Dawai lurus

Solenoid

Transformer tidak unggul

Kehilangan tenaga

Rintangan

Arus pusar

Histerisis

Kebocoran fluks magnet

$\eta < 100\%$

$\eta = 100\%$

Transformer unggul

Kuasa input

Kuasa output

$$\text{Kecekapan, } \eta = \frac{\text{Kuasa output}}{\text{Kuasa input}} \times 100\%$$

- Peralatan elektrik
- Sistem penghantaran dan pengagihan tenaga elektrik



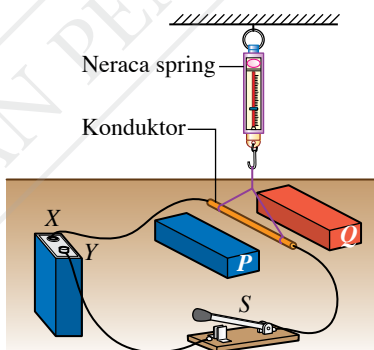
- Perkara baharu yang saya pelajari dalam bab Keelektromagnetan ialah _____.
- Perkara paling menarik yang saya pelajari dalam bab ini ialah _____.
- Perkara yang saya masih kurang fahami ialah _____.
- Prestasi saya dalam bab ini.
 Kurang baik 😞

1	2	3	4	5
---	---	---	---	---

 😊 Sangat baik
- Saya perlu _____ untuk meningkatkan prestasi saya dalam bab ini.

Praktis Sumatif

- Rajah 1 menunjukkan sebatang konduktor digantung pada sebuah neraca spring yang peka di antara sepasang magnet Magnadur.

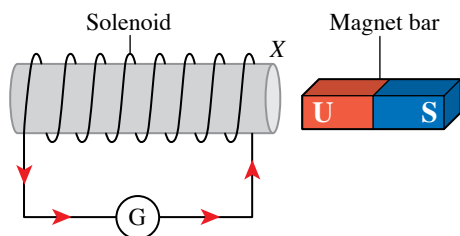


Rajah 1

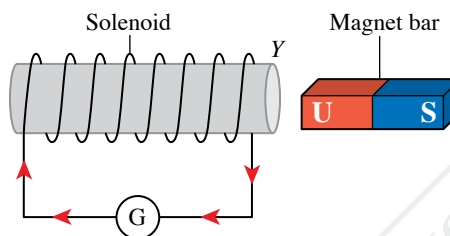
- Cadangkan kekutuban sel kering X, Y dan kekutuban magnet P, Q supaya bacaan neraca spring akan bertambah apabila suis S dihidupkan.
 - Terangkan mengapa bacaan neraca spring boleh bertambah di 1(a).
 - Cadangkan penambahbaikan yang perlu diambil untuk meningkatkan bacaan neraca spring itu.
- Dengan bantuan gambar rajah berlabel, terangkan bagaimana petua tangan kiri Fleming digunakan untuk menentukan arah daya ke atas konduktor lurus pembawa arus dalam medan magnet.



3. Rajah 2 dan 3 menunjukkan arus aruhan yang terhasil apabila terdapat gerakan relatif antara sebatang magnet bar dengan solenoid.



Rajah 2



Rajah 3

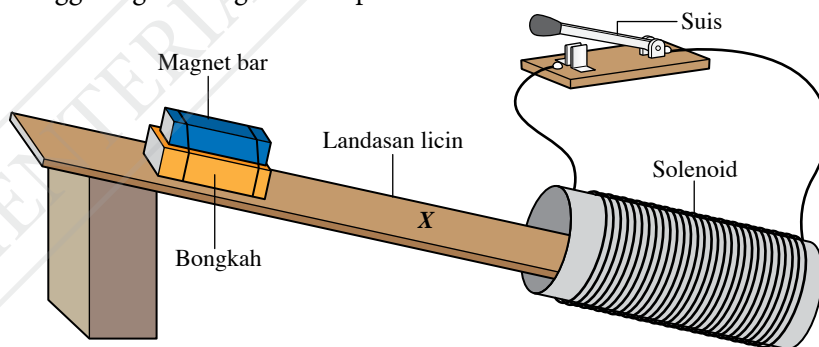
- Apakah maksud arus aruhan?
 - Berdasarkan arah arus yang diberikan dalam Rajah 2 dan Rajah 3, nyatakan kekutuban magnet di hujung X dan Y solenoid itu.
 - Nyatakan arah gerakan magnet bar dalam Rajah 2 dan Rajah 3.
 - Cadangkan dua cara untuk menambah magnitud arus aruhan dalam Rajah 3.
4. Sebuah transformer menurunkan voltan daripada 240 V ke 6 V untuk sebuah alat elektronik. Arus dalam gegelung primer ialah 0.18 A. Berapakah arus dalam gegelung sekunder? Nyatakan anggapan yang perlu dibuat dalam penghitungan anda.
5. Rajah 4 menunjukkan dua biji bebola logam yang serupa dan sebatang tiub kuprum. Sebiji bebola itu ialah magnet neodimium manakala sebiji bebola lagi ialah bebola keluli.



Rajah 4

Reka bentuk satu aktiviti yang dapat mengenal pasti bebola yang manakah ialah magnet neodimium. Jelaskan prinsip fizik yang anda gunakan dalam aktiviti anda.

6. Rajah 5 menunjukkan satu bongkah kayu dengan sebatang magnet bar diikat di atasnya menggelongsor dengan suatu pecutan menuruni landasan licin.

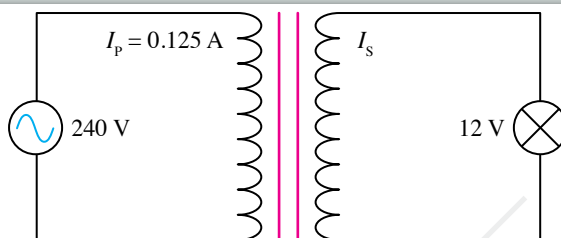


Rajah 5

Apabila bongkah itu tiba di tanda X pada landasan, suis dihidupkan.

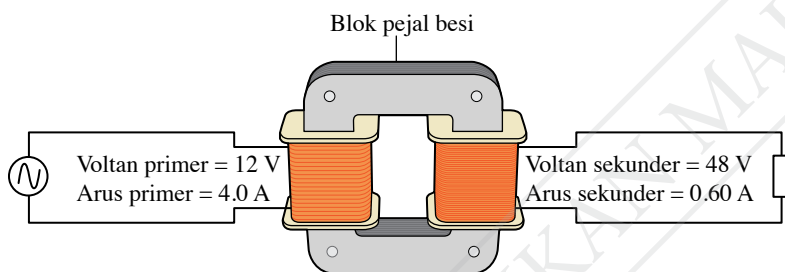
- Apakah yang dihasilkan dalam solenoid itu? Jelaskan jawapan anda.
- Terangkan gerakan bongkah itu selepas suis dihidupkan.
- Berdasarkan jawapan anda di 6(a) dan (b), bincangkan keberkesanan pembrekan elektromagnet dalam menghentikan objek yang bergerak.

7. Rajah 6 menunjukkan sebuah transformer dengan sebuah mentol di terminal outputnya.
- Hitungkan nilai I_s .
 - Apakah anggapan yang anda perlu buat dalam penghitungan di 7(a)?



Rajah 6

8. Seorang murid mengkaji operasi sebuah transformer dan mengumpul data seperti yang ditunjukkan dalam Rajah 7. Hitungkan kecekapan transformer itu dan cadangkan penambahbaikan kepada reka bentuk transformer untuk meningkatkan kecekapannya. 🧠



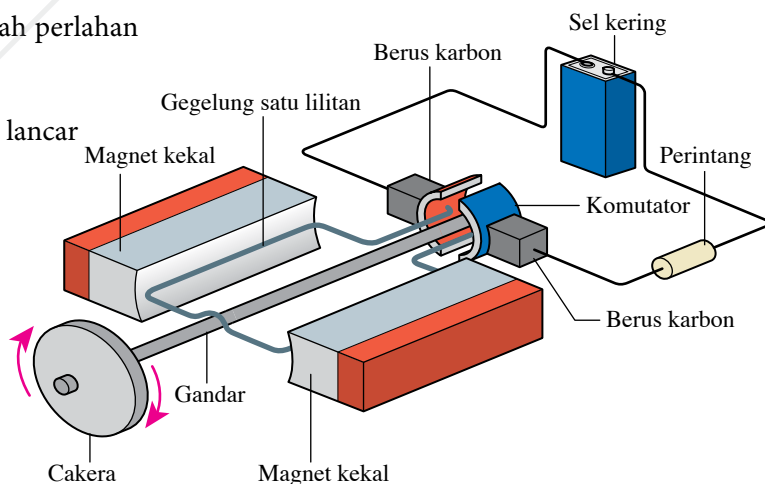
Rajah 7

Cabaran Abad ke-21

9. Rajah 8 menunjukkan reka bentuk sebuah motor arus terus ringkas yang boleh menghasilkan daya untuk memutarakan sebuah cakera yang dipasang pada gandar motor itu. Seorang murid yang membina motor mengikut reka bentuk ini membuat pemerhatian seperti yang berikut:

- laju putaran cakera adalah perlahan
- laju putaran cakera tidak dapat dikawal
- putaran cakera itu tidak lancar
- sel kering kehilangan kuasanya dalam masa yang singkat

Kaji reka bentuk motor itu dan cadangkan penambahbaikan reka bentuk yang dapat mengatasi kelemahan yang dikenal pasti oleh murid itu. 🧠



Rajah 8

BAB

5

Elektronik

Apakah pancaran termion dan sinar katod?

Apakah fungsi dan kegunaan diod semikonduktor?

Apakah fungsi dan kegunaan transistor npn dan pnp?

Bagaimanakah transistor berfungsi dalam litar amplfier?

Bagaimanakah litar transistor berfungsi sebagai suis automatik peka cahaya dan penggera semasa kebakaran?

Anda akan mempelajari:

5.1 Elektron

5.2 Diod Semikonduktor

5.3 Transistor



Portal Informasi

Penciptaan diod semikonduktor dan transistor telah membawa kepada Revolusi Digital. Perkembangan teknologi daripada mekanikal dan analog kepada digital telah membawa perubahan dalam kehidupan kita. Diod dan transistor dalam bentuk mikrochip telah menjadi komponen utama dalam peralatan elektronik kerana mudah didapati dan mempunyai banyak kelebihan. Diod pemancar cahaya atau LED digunakan sebagai sumber cahaya. LED juga digunakan sebagai lampu penunjuk dalam mesin industri.

Pada masa kini, kecerdasan buatan (*Artificial Intelligence*, AI) semakin mendominasi kehidupan kita. Banyak peralatan pada masa kini boleh berfungsi secara automatik seperti robot dan kereta tanpa pemandu. Kebanyakan cip elektronik pada hari ini direka dengan saiz yang semakin kecil. Saiz yang kecil bukan sahaja dapat menjimatkan ruang dan penggunaan kuasa elektrik malah dapat meningkatkan kecekapan keseluruhan sistem tersebut.



<http://bit.ly/2tLq4aG>

Kepentingan Bab Ini

Dalam era Revolusi Industri 4.0 (IR 4.0), kefahaman sifat elektron, aplikasi diod bersama transistor, kecerdasan buatan (AI) dan Internet 5G membolehkan para jurutera elektronik dan pakar algoritma mereka bentuk peralatan elektronik pintar dan sistem automasi yang semakin canggih. Kemajuan ini dapat meningkatkan produktiviti industri dan hasil pendapatan negara.

Lensa Futuristik

Kecerdasan buatan (AI) membolehkan kajian yang mendalam dijalankan untuk mencipta robot dan kereta tanpa pemandu. Perkembangan kajian ini turut menyumbang kepada pembangunan kota raya pintar (*smart cities*) yang lebih mesra alam demi kelestarian hidup masyarakat.



<http://bit.ly/2NcA2ZC>

5.1

Elektron

Pancaran Termion dan Sinar Katod

Anda telah mengetahui definisi arus, I ialah kadar pengaliran cas dalam suatu konduktor. Arus elektrik terhasil apabila zarah bercas (elektron) mengalir dalam suatu konduktor. Bolehkah elektron bergerak melalui vakum tanpa konduktor?



Aktiviti

5.1

KIAK / KMK

Tujuan: Menjana idea tentang pancaran termion dan sinar katod

Arahan:

1. Jalankan aktiviti ini secara berkumpulan.
2. Imbas kod QR untuk menonton video berkaitan pancaran termion dan sinar katod.
3. Berdasarkan tontonan video tersebut, bincangkan perkara yang berikut.
 - (a) Apakah maksud pancaran termion?
 - (b) Apakah fungsi bekalan kuasa 6 V dan bekalan kuasa voltan lampau tinggi (V.L.T.)?
 - (c) Mengapakah tiub itu mesti dalam keadaan vakum?
 - (d) Bagaimanakah sinar katod dapat dihasilkan dalam sebuah tiub vakum?
4. Bentangkan hasil dapatan anda.

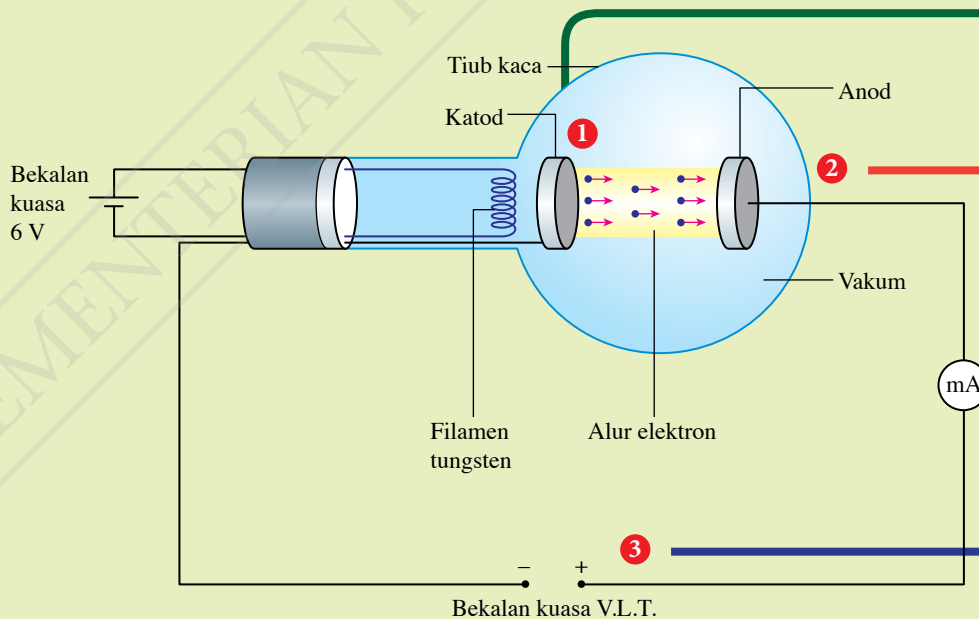


IMBAS SAYA

EduwebTV:
Pancaran termion
dan sinar katod

<http://bit.ly/37vog4r>

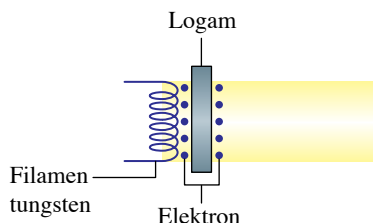
Rajah 5.1 menerangkan pancaran termion dan penghasilan sinar katod dalam tiub vakum menggunakan bekalan kuasa voltan lampau tinggi (V.L.T.).



Rajah 5.1 Pancaran termion dan penghasilan sinar katod dalam tiub vakum

1

Terdapat banyak elektron bebas dalam seutas dawai logam seperti filamen tungsten. Apabila bekalan kuasa a.t. 6 V dihidupkan, suhu filamen tungsten akan meningkat dan elektron bebas itu akan memperoleh tenaga kinetik yang cukup untuk terpancar keluar daripada permukaan logam. **Pancaran termion** ialah **pemancaran elektron bebas daripada permukaan logam yang dipanaskan**.



Galeri MAKLUMAT

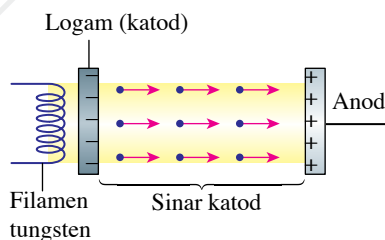
Jika satu lapisan oksida logam seperti barium oksida dan strontium oksida disalut ke atas permukaan logam katod dalam tiub vakum, suhu yang diperlukan untuk pembebasan elektron akan berkurang.

2

Dalam tiub kaca yang vakum, elektron-elektron dapat memcut ke anod tanpa berlanggar dengan molekul-molekul udara. Maka, tiada kehilangan tenaga dan elektron bergerak dengan halaju maksimum.

3

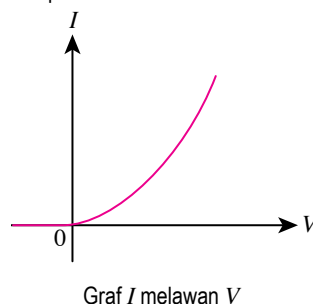
- Apabila tiub vakum disambungkan kepada suatu bekalan kuasa V.L.T., elektron-elektron yang terpancar di katod akan tertarik ke anod pada kelajuan yang tinggi dan membentuk alur elektron. **Alur elektron yang berkelajuan tinggi** ini dikenali sebagai **sinar katod**. Alur elektron tersebut melengkapkan litar bekalan kuasa V.L.T. dan bacaan miliammeter menunjukkan pengaliran arus berlaku.



- Jika sambungan ke bekalan kuasa V.L.T. disongsangkan, miliammeter tidak menunjukkan sebarang bacaan.

Galeri MAKLUMAT

Graf di bawah menunjukkan graf arus melawan voltan bagi diod termion. Hal ini menunjukkan bahawa diod termion ialah komponen bukan Ohm.



Kesan Sinar Katod di Bawah Pengaruh Medan Elektrik dan Medan Magnet

Sinar katod ialah alur elektron yang bergerak dengan kelajuan tinggi dalam vakum.

Ciri-ciri sinar katod boleh dikaji menggunakan tiub pemesanan dan tiub palang Maltese.

Mari kita jalankan Aktiviti 5.2 dan Aktiviti 5.3 untuk mengkaji kesan medan elektrik dan medan magnet terhadap arah sinar katod.



Aktiviti

5.2

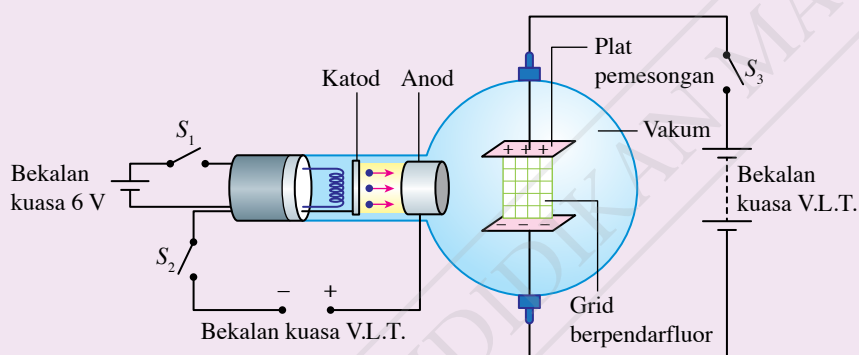
Demonstrasi guru

Tujuan: Mengkaji kesan medan elektrik ke atas sinar katod menggunakan tiub pemesanan

Radas: Tiub pemesanan, bekalan kuasa 6 V, bekalan kuasa V.L.T. dan dawai penyambung

Arahan:

1. Sediakan susunan radas seperti yang ditunjukkan dalam Rajah 5.2.



Rajah 5.2 Tiub pemesanan

2. Hidupkan suis S_1 pada bekalan kuasa 6 V dan suis S_2 pada bekalan kuasa V.L.T. Catatkan pemerhatian anda.
3. Hidupkan suis S_3 pada bekalan kuasa V.L.T. yang disambungkan ke plat pemesanan. Perhatikan pesongan sinar katod pada grid berpendarfluor.
4. Songsangkan sambungan pada bekalan kuasa V.L.T. yang disambungkan ke plat pemesanan dan ulangi langkah 3.
5. Catatkan pemerhatian anda.

Perbincangan:

Nyatakan pemerhatian anda pada grid berpendarfluor apabila;

- (a) suis S_1 dan S_2 dihidupkan,
- (b) suis S_1 , S_2 dan S_3 dihidupkan, dan
- (c) suis S_1 , S_2 dan S_3 dihidupkan dengan beza keupayaan di plat pemesanan disongsangkan.



IMBAS SAYA

Video demonstrasi
tiub pemesanan

<http://bit.ly/36crOYM>

Langkah Berjaga-jaga



- Jangan sentuh mana-mana bahagian logam tiub pemesanan apabila bekalan kuasa V.L.T. sedang digunakan.
- Pastikan suis bekalan kuasa V.L.T. dimatikan apabila tiada pemerhatian direkodkan.



Aktiviti

5.3

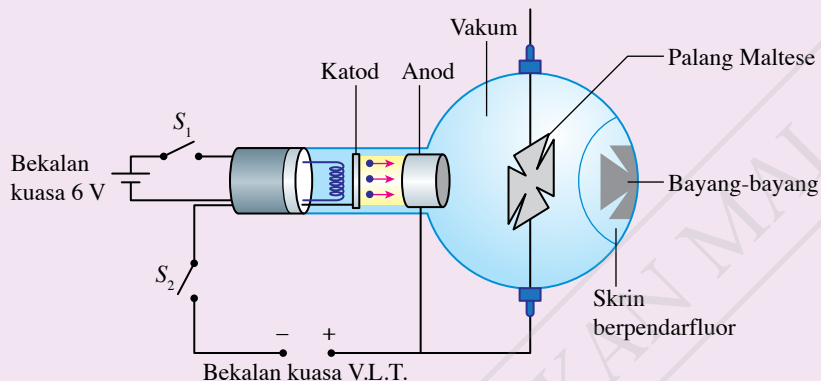
Demonstrasi guru

Tujuan: Mengkaji kesan medan magnet ke atas sinar katod menggunakan tiub palang Maltese

Radas: Tiub palang Maltese, bekalan kuasa 6 V, bekalan kuasa V.L.T., magnet bar dan dawai penyambung

Arahan:

1. Sediakan susunan radas seperti yang ditunjukkan dalam Rajah 5.3.



Rajah 5.3 Tiub palang Maltese

2. Hidupkan suis S_1 pada bekalan kuasa 6 V. Perhatikan bayang-bayang yang dihasilkan pada skrin berpendarfluor. Catatkan pemerhatian anda.
3. Hidupkan suis S_2 dan perhatikan semula bayang-bayang yang dihasilkan pada skrin berpendarfluor.
4. Dekatkan kutub utara magnet ke sisi kanan tiub palang Maltese dan perhatikan perubahan pada bayang-bayang.
5. Catatkan semua pemerhatian anda.

Perbincangan:

1. Nyatakan pemerhatian anda berkaitan dengan bayang-bayang yang terbentuk pada skrin berpendarfluor apabila;
 - (a) suis S_1 dihidupkan, dan
 - (b) suis S_1 dan S_2 dihidupkan.
 - (c) suis S_2 dan S_2 dihidupkan dan kutub utara magnet didekatkan pada sisi tiub palang Maltese
2. Terangkan pemerhatian anda apabila kutub utara magnet didekatkan pada sisi kanan tiub palang Maltese.



IMBAS SAYA

Video demonstrasi
tiub palang
Maltese

<http://bit.ly/2Quvw9N>

Langkah Berjaga-jaga

- Jangan sentuh mana-mana bahagian logam tiub palang Maltese apabila bekalan kuasa V.L.T. sedang digunakan.
- Pastikan suis bekalan kuasa V.L.T. dimatikan apabila tiada pemerhatian direkodkan.

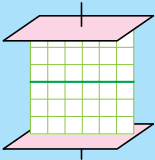
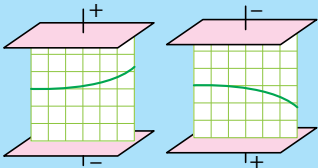
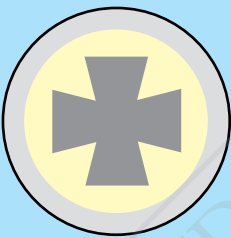
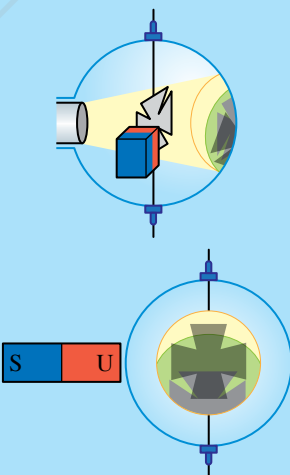


Nota

Pastikan palang Maltese dibumikan dengan betul semasa aktiviti dijalankan.

Jadual 5.1 merupakan rumusan kesan medan elektrik dan medan magnet ke atas sinar katod.

Jadual 5.1 Rumusan kesan medan elektrik dan medan magnet ke atas sinar katod

Radas	Keadaan suis	Pemerhatian	Penerangan
Tiub pemesongan	S_1 dan S_2 dihidupkan		Sinar katod bergerak secara lurus.
	S_1 , S_2 dan S_3 dihidupkan		- Sinar katod boleh dipesongkan oleh medan elektrik dan terpesong ke plat bercas positif membentuk laluan jenis parabola. - Sinar katod bercas negatif.
Tiub palang Maltese	S_1 dihidupkan		Cahaya dari filamen tungsten yang panas dihalang oleh objek legap (palang Maltese) untuk menghasilkan bayang-bayang. Cahaya bergerak secara lurus.
	S_1 dan S_2 dihidupkan		- Sinar katod dihalang oleh palang Maltese untuk menghasilkan bayang-bayang. Sinar katod bergerak secara lurus. - Sinar katod juga menghasilkan kesan berpendarflour pada skrin di sekeliling bayang-bayang. Hal ini menunjukkan sinar katod mempunyai momentum dan tenaga kinetik.
	S_1 dan S_2 dihidupkan dan magnet didekatkan pada tiub		- Satu bayang-bayang akan dihasilkan oleh cahaya filamen tungsten yang panas. - Satu bayang-bayang lagi akan dihasilkan oleh pemesongan sinar katod apabila magnet bar didekatkan pada tiub. - Arah pemesongan sinar katod boleh ditentukan oleh petua tangan kiri Fleming.

Halaju Elektron dalam Tiub Sinar Katod

Rajah 5.4 menunjukkan penghasilan sinar katod dalam sebuah tiub vakum. Tenaga keupayaan elektrik, E pada elektron boleh ditentukan sebagai:

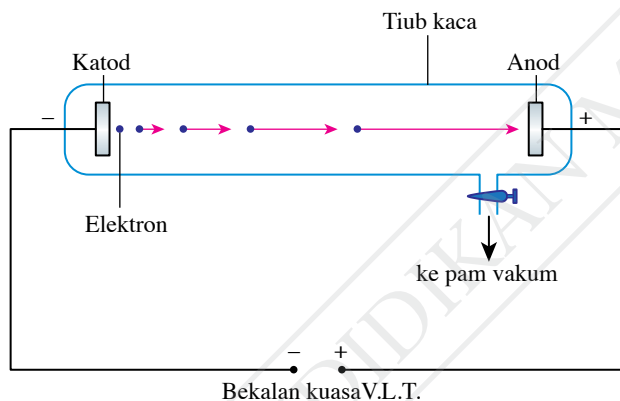
$$E = eV$$

iaitu E = tenaga keupayaan elektrik

e = cas satu elektron

V = beza keupayaan antara katod dengan anod pada bekalan kuasa V.L.T.

Cas satu elektron ialah 1.6×10^{-19} C



Rajah 5.4 Tiub sinar katod

Apabila bekalan kuasa V.L.T. dihidupkan, elektron akan ditarik oleh anod yang berkeupayaan positif. Oleh sebab tiada molekul udara dalam tiub vakum, elektron akan memecut ke anod tanpa sebarang perlanggaran. Elektron-elektron ini akan memperoleh halaju maksimum, v_{maks} apabila tiba di anod.

Menurut prinsip keabadian tenaga,

Tenaga keupayaan elektrik = Tenaga kinetik maksimum

$$eV = \frac{1}{2}mv_{\text{maks}}^2$$

iaitu e = cas satu elektron

V = beza keupayaan antara katod dengan anod

m = jisim elektron

v_{maks} = halaju maksimum elektron

Cas satu elektron ialah 1.6×10^{-19} C dan jisim elektron ialah 9.11×10^{-31} kg



Sebelum penciptaan televisyen plasma dan LCD, televisyen lama adalah berbentuk kotak dan bersaiz besar kerana televisyen tersebut menggunakan tiub sinar katod. Apakah inovasi yang membawa kepada penciptaan televisyen plasma dan LCD?

Contoh 1

Rajah 5.5 menunjukkan alur elektron dari katod yang dipecut ke arah anod dalam ruang vakum. Beza keupayaan merentasi katod dengan anod ialah 550 V.

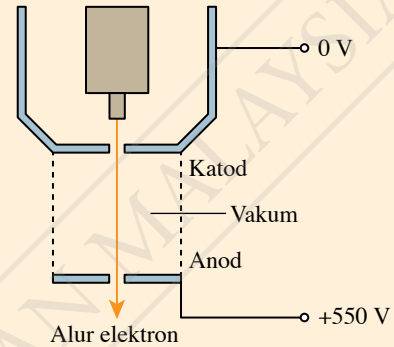
[Jisim elektron, $m = 9.11 \times 10^{-31}$ kg, cas satu elektron, $e = 1.6 \times 10^{-19}$ C]

- Berapakah tenaga keupayaan elektrik bagi satu elektron?
- Berapakah tenaga kinetik yang diperoleh elektron apabila tiba di anod?
- Berapakah halaju maksimum elektron ketika sampai di anod?

CUBA JAWAB



<http://bit.ly/35dRqU8>



Rajah 5.5

Penyelesaian

Beza keupayaan merentasi katod dengan anod, $V = 550$ V

Cas satu elektron, $e = 1.6 \times 10^{-19}$ C

Jisim elektron, $m = 9.11 \times 10^{-31}$ kg

- Tenaga keupayaan elektrik bagi satu elektron = eV
 $= 1.6 \times 10^{-19} \times 550$
 $= 8.8 \times 10^{-17}$ J
- Menurut prinsip keabadian tenaga:
Tenaga kinetik yang diperoleh elektron
= Tenaga keupayaan elektrik elektron
 $= 8.8 \times 10^{-17}$ J

$$\begin{aligned} \text{(c)} \quad \frac{1}{2}mv_{\text{maks}}^2 &= eV \\ v_{\text{maks}} &= \sqrt{\frac{2eV}{m}} \\ &= \sqrt{\frac{2 \times 8.8 \times 10^{-17}}{9.1 \times 10^{-31}}} \\ &= 1.39 \times 10^7 \text{ m s}^{-1} \end{aligned}$$

Praktis Formatif 5.1

- Apakah maksud pancaran termion dan sinar katod?
 - Nyatakan ciri-ciri sinar katod.
- Nyatakan fungsi komponen tiub sinar katod yang berikut:
 - filamen pemanas
 - katod
 - anod
 - skrin berpendarfluor
 - Mengapakah sebuah tiub sinar katod perlu dalam keadaan vakum?
- Apabila alur elektron bergerak dari katod ke anod di dalam sebuah tiub sinar katod, nyatakan:
 - jenis gerakan alur elektron,
 - penukaran jenis-jenis tenaga yang berlaku, dan
 - hubungan antara voltan bekalan kuasa V.L.T. dengan halaju elektron.
- Apabila bekalan kuasa V.L.T. 800 V disambungkan merentasi katod dan anod, berapakah halaju elektron itu? Apakah kesan ke atas halaju elektron jika beza keupayaan digandakan sebanyak empat kali?
[Cas satu elektron, $e = 1.6 \times 10^{-19}$ C, jisim elektron, $m = 9.11 \times 10^{-31}$ kg]

5.2 Diod Semikonduktor

Anda telah mempelajari bahawa penghantaran tenaga elektrik kepada pengguna melalui rangkaian adalah dalam bentuk arus ulang-alik (a.u.). Namun dalam kehidupan harian, banyak peralatan elektrik hanya dapat berfungsi menggunakan arus terus (a.t.). Oleh itu, bekalan arus ulang-alik perlu ditukarkan kepada arus terus. Gambar foto 5.1 menunjukkan diod semikonduktor yang berfungsi untuk mengubah arus ulang-alik kepada arus terus.



Aktiviti 5.4

Tujuan: Membincangkan fungsi diod semikonduktor

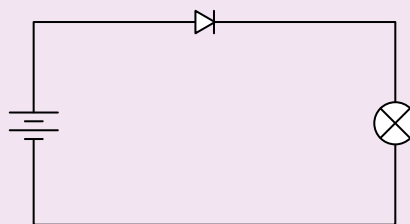
Radas: Diod, sel kering, pemegang sel, mentol dan dawai penyambung

Arahan:

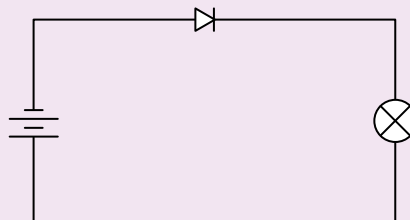
1. Sambungkan diod dalam keadaan pincang depan seperti yang ditunjukkan dalam Rajah 5.6, iaitu terminal positif sel kering disambungkan kepada anod dan terminal negatif disambungkan kepada katod.
2. Perhatikan mentol dan catatkan pemerhatian anda.
3. Songsangkan sambungan sel kering supaya diod dalam keadaan pincang songsang seperti yang ditunjukkan dalam Rajah 5.7, iaitu terminal positif sel kering disambungkan kepada katod dan terminal negatif disambungkan kepada anod.
4. Perhatikan mentol dan catatkan pemerhatian anda.

Perbincangan:

1. Apakah fungsi diod dalam aktiviti ini?
2. Tentukan keadaan apabila diod membenarkan arus mengalir melaluinya.
3. Jika sel kering ditukarkan kepada bekalan kuasa arus ulang-alik, apakah yang akan berlaku kepada mentol tersebut?



Rajah 5.6 Litar A



Rajah 5.7 Litar B

Fungsi Diod Semikonduktor

Diod semikonduktor ialah **komponen elektronik yang membenarkan arus elektrik mengalir dalam satu arah tertentu sahaja**. Diod semikonduktor dihasilkan dengan menggabungkan semikonduktor jenis-p dan semikonduktor jenis-n untuk membentuk satu simpang p-n. Jadual 5.2 menerangkan tentang sambungan diod.

Jadual 5.2 Sambungan diod dalam litar ringkas

Litar Pincang Depan	Litar Pincang Songsang
Apabila diod dipincang depan, lohong akan bergerak ke arah semikonduktor jenis-n manakala elektron akan bergerak ke arah semikonduktor jenis-p.	Apabila diod dipincang songsang, lohong dan elektron masing-masing akan bergerak menjauhi lapisan susutan.
Lapisan susutan menjadi nipis.	Lapisan susutan menjadi lebar.
Voltan simpang, V merentasi lapisan susutan berkurang dan rintangan diod menjadi sangat kecil.	Voltan simpang, V merentasi lapisan susutan meningkat sehingga mencapai beza keupayaan bateri. Rintangan diod menjadi sangat besar.
Arus boleh mengalir melalui diod dan mentol akan menyala.	Arus akan berhenti mengalir dan mentol tidak menyala.

Galeri MAKLUMAT

Semikonduktor jenis-p dan semikonduktor jenis-n terhasil menerusi proses pendopan, iaitu atom bendasing dicampurkan ke dalam struktur kekisi hablur semikonduktor tulen. Pembawa cas majoriti bagi semikonduktor jenis-p ialah lohong manakala bagi semikonduktor jenis-n ialah elektron. Lohong bertindak sebagai pembawa cas positif.

Kegunaan Diod Semikonduktor dan Kapasitor dalam Rektifikasi Arus Ulang-alik

Gambar foto 5.2 menunjukkan sebuah telefon pintar yang disambungkan kepada bekalan kuasa arus ulang-alik di rumah. Namun begitu, telefon pintar hanya dapat dicas dengan arus terus. Bagaimanakah diod semikonduktor dapat menukarkan arus ulang-alik kepada arus terus?



Gambar foto 5.2 Telefon pintar yang disambungkan kepada bekalan kuasa arus ulang-alik

Proses penukaran arus ulang-alik kepada arus terus dikenali sebagai **rektifikasi**. Terdapat dua jenis rektifikasi, iaitu rektifikasi gelombang separuh dan rektifikasi gelombang penuh.

Aktiviti 5.5

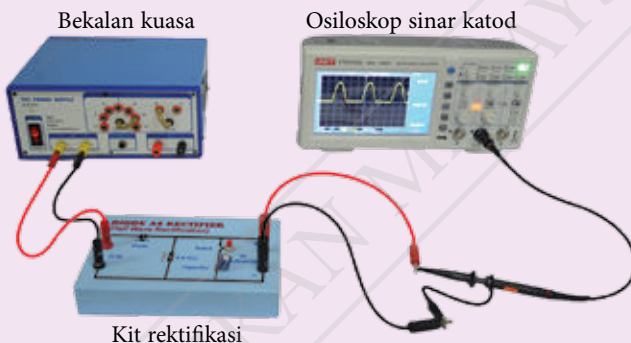
Tujuan: Membina litar rektifikasi

Radas: Kit rektifikasi, osiloskop sinar katod, perintang 100 Ω , bekalan kuasa dan dawai penyambung

Arahan:



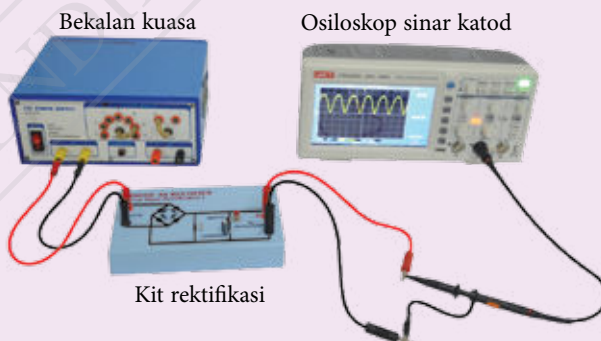
Pandangan kit rektifikasi dari atas



Gambar foto 5.3 Kit Rektifikasi gelombang separuh



Pandangan kit rektifikasi dari atas



Gambar foto 5.4 Kit rektifikasi gelombang penuh

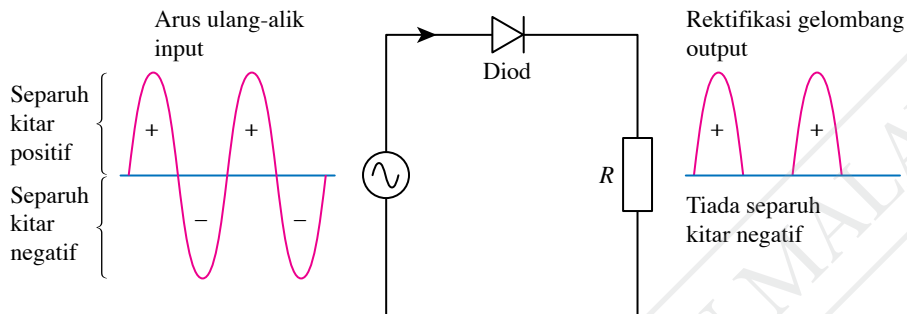
1. Sambungkan perintang 100 Ω pada bekalan kuasa arus ulang-alik 2 V. Laraskan osiloskop sinar katod sehingga bentuk gelombang sinusoid yang jelas muncul pada paparan skrin. Perhatikan bentuk gelombang sinusoid dan rekodkan pemerhatian.
2. Sambungkan kit rektifikasi gelombang separuh seperti yang ditunjukkan dalam Gambar foto 5.3. Perhatikan paparan pada skrin dan rekodkan pemerhatian.
3. Ulangi langkah 2 menggunakan kit rektifikasi gelombang penuh seperti yang ditunjukkan dalam Gambar foto 5.4.

Perbincangan:

Nyatakan kegunaan diod semikonduktor dalam litar rektifikasi.

Rektifikasi Gelombang Separuh

Satu kitaran lengkap arus ulang-alik terdiri daripada dua separuh kitar, iaitu separuh kitar positif dan separuh kitar negatif. Semasa separuh kitar positif, diod semikonduktor adalah **pincang depan** dan membenarkan arus mengalir melaluinya. Semasa separuh kitar negatif, diod semikonduktor adalah **pincang songsang** dan tiada pengaliran arus. Proses rektifikasi separuh kitar ini dinamakan **rektifikasi gelombang separuh** seperti yang ditunjukkan dalam Rajah 5.8.



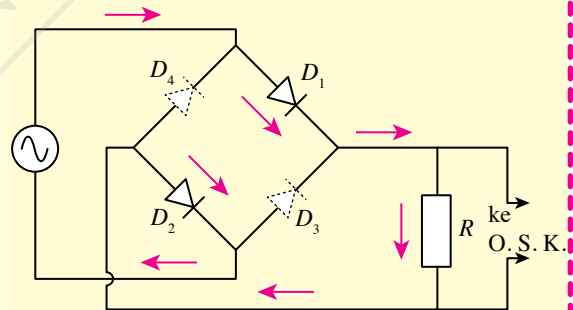
Rajah 5.8 Rektifikasi gelombang separuh

Rektifikasi Gelombang Penuh

Susunan empat diod seperti yang ditunjukkan dalam Rajah 5.9 dan Rajah 5.10 dinamakan **rektifier tetimbang**. Susunan ini membenarkan arus mengalir dalam satu kitar lengkap pada arah yang sama melalui beban, R .

Separuh kitar positif

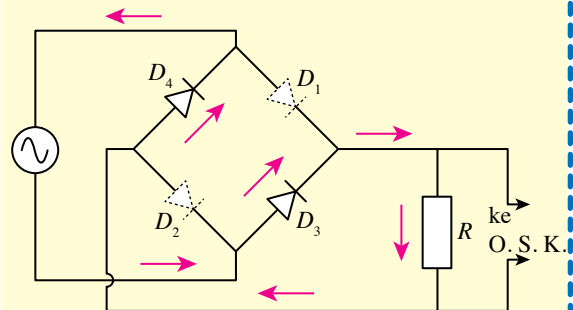
- Diod, D_1 dan D_2 adalah pincang depan manakala diod, D_3 dan D_4 adalah pincang songsang.
- Oleh itu, D_1 dan D_2 mengalirkan arus manakala D_3 dan D_4 menghalang arus seperti yang ditunjukkan dalam Rajah 5.9.



Rajah 5.9

Separuh kitar negatif

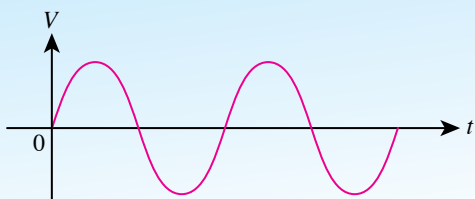
- Diod, D_3 dan D_4 adalah pincang depan manakala diod, D_1 dan D_2 adalah pincang songsang.
- Oleh itu, D_3 dan D_4 mengalirkan arus manakala D_1 dan D_2 menghalang arus seperti yang ditunjukkan dalam Rajah 5.10.



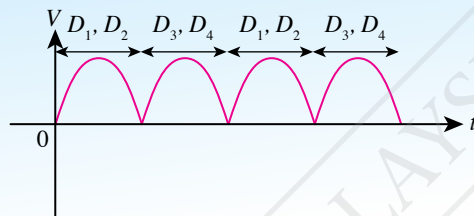
Rajah 5.10

Proses rektifikasi yang membenarkan arus mengalir dalam satu litar lengkap pada satu arah yang sama dikenali sebagai **rektifikasi gelombang penuh**. Paparan rektifikasi gelombang penuh pada skrin osiloskop sinar katod ditunjukkan dalam Rajah 5.11.

Bentuk gelombang input



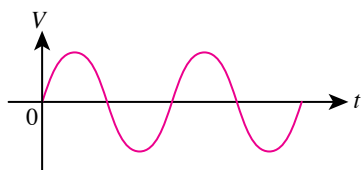
Bentuk gelombang output



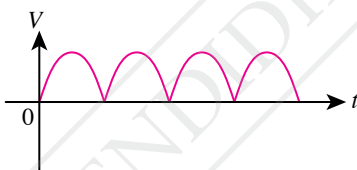
Rajah 5.11 Paparan rektifikasi gelombang penuh pada osiloskop sinar katod

Galeri MAKLUMAT

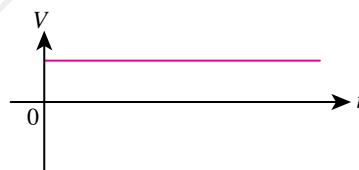
Berikut adalah beberapa jenis arus lazim yang diperoleh dalam kajian elektronik. Arus terus yang rata adalah penting untuk litar berfungsi dengan baik.



(a) Contoh arus ulang-alik



(b) Contoh arus terus



(c) Contoh arus terus yang mantap

Kapasitor sebagai Perata Arus

Rektifikasi gelombang separuh dan gelombang penuh menghasilkan arus output yang tidak rata. Oleh itu, kapasitor sebagai perata arus perlu digunakan dalam litar rektifikasi.



Aktiviti 5.6

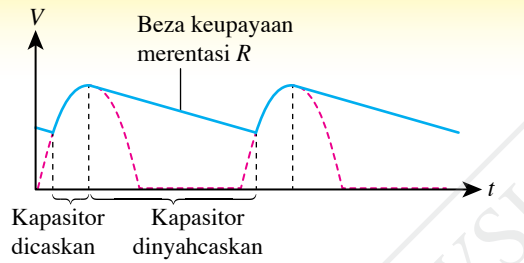
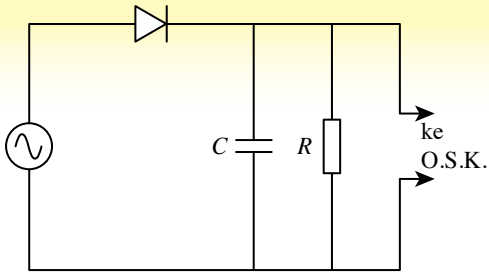
Tujuan: Mengumpul maklumat fungsi kapasitor dalam litar rektifikasi

Arahan:

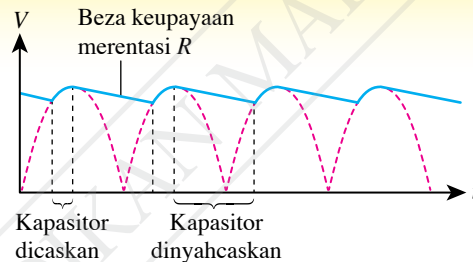
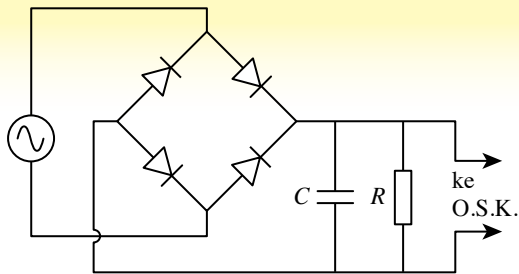
1. Jalankan aktiviti ini secara berpasangan.
2. Kumpulkan maklumat tentang:
 - (a) fungsi kapasitor dalam litar rektifikasi
 - (b) faktor-faktor yang mempengaruhi kesan perataan arus seperti nilai kapasitans dan jenis kapasitor
3. Anda boleh dapatkan maklumat tersebut daripada laman sesawang atau sumber bacaan di pusat sumber sekolah.
4. Bentangkan hasil dapatan anda.



Perataan Output Rektifikasi Gelombang Separuh



Perataan Output Rektifikasi Gelombang Penuh



Rajah 5.12 Perataan output rektifikasi gelombang separuh dan gelombang penuh oleh kapasitor

- Kapasitor, C disambungkan selari dengan beban, R . Apabila bekalan kuasa dihidupkan, arus output boleh diratakan.
- Ketika beza keupayaan meningkat, kapasitor akan dicas dan tenaga disimpan dalam kapasitor tersebut.
- Ketika beza keupayaan menyusut, kapasitor akan dinyahcas agar arus output tidak menurun ke nilai sifar. Tenaga yang disimpan dalam kapasitor akan mengekalkan beza keupayaan merentasi perintang, R .
- Daripada bentuk gelombang output yang diratakan, maka kapasitor berfungsi sebagai perata arus.

Praktis Formatif 5.2

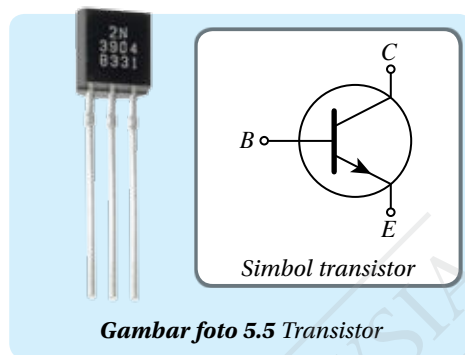
- Apakah maksud istilah yang berikut?
 - Diod semikonduktor
 - Keadaan pincang depan
 - Rektifikasi
- Lukiskan satu litar rektifikasi gelombang penuh menggunakan empat diod semikonduktor. Kemudian, lakarkan paparan skrin voltan output pada osiloskop sinar katod jika satu diod semikonduktor itu terbakar. 🚬
- Namakan komponen elektronik yang digunakan untuk meratakan arus output litar rektifikasi gelombang penuh.
 - Terangkan prinsip kerja komponen elektronik di 3(a).

5.3 Transistor

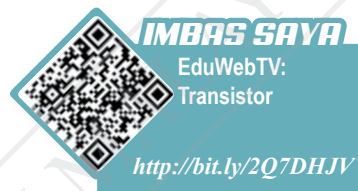
Gambar foto 5.5 menunjukkan transistor. **Transistor** merupakan **satu komponen elektronik yang mempunyai tiga terminal, iaitu pengeluar, E, tapak, B dan pengumpul, C**. Apakah fungsi transistor?

Pengeluar, E berfungsi membekalkan pembawa cas kepada pengumpul. Tapak, B merupakan lapisan nipis di bahagian tengah transistor untuk mengawal pengaliran pembawa cas daripada pengeluar ke pengumpul. Pengumpul, C pula berfungsi untuk menerima pembawa cas daripada pengeluar.

Terdapat dua jenis transistor, iaitu transistor npn dan transistor pnp seperti yang ditunjukkan dalam Jadual 5.3.



Gambar foto 5.5 Transistor



Jadual 5.3 Transistor npn dan transistor pnp

Transistor npn	Transistor pnp
Anak panah dalam simbol menunjukkan arah aliran arus dari B ke E.	Anak panah dalam simbol menunjukkan arah aliran arus dari E ke B.



Aktiviti 5.1

KIAK / KMK

Tujuan: Mengumpul maklumat tentang:

- Transistor npn dan transistor pnp
- Litar yang menggunakan transistor npn dan transistor pnp

Arahan:

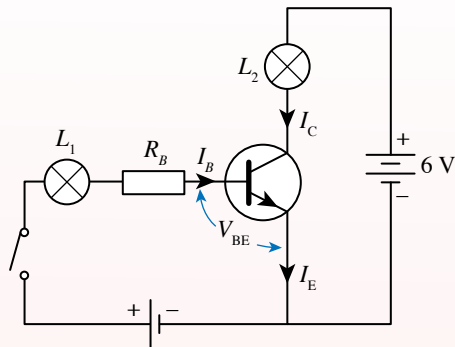
1. Jalankan aktiviti ini secara berkumpulan.
2. Dapatkan maklumat daripada pelbagai sumber bacaan dan carian di laman sesawang tentang:
 - (a) terminal-terminal dalam transistor
 - (b) transistor npn dan transistor pnp
3. Bincangkan litar bertransistor tentang:
 - (a) litar tapak dan litar pengumpul
 - (b) voltan minimum yang perlu dicapai oleh litar tapak untuk menghidupkan litar pengumpul
 - (c) rintangan litar tapak untuk mengehadkan arus tapak
4. Bentangkan hasil dapatan anda dalam bentuk peta pemikiran yang sesuai.

Transistor banyak digunakan dalam litar digital seperti komputer. Apakah ciri-ciri litar bertransistor? Bagaimanakah transistor npn dan transistor pnp disambungkan dalam litar?

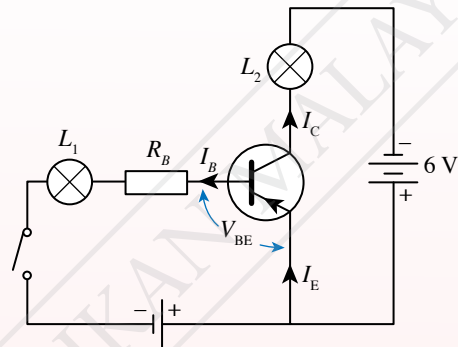
Satu litar bertransistor mengandungi dua bahagian utama, iaitu litar tapak dan litar pengumpul. Rajah 5.13 menunjukkan litar transistor npn dan litar transistor pnp.

INFO Celik

Bagi transistor pnp, kekutuban bateri bagi kedua-dua litar tapak dan litar pengumpul perlu diterbalikkan. Dengan ini, arah pengaliran arus tapak, I_B , arus pengeluar, I_E dan arus pengumpul, I_C juga disongsangkan.



(a) Transistor npn



(b) Transistor pnp

Rajah 5.13 Litar bertransistor

- Apabila suis terbuka, mentol L_1 tidak menyala kerana litar tapak tidak lengkap dan arus tapak, I_B ialah sifar.
- Mentol L_2 tidak menyala walaupun litar pengumpul adalah lengkap kerana transistor tidak dihidupkan dan arus pengumpul, I_C ialah sifar.
- Apabila suis tertutup, mentol L_1 menyala dengan malap kerana perintang, R_B berintang tinggi dan arus tapak, I_B adalah sangat kecil. Mentol L_2 menyala dengan terang kerana arus pengumpul, I_C adalah besar berbanding dengan arus tapak, I_B .
- Arus tapak yang kecil menghasilkan suatu voltan, V_{BE} . Apabila V_{BE} mencapai satu nilai minimum, litar pengumpul akan dihidupkan.
- Arus tapak, I_B dapat mengawal pengaliran arus pengumpul, I_C . Keadaan ini membolehkan transistor bertindak sebagai suis.
- Rintangan, R_B adalah besar untuk menghadkan arus tapak, I_B supaya transistor tidak menjadi panas dan terbakar.

Fungsi Transistor sebagai Amplifier Arus

Transistor mampu menggandakan arus elektrik. Dalam Rajah 5.14, suara penyanyi dapat diamplifikasikan melalui sistem pembesar suara.



Rajah 5.14

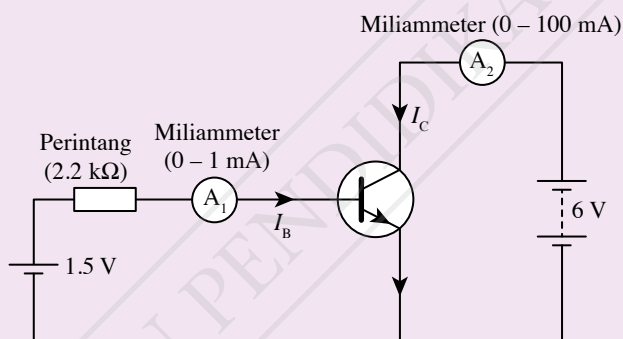
Aktiviti 5.8

Tujuan: Mengkaji kegunaan transistor sebagai amplifier arus

Radas: Kit litar transistor, perintang ($2.2\text{ k}\Omega$, $3.9\text{ k}\Omega$, $4.7\text{ k}\Omega$, $6.8\text{ k}\Omega$ dan $8.2\text{ k}\Omega$), miliammeter ($0 - 1\text{ mA}$), miliammeter ($0 - 100\text{ mA}$), bekalan kuasa 6 V , sel kering 1.5 V , pemegang sel dan dawai penyambung

Arahan:

1. Susun litar seperti yang ditunjukkan dalam Rajah 5.15 menggunakan perintang $2.2\text{ k}\Omega$.



Rajah 5.15

2. Catatkan bacaan A_1 sebagai I_B dan A_2 sebagai I_C dalam Jadual 5.4.
3. Gantikan perintang $2.2\text{ k}\Omega$ kepada perintang $3.9\text{ k}\Omega$, $4.7\text{ k}\Omega$, $6.8\text{ k}\Omega$ dan $8.2\text{ k}\Omega$ dan ulangi langkah 3.

Keputusan:

Jadual 5.4

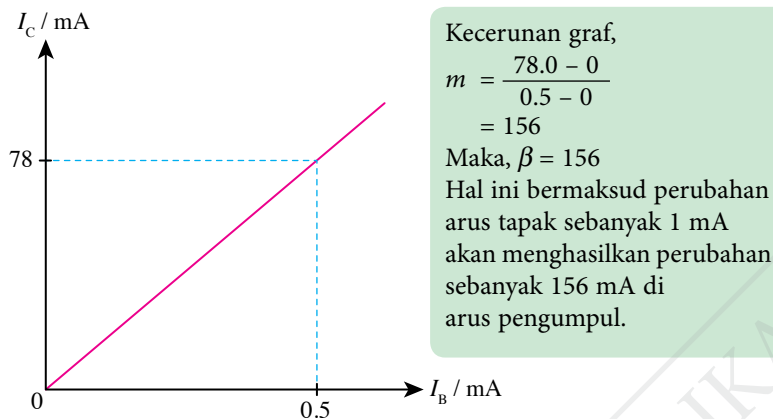
Rintangan / $\text{k}\Omega$	2.2	3.9	4.7	6.8	8.2
I_B / mA					
I_C / mA					

Perbincangan:

1. Berdasarkan keputusan dalam Jadual 5.4, plotkan graf I_C melawan I_B .
2. Tentukan kecerunan graf anda dan hitungkan faktor penggandaan amplifier, β .

$$\beta = \frac{I_C}{I_B}$$

Berdasarkan Aktiviti 5.8, anda akan memperoleh graf I_C melawan I_B yang menunjukkan satu garis lurus melalui titik asalan dengan kecerunan positif seperti yang ditunjukkan dalam Rajah 5.16. Hal ini membuktikan bahawa apabila tiada arus tapak mengalir ($I_B = 0$), maka tiada arus pengumpul ($I_C = 0$). Semakin bertambah arus tapak, semakin bertambah arus pengumpul, I_C . Nilai kecerunan graf merupakan faktor penggandaan amplifier, β .



Rajah 5.16 Graf I_C melawan I_B

Pertambahan arus tapak, I_B yang kecil akan menghasilkan perubahan yang besar dalam arus pengumpul, I_C . Dengan ini, transistor berfungsi sebagai **amplifier arus**.

Dalam suatu litar bertransistor, bekalan kuasa atau bateri akan membekalkan beza keupayaan yang tetap. Transistor memerlukan suatu beza keupayaan, V_{BE} yang melebihi voltan minimum untuk berfungsi. Untuk memperoleh beza keupayaan yang kecil ini, suatu litar pembahagi voltan boleh digunakan.

Dalam kaedah pembahagi voltan, dua perintang dengan rintangan, R_1 dan R_2 perlu disambungkan secara bersiri dengan bekalan kuasa, V_{in} seperti yang ditunjukkan dalam Rajah 5.17. Disebabkan arus yang sama mengalir melalui kedua-dua perintang, maka hubungan antara voltan dengan rintangan adalah seperti persamaan yang berikut:

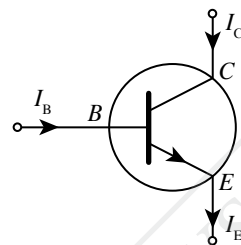
$$V_{out} = \frac{R_2}{R_1 + R_2} V_{in}$$

Kegunaan Transistor sebagai Suis Automatik

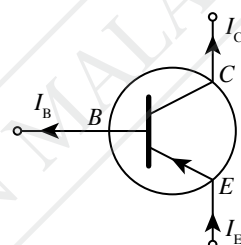
Dalam suatu litar bertransistor, arus tidak mengalir dalam litar pengumpul kecuali jika terdapat arus mengalir dalam litar tapak. Hal ini bermakna transistor boleh berfungsi sebagai suis dengan menghidupkan atau mematikan arus tapak. Kaedah pembahagi voltan yang telah dipelajari boleh diguna pakai untuk mengawal arus tapak bagi menghidupkan atau mematikan transistor secara automatik.

INFO Celik

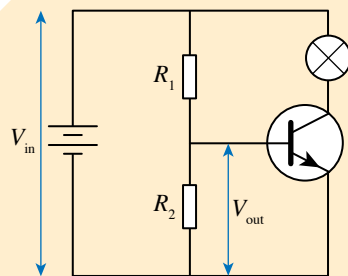
Transistor npn



Transistor pnp



- Jika $I_B = 0$, maka $I_C = 0$
- $I_B < I_C < I_E$
- $\beta = \frac{I_C}{I_B}$



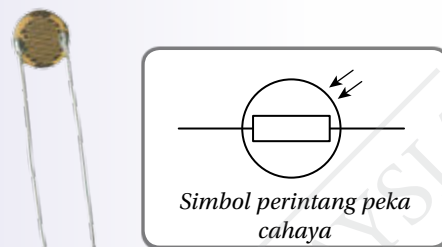
Rajah 5.17 Pembahagi voltan

Galeri MAKLUMAT

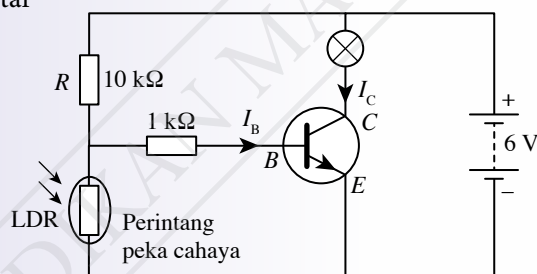
V_{BE} yang minimum untuk menghidupkan transistor silikon dan transistor germanium ialah 0.7 V dan 0.3 V masing-masing.

Perintang peka cahaya dalam suis kawalan cahaya

- Perintang peka cahaya (LDR) ialah sejenis perintang. Nilai rintangannya berubah dengan keamatan cahaya. Nilai rintangan LDR adalah tinggi apabila keamatan cahaya rendah dan sebaliknya.
- Dalam keadaan gelap, rintangan LDR adalah sangat tinggi. Berdasarkan konsep pembahagi voltan, nilai voltan merentasi LDR, V_{LDR} akan meningkat. Apabila nilai V_{LDR} melebihi voltan minimum merentasi B dan E , arus tapak I_B akan mengalir dan menghidupkan transistor. Keadaan ini menyebabkan arus pengumpul I_C yang tinggi mengalir dalam litar pengumpul dan mentol akan menyala.
- Dalam keadaan cerah, rintangan LDR adalah rendah. Maka, nilai V_{LDR} akan berkurang. Apabila nilai V_{LDR} adalah kurang daripada voltan minimum merentasi B dan E , maka tiada arus tapak, I_B yang mengalir untuk menghidupkan transistor. Keadaan ini menyebabkan arus pengumpul I_C tidak dapat mengalir dan mentol tidak menyala.
- Litar ini digunakan dalam lampu jalan automatik.



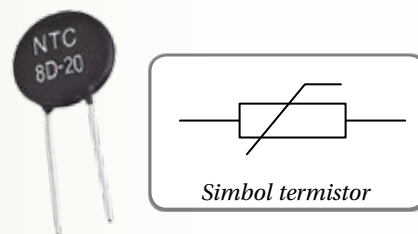
Gambar foto 5.6 Perintang peka cahaya



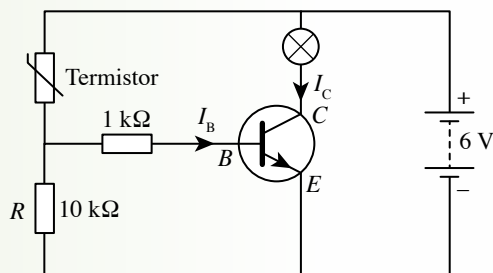
Rajah 5.18 Litar suis kawalan cahaya

Termistor dalam penggera kawalan suhu

- Termistor ialah sejenis perintang. Nilai rintangannya berubah dengan mengikut suhu persekitaran. Rintangannya adalah tinggi dalam keadaan suhu bilik (suhu rendah).
- Apabila suhu di sekitar termistor meningkat, rintangannya menjadi rendah dan voltan merentasi termistor juga berkurang. Berdasarkan konsep pembahagi voltan, apabila voltan merentasi termistor berkurang, voltan merentasi perintang R , V_R akan meningkat. Apabila nilai V_R melebihi voltan minimum merentasi B dan E , arus tapak, I_B akan mengalir dan transistor dapat dihidupkan. Keadaan ini menghasilkan nilai arus pengumpul I_C yang tinggi mengalir dalam litar dan mentol akan bernyala.
- Litar ini sesuai sebagai suis automatik dalam sistem penggera kawalan suhu.



Gambar foto 5.7 Termistor



Rajah 5.19 Litar penggera kawalan suhu



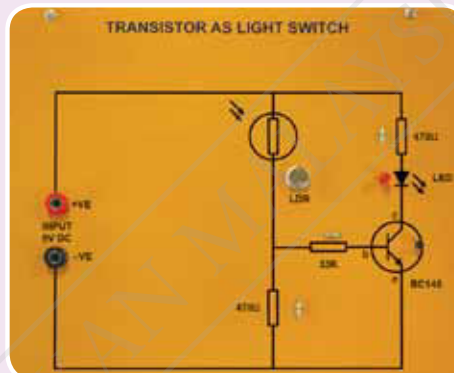
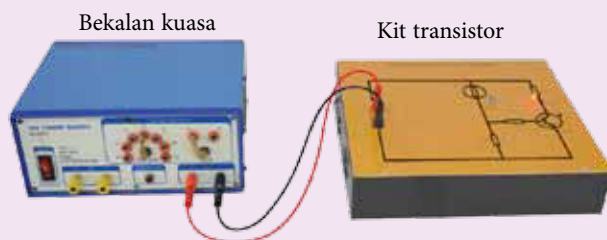
Aktiviti 5.9

Tujuan: Mengkaji fungsi transistor sebagai suis automatik menggunakan kit transistor

A Suis Kawalan Cahaya

Radas: Kit transistor suis kawalan cahaya, bekalan kuasa dan dawai penyambung

Arahan:



Pandangan kit transistor dari atas

Gambar foto 5.8 Kit transistor suis kawalan cahaya

1. Sambungkan kit transistor suis kawalan cahaya kepada bekalan kuasa a.t. 6 V.
2. Hidupkan suis bekalan kuasa dan perhatikan sama ada lampu LED menyala atau sebaliknya.
3. Kemudian, tutup LDR dengan satu jari. Perhatikan sama ada lampu LED menyala atau sebaliknya.

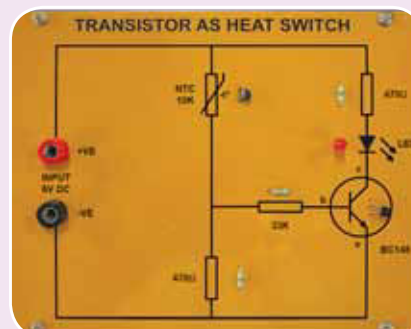
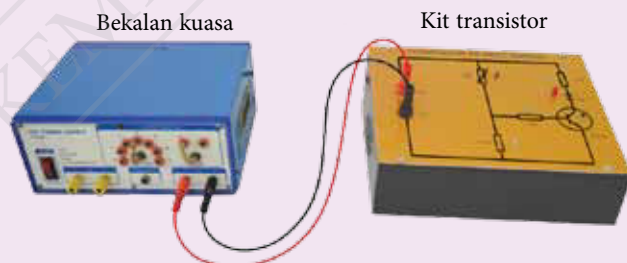
Perbincangan:

1. Terangkan pemerhatian anda;
(a) selepas bekalan kuasa dihidupkan, dan
(b) semasa LDR ditutup dengan satu jari.
2. Bagaimanakah transistor berfungsi sebagai suis automatik kawalan cahaya?

B Penggera Kawalan Suhu

Radas: Kit transistor penggera kawalan suhu, bekalan kuasa dan dawai penyambung

Arahan:



Pandangan kit transistor dari atas

Gambar foto 5.9 Kit transistor penggera kawalan suhu

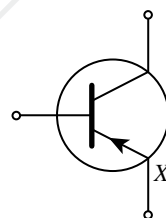
1. Sambungkan kit transistor penggera kawalan suhu kepada bekalan kuasa a.t. 6 V.
2. Hidupkan suis bekalan kuasa dan perhatikan sama ada lampu LED menyala atau sebaliknya.
3. Gosokkan tangan anda sehingga panas dan sentuh termistor. Perhatikan sama ada lampu LED menyala atau sebaliknya.

Perbincangan:

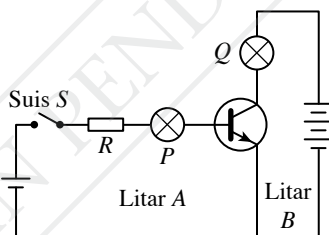
1. Terangkan pemerhatian anda;
 - (a) selepas bekalan kuasa dihidupkan, dan
 - (b) semasa termistor disentuh dengan jari yang panas.
2. Bagaimanakah transistor berfungsi sebagai suis automatik penggera kawalan suhu?
3. Apakah pengubahsuaian yang perlu dilakukan supaya lampu LED boleh digantikan dengan satu loceng elektrik?

Praktis Formatif 5.3

1. Rajah 5.20 menunjukkan simbol bagi satu peranti elektronik.
 - (a) Apakah nama peranti elektronik tersebut?
 - (b) Apakah fungsi terminal X pada peranti elektronik tersebut?
2. Rajah 5.21 menunjukkan litar bertransistor yang terdiri daripada dua litar, iaitu litar A dan litar B. Apabila suis S ditutup, mentol P menyala dengan malap manakala mentol Q menyala dengan terang.

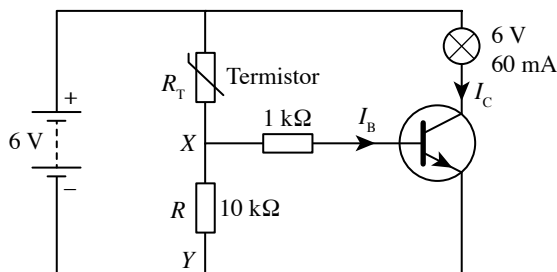


Rajah 5.20

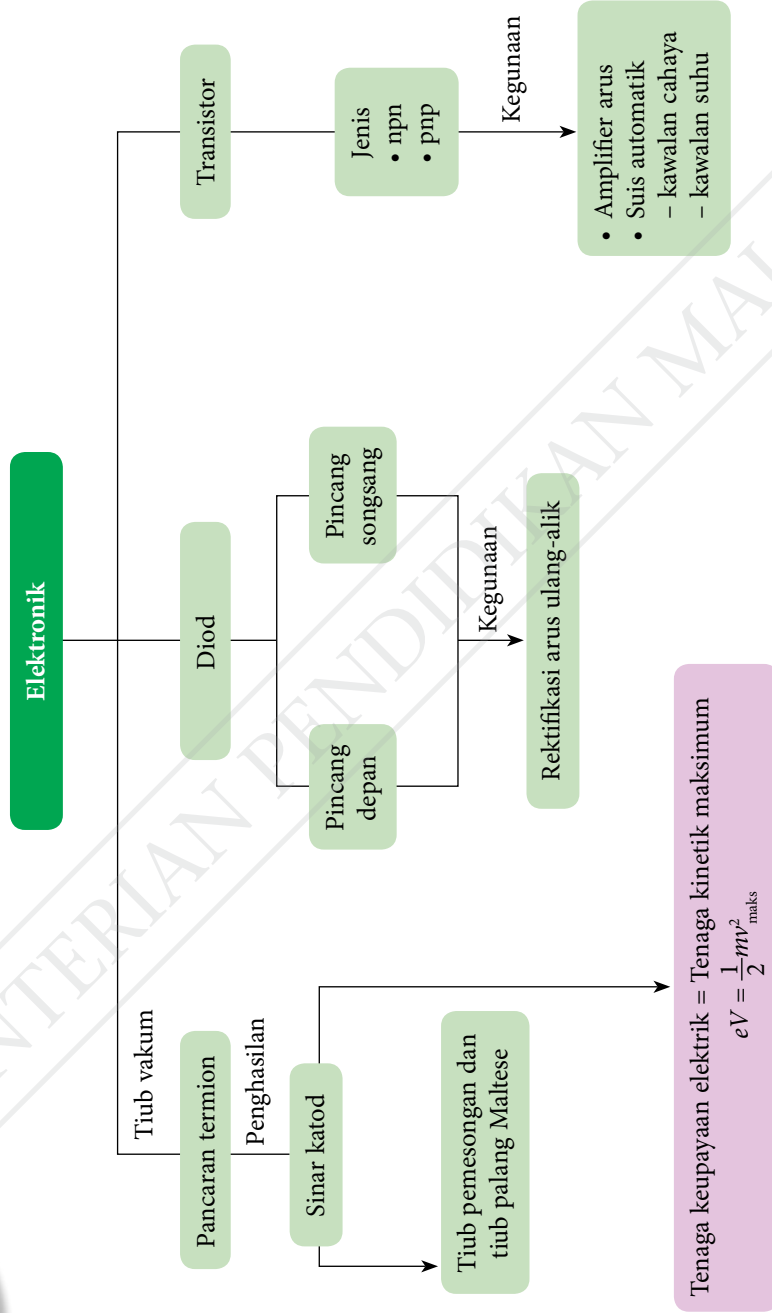


Rajah 5.21

- (a) Namakan litar A dan litar B.
 - (b) Mengapakah mentol P menyala dengan malap apabila suis, S ditutup?
 - (c) Lukiskan pengubahsuaian litar bertransistor tersebut jika transistor npn digantikan dengan transistor pnp. 🧠
3. Rajah 5.22 menunjukkan litar penggera kawalan suhu. Perintang, R mempunyai rintangan $10\text{ k}\Omega$. Beza keupayaan merentasi XY mestilah sekurang-kurangnya 5.5 V untuk menyalakan mentol 6 V , 60 mA . Berapakah rintangan termistor, R_T apabila mentol itu menyala? 🧠



Rajah 5.22



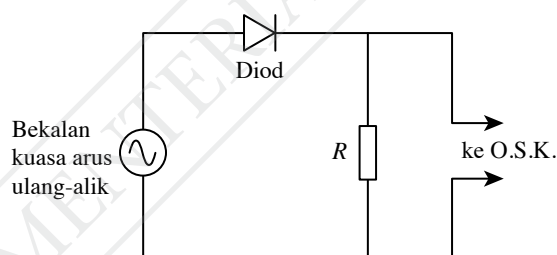


- Perkara baharu yang saya pelajari dalam bab Elektronik ialah _____.
- Perkara paling menarik yang saya pelajari dalam bab ini ialah _____.
- Perkara yang saya masih kurang fahami ialah _____.
- Prestasi saya dalam bab ini.
Kurang baik 1 2 3 4 5 Sangat baik
- Saya perlu _____ untuk meningkatkan prestasi saya dalam bab ini.

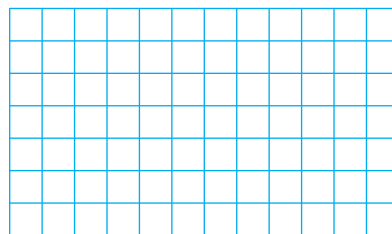


Praktis Sumatif

- (a) Lukiskan satu litar elektronik menggunakan simbol-simbol elektronik yang sesuai untuk menunjukkan diod semikonduktor berada dalam keadaan pincang depan.
(b) Apakah yang akan terjadi jika sambungan bateri di 1(a) disongsangkan?
- Rajah 1 menunjukkan litar rektifikasi gelombang separuh yang disambungkan kepada bekalan kuasa arus ulang-alik dan osiloskop sinar katod (O.S.K.).

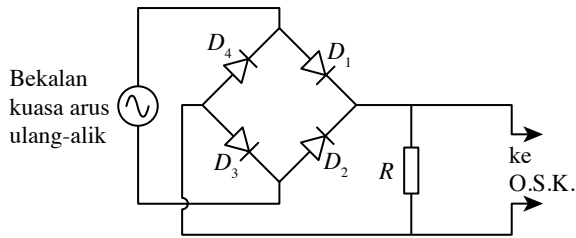


Rajah 1

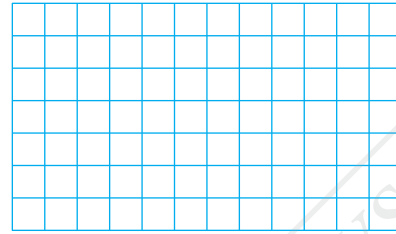


- Lakarkan paparan pada skrin osiloskop sinar katod.
- Jika satu kapasitor disambungkan secara selari dengan perintang R , lakarkan perubahan paparan pada skrin osiloskop sinar katod.

3. Rajah 2 menunjukkan satu litar rektifikasi gelombang penuh yang disambungkan kepada bekalan kuasa arus ulang-alik dan osiloskop sinar katod (O.S.K.).



Rajah 2



- (a) Lukiskan anak panah untuk menunjukkan pengaliran arus melalui diod semasa separuh kitar positif dan separuh kitar negatif.

Petunjuk:

- Kitar positif
- Kitar negatif

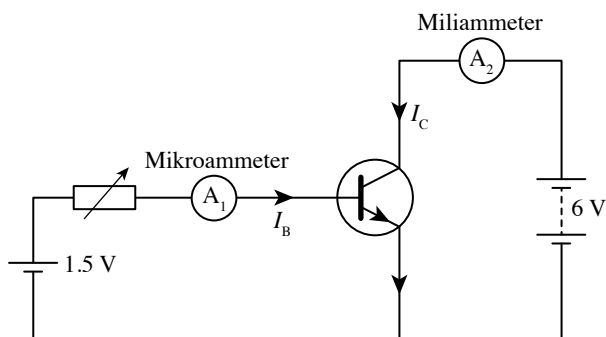
- (b) Lakarkan paparan pada skrin osiloskop sinar katod jika sebuah kapasitor disambungkan selari dengan perintang, R . Apakah peranan kapasitor itu?
- (c) Apakah akan terjadi kepada arus output jika sambungan diod, D_1 disongsangkan? 🧠
4. Jadual 1 menunjukkan komponen-komponen utama yang diperlukan untuk membolehkan transistor berfungsi sebagai suis automatik kawalan cahaya.

Jadual 1

LDR	R	S
LED		

- (a) Lukiskan litar suis automatik transistor menggunakan komponen yang disediakan dalam jadual di atas. 🧠
- (b) Bincangkan sama ada LED itu menyala apabila LDR berada dalam keadaan cerah. 🧠
- (c) Nyatakan pengubahsuaian litar suis automatik transistor tersebut kepada litar penggera kawalan suhu supaya penggera akan berbunyi apabila suhu di sekitarnya menjadi terlalu panas. 🧠

5. Rajah 3 menunjukkan satu litar elektronik untuk mengkaji peranan transistor npn dalam litar tersebut. Bacaan I_B dan I_C diambil daripada kedua-dua mikroammeter, A_1 dan miliammeter, A_2 . Reostat dilaraskan untuk mendapatkan nilai I_B dan I_C yang berbeza seperti yang ditunjukkan dalam Jadual 2.



Rajah 3

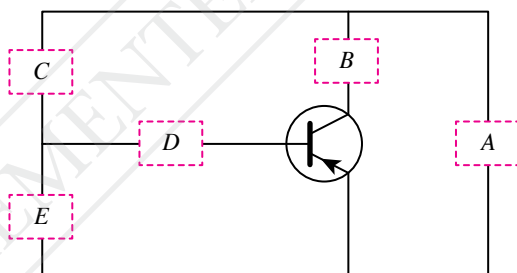
Jadual 2

$I_B / \mu A$	I_C / mA
0	0
20	2.1
40	4.2
60	6.3
80	8.4

- Plotkan graf I_C melawan I_B .
- Berdasarkan graf anda di 5(a):
 - nyatakan hubungan antara I_B dengan I_C dan jelaskan jawapan anda
 - jelaskan peranan transistor dalam litar tersebut
- Lukiskan litar elektronik yang baharu jika transistor npn digantikan dengan transistor pnp.

Cabaran Abad ke-21

6. Amar menjalankan satu projek elektronik untuk mereka cipta litar suis automatik bagi sistem penggera kebakaran. Rajah 4 menunjukkan satu litar elektronik yang belum lengkap. Jadual 3 menunjukkan sembilan komponen yang mungkin boleh digunakan untuk melengkapkan litar tersebut.



Rajah 4

Jadual 3

Kapasitor	Diod	Termistor
Reostat	Loceng elektrik	Bateri
Perintang	Transformer	Bekalan kuasa a.u.

- Berdasarkan pengetahuan anda tentang elektronik, pilih mana-mana komponen yang sesuai dalam Jadual 3 untuk melengkapkan litar transistor sebagai suis automatik bagi sistem penggera kebakaran.
- Nyatakan kewajaran bagi setiap pilihan anda.

BAB



Fizik Nuklear

Apakah yang dimaksudkan dengan reputan radioaktif?

Apakah maksud separuh hayat?

Bagaimanakah siri reputan uranium dapat digunakan untuk menentukan usia batu-batuan dan Bumi?

Apakah yang dimaksudkan pembelahan nukleus dan pelakuran nukleus?

Apakah hubungan antara tenaga nuklear dengan cacat jisim?

Adakah wajar loji reaktor nuklear dibina di Malaysia?

Anda akan mempelajari:

6.1 Reputan Radioaktif

6.2 Tenaga Nuklear



Portal Informasi

Pelakuran nukleus hidrogen berlaku secara semula jadi dalam teras Matahari pada suhu kira-kira 15.6 juta kelvin dan tekanan 250 bilion kali ganda tekanan atmosfera Bumi. Lebih 560 juta tan hidrogen bercantum menjadi helium dalam masa sesaat. Tenaga nuklear yang dibebaskan dalam tindak balas pelakuran tersebut merupakan sumber tenaga cahaya dan haba bagi Matahari dan bintang di angkasa lepas.

Kini, para saintis telah pun berjaya mereka bentuk reaktor pelakuran Tokamak yang bersaiz kecil di dalam makmal. Tenaga haba yang terhasil melalui tindak balas nuklear (pelakuran nuklear) digunakan untuk menjana kuasa elektrik. Jika teknologi sedemikian dapat dikomersialkan, kebergantungan kepada penggunaan sumber bahan api seperti petroleum dan arang batu dalam penjanaan kuasa elektrik dapat diatasi pada masa depan.



<http://bit.ly/2R4fNhH>

Kepentingan Bab Ini

Pengetahuan mengenai fizik nuklear membolehkan para jurutera dan saintis mereka bentuk loji reaktor nuklear yang lebih selamat untuk penjanaan tenaga elektrik. Pengetahuan ini juga membolehkan pengendalian sisa loji nuklear dengan cermat dan berkesan bagi mengelakkan pencemaran alam sekitar dan menjamin kesejahteraan ekosistem di bumi. Kemajuan sedemikian akan membawa kepada kelestarian sumber tenaga dan peningkatan produktiviti di negara kita.

Lensa Futuristik

Penyelidikan tentang pembinaan reaktor pelakuran nuklear untuk memenuhi permintaan penjanaan kuasa elektrik yang semakin bertambah mungkin akan tercapai pada masa akan datang. Tenaga dari pelakuran nuklear merupakan tenaga alternatif yang mampu mengurangkan penggunaan petroleum dan arang batu. Tenaga alternatif ini adalah lebih efisien, jejak karbon sifar dan memberikan kesan minimum kepada ekosistem bumi kita apabila dikawal dengan rapi.



<http://bit.ly/39VbhUL>

6.1

Reputan Radioaktif

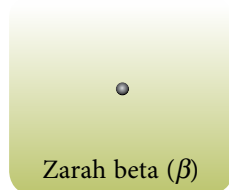
Reputan radioaktif merupakan proses nukleus tidak stabil menjadi nukleus stabil dengan memancarkan sinaran radioaktif. Proses ini berlaku secara rawak dan spontan. Terdapat tiga jenis sinaran radioaktif, iaitu zarah alfa (α), zarah beta (β) dan sinar gama (γ).

Galeri MAKLUMAT

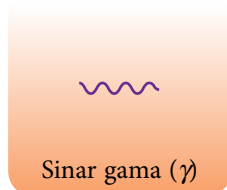
Reputan radioaktif adalah rawak dan spontan kerana tidak dipengaruhi oleh suhu, tekanan dan faktor fizikal yang lain.



Zarah alfa (α)



Zarah beta (β)



Sinar gama (γ)



IMBAS KEMBALI



Keradioaktifan

<http://bit.ly/2QIBPMO>

ly/2QIBPMO

Rajah 6.1 Tiga jenis sinaran radioaktif



Aktiviti

6.1

KIAK / KMK

Tujuan: Bincangkan persamaan reputan radioaktif

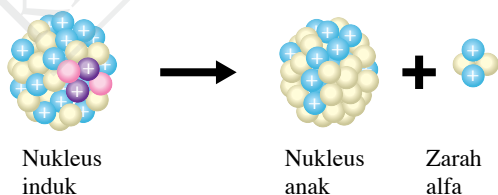
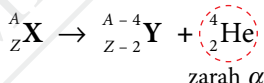
Arahan:

1. Jalankan aktiviti ini secara berkumpulan.
2. Dapatkan maklumat dari pelbagai sumber bacaan atau di laman sesawang tentang perubahan nukleus selepas reputan radioaktif.
3. Bincangkan:
 - (a) contoh-contoh persamaan reputan bagi reputan α , reputan β dan reputan γ
 - (b) perubahan komposisi nukleus selepas setiap jenis reputan radioaktif tersebut berlaku
4. Bentangkan hasil dapatan kumpulan anda.

Persamaan bagi Reputan Alfa (α)

Zarah alfa ialah nukleus helium yang terdiri daripada dua proton dan dua neutron. Dalam reputan alfa, nukleus yang tidak stabil mengeluarkan satu zarah alfa untuk menjadi nukleus unsur baharu yang lebih stabil. Rajah 6.2 menunjukkan proses reputan bagi alfa.

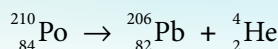
Persamaan am bagi reputan α adalah seperti yang berikut:



Rajah 6.2 Reputan alfa

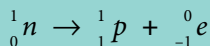
Nukleus induk mempunyai nombor proton, Z dan nombor nukleon, A . Selepas reputan α , nukleus anak mempunyai nombor proton, $Z - 2$ dan nombor nukleon, $A - 4$.

Contoh reputan α :



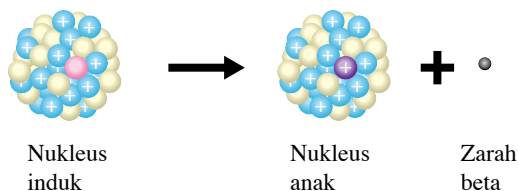
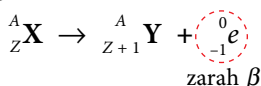
Persamaan bagi Reputan Beta (β)

Zarah beta ialah elektron yang bergerak pantas. Dalam reputan beta, sebiju neutron dalam nukleus yang tidak stabil terurai kepada satu proton dan satu elektron seperti persamaan yang berikut:



Proton yang terhasil kekal dalam nukleus manakala elektron akan terpancar keluar dengan tenaga kinetik yang tinggi sebagai zarah β seperti yang ditunjukkan dalam Rajah 6.3.

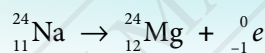
Persamaan am bagi reputan β adalah seperti yang berikut:



Rajah 6.3 Reputan beta

Selepas reputan β , nombor proton bagi nukleus anak menjadi $Z + 1$ dan nombor nukleon, A tidak berubah.

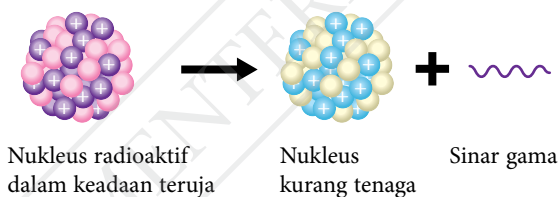
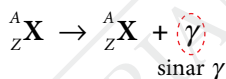
Contoh reputan β :



Persamaan bagi Reputan Gama (γ)

Sinar gama ialah sinaran elektromagnet yang berfrekuensi tinggi. Dalam reputan gama, suatu nukleus radioaktif yang tidak stabil membebaskan tenaga lebihannya untuk menjadi lebih stabil, seperti yang ditunjukkan dalam Rajah 6.4. Sinaran elektromagnet tidak berjisim dan bersifat neutral (tidak bercas).

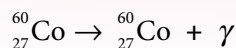
Persamaan am bagi reputan γ adalah seperti yang berikut:



Rajah 6.4 Reputan gama

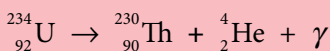
Selepas reputan γ , tiada perubahan nombor proton dan nombor nukleon berlaku pada nukleus. Nukleus kurang bertenaga selepas reputan gama.

Contoh reputan γ :

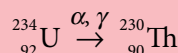


Dalam reputan radioaktif, sesetengah nukleus dapat memancarkan lebih daripada satu sinaran. Misalnya, reputan uranium-234 memancarkan zarah α dan sinar γ . Contoh persamaan reputannya dan persamaan reputan yang lebih ringkas adalah seperti yang berikut:

Persamaan reputan:



Persamaan reputan yang lebih ringkas:



Separuh Hayat

Apabila suatu sampel bahan radioaktif mereput, bilangan nukleus radioaktif yang belum mereput berkurang dengan masa manakala bilangan nukleus anak semakin bertambah. Mari kita jalankan aktiviti yang berikut untuk mendapatkan idea tentang separuh hayat.



Aktiviti 6.2

KIAK / KMK

Tujuan: Menjana idea tentang separuh hayat dan membincangkan tentang siri reputan sumber radioaktif

Arahan:

- Jalankan aktiviti ini secara berpasangan.
- Imbas kod QR untuk menonton video dan layari laman sesawang untuk mendapat maklumat tentang separuh hayat.
- Berdasarkan tontonan video dan maklumat daripada laman sesawang, bincangkan:
 - Apakah maksud separuh hayat?
 - Apakah maksud siri reputan sumber radioaktif?
 - Nyatakan jenis sinaran radioaktif yang dipancarkan, unsur yang terhasil dan tempoh reputan bagi siri reputan uranium-238.
 - Terangkan kepentingan siri reputan uranium-238 untuk menentukan usia batu-batuan dan usia Bumi.
- Bentangkan hasil dapatan anda dalam bentuk multimedia yang ringkas.



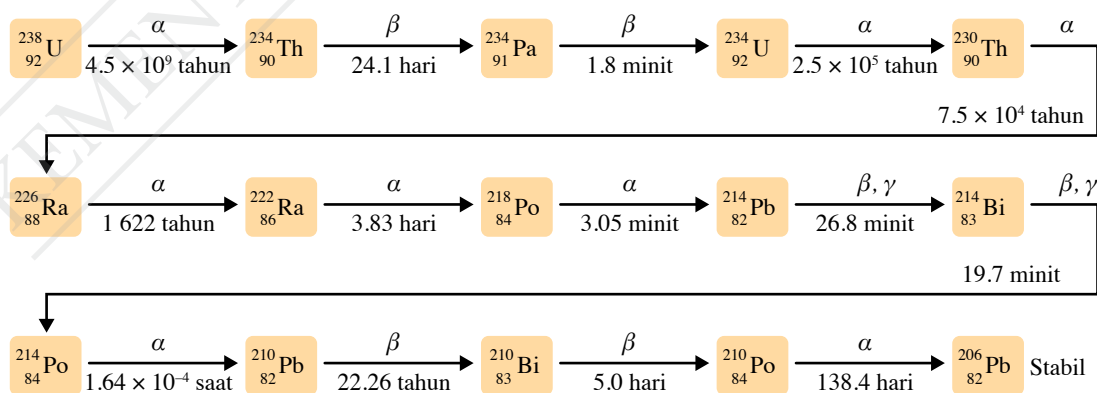
IMBAS SAYA

Video
separuh hayat

<http://bit.ly/34kiUqu>

Separuh hayat, $T_{\frac{1}{2}}$ ialah masa yang diambil untuk separuh daripada bilangan asal nukleus radioaktif bagi suatu sampel radioaktif mereput. Selepas satu separuh hayat, bilangan nukleus yang belum mereput akan menjadi separuh daripada nilai asal.

Apabila suatu nukleus radioaktif yang tidak stabil mereput, nukleus baharu yang terbentuk juga mungkin tidak stabil. Nukleus baharu akan mengalami satu siri reputan berterusan sehingga nukleus yang stabil terbentuk. Rajah 6.5 menunjukkan satu siri reputan lengkap uranium-238 ke plumbum-206 dan separuh hayat masing-masing.



Rajah 6.5 Siri reputan uranium-238

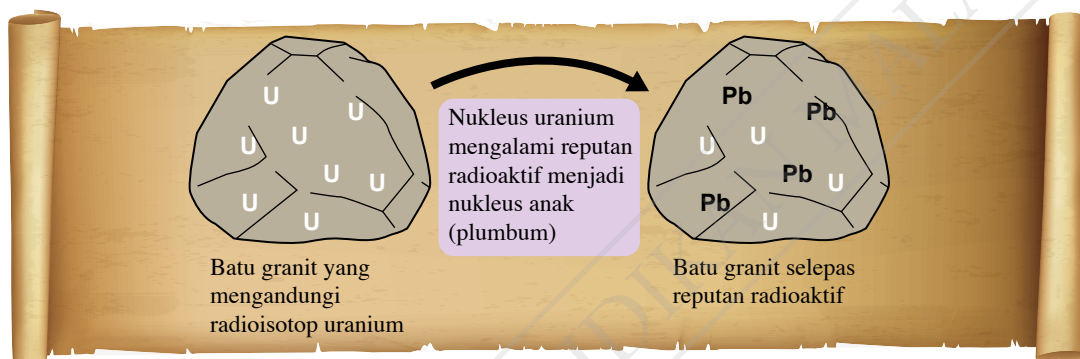
Uranium-238 ialah unsur radioaktif yang mempunyai separuh hayat yang panjang, iaitu kira-kira 5 000 juta tahun. Unsur ini terperangkap semasa pembentukan batu-batuan. Uranium-238 yang terperangkap akan mereput dan akhirnya membentuk plumbum-206 yang stabil seperti ditunjukkan dalam Rajah 6.6. Proses reputan ini mengambil masa yang lama kerana kadar reputannya rendah. Dengan penentuan nisbah plumbum-206 kepada uranium-238 dalam suatu sampel batu, usia batu-batuan dapat dianggarkan. Semakin tinggi nisbah tersebut, semakin berusia batu-batuan. Kaedah pengukuran geologi ini juga dapat menganggarkan usia Bumi kita. Tahukah anda usia Bumi kita?

Galeri MAKLUMAT

Bahan radioaktif lazimnya disimpan di dalam bekas tebal yang tertutup, diperbuat daripada plumbum untuk tujuan keselamatan.

Galeri MAKLUMAT

Radioisotop ialah isotop dengan nukleus tidak stabil yang boleh memancarkan sinaran radioaktif.



Rajah 6.6 Penentuan usia batu granit

Menentukan Separuh Hayat Bahan Sumber Radioaktif daripada Graf Lengkung Reputan

Suatu unsur radioaktif akan mengalami reputan radioaktif secara rawak dan spontan. Bilangan nukleus yang belum mereput akan berkurang dengan masa. Unsur radioaktif yang berlainan mereput pada kadar yang berlainan. Sifat ini boleh dipaparkan dalam bentuk graf lengkung reputan. Mari kita jalankan aktiviti simulasi reputan radioaktif untuk melukis graf lengkung reputan.

Kios Kerjaya

Ahli geologi menggunakan teknik pentarikhkan radioaktif untuk menentukan usia batu-batuan.

Aktiviti 6.3

Tujuan: Melukis graf lengkung reputan

Radas: 10 beg plastik yang mengandungi 60 biji dadu di dalam setiap satu beg plastik

Bahan: Kertas graf

Arahan:

1. Bahagikan kelas kepada 10 kumpulan. Setiap kumpulan dibekalkan dengan satu beg plastik yang mengandungi 60 biji dadu.
2. Lontarkan 60 biji dadu di atas meja.
3. Keluarkan dadu yang menunjukkan nombor "3". Rekod bilangan dadu yang tertinggal.
4. Lontarkan sekali lagi dadu yang masih tinggal di atas meja dan keluarkan dadu yang menunjukkan nombor "3". Rekod bilangan dadu yang tertinggal.

- Ulangi langkah 4 sebanyak 20 kali.
- Imbas kod QR dan cetak Jadual 6.1.
- Catatan keputusan daripada 10 kumpulan ke dalam Jadual 6.1.

Keputusan:

Jadual 6.1

Bilangan lontaran	Bilangan dadu yang tertinggal, N										
	K1	K2	K3	K4	K5	K6	K7	K8	K9	K10	Purata
0											
1											
2											
3											

K1= Kumpulan 1

Analisis data:

Plotkan graf bilangan dadu yang tertinggal melawan bilangan lontaran.

Perbincangan:

- Daripada graf anda, tentukan nilai-nilai yang berikut:
 - bilangan lontaran apabila bilangan dadu yang tertinggal menjadi 30, 15 dan 7.5
 - purata sela masa, untuk bilangan dadu yang tertinggal menjadi separuh jika setiap lontaran mewakili masa satu minit
- Adakah keputusan kelas anda akan berubah jika aktiviti tersebut diulangi dengan dadu yang menunjukkan nombor “1” untuk suatu lontaran?
- Apakah ciri-ciri reputan radioaktif yang ditunjukkan dalam aktiviti ini?

Dalam Aktiviti 6.3, setiap dadu mewakili satu nukleus radioaktif. Dadu yang menunjukkan nombor “3” mewakili nukleus yang telah mereput. Dadu yang tertinggal dianggap sebagai nukleus yang belum mereput. Bilangan dadu yang menunjukkan nombor “3” mewakili **keaktifan** sampel radioaktif. Keputusan kelas anda tidak akan berubah jika aktiviti tersebut diulang dengan dadu yang menunjukkan nombor “1” untuk suatu lontaran kerana kebarangkalian untuk semua nombor adalah sama.



INFO Celik

Keaktifan sampel radioaktif berkadar terus dengan bilangan nukleus radioaktif yang terdapat dalam sampel pada ketika itu. Keaktifan suatu sampel radioaktif ialah reputan per saat, iaitu bilangan zarah radioaktif yang dipancarkan sesaat.

Konsep separuh hayat juga boleh dinyatakan dalam bentuk siri reputan seperti yang berikut:

$$N_0 \xrightarrow{T_{\frac{1}{2}}} \left(\frac{N_0}{2}\right) \xrightarrow{T_{\frac{1}{2}}} \left(\frac{N_0}{4}\right) \xrightarrow{T_{\frac{1}{2}}} \left(\frac{N_0}{8}\right) \xrightarrow{T_{\frac{1}{2}}} \dots \xrightarrow{T_{\frac{1}{2}}} \left(\frac{1}{2}\right)^n N_0$$

Bilangan nukleus radioaktif yang belum reput, $N = \left(\frac{1}{2}\right)^n N_0$

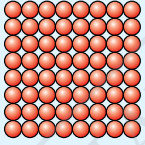
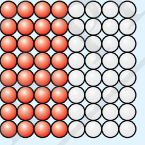
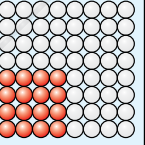
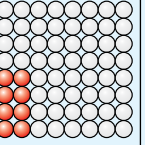
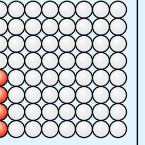
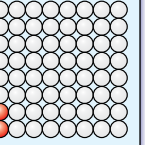
iaitu, N_0 = bilangan asal nukleus radioaktif

n = bilangan separuh hayat (terhad kepada integer positif)

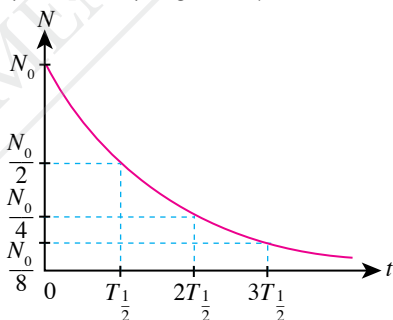
$T_{\frac{1}{2}}$ = separuh hayat bahan radioaktif

Jadual 6.2 menunjukkan perubahan bilangan nukleus radioaktif dalam lima separuh hayat yang berturutan.

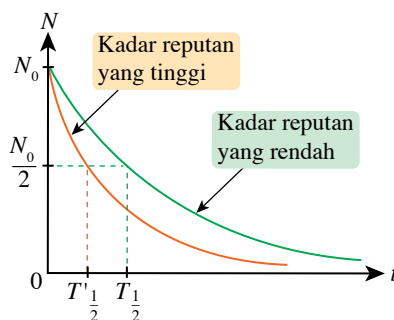
Jadual 6.2 Perubahan bilangan nukleus dalam lima separuh hayat

Separuh hayat	Keadaan asal	$T_{\frac{1}{2}}$	$2T_{\frac{1}{2}}$	$3T_{\frac{1}{2}}$	$4T_{\frac{1}{2}}$	$5T_{\frac{1}{2}}$
Bilangan nukleus radioaktif yang belum reput	N_0	$\frac{1}{2}N_0$	$\left(\frac{1}{2}\right)^2 N_0$ $= \frac{1}{4}N_0$	$\left(\frac{1}{2}\right)^3 N_0$ $= \frac{1}{8}N_0$	$\left(\frac{1}{2}\right)^4 N_0$ $= \frac{1}{16}N_0$	$\left(\frac{1}{2}\right)^5 N_0$ $= \frac{1}{32}N_0$
Bilangan nukleus radioaktif yang telah mereput	$N_0 - N_0 = 0$	$N_0 - \frac{1}{2}N_0$ $= \frac{1}{2}N_0$	$N_0 - \frac{1}{4}N_0$ $= \frac{3}{4}N_0$	$N_0 - \frac{1}{8}N_0$ $= \frac{7}{8}N_0$	$N_0 - \frac{1}{16}N_0$ $= \frac{15}{16}N_0$	$N_0 - \frac{1}{32}N_0$ $= \frac{31}{32}N_0$
 Nukleus radioaktif yang belum reput  Nukleus radioaktif yang telah mereput						

Graf lengkung bagi reputan radioaktif adalah seperti yang dipaparkan dalam Rajah 6.7(a). Semakin singkat masa separuh hayat suatu sampel radioaktif ($T'_{\frac{1}{2}} < T_{\frac{1}{2}}$), semakin tinggi kadar reputannya seperti yang ditunjukkan dalam Rajah 6.7(b).



(a)



(b)

Rajah 6.7 Graf lengkung bagi reputan radioaktif

Menyelesaikan Masalah yang Melibatkan Separuh Hayat

Contoh 1

Suatu sampel bahan radioaktif yang disimpan di dalam makmal mempunyai keaktifan awal 480 s^{-1} . Jika separuh hayatnya ialah 6 minit, berapakah keaktifannya selepas 30 minit?

CUBA JAWAB



<http://bit.ly/2QqVcE0>

Penyelesaian

Langkah 1:

Mengenal pasti masalah

Langkah 2:

Mengenal pasti maklumat yang diberikan

Langkah 3:

Mengenal pasti rumus yang boleh digunakan

Langkah 4:

Menyelesaikan masalah secara numerikal

1 Keaktifan bahan radioaktif dalam masa, $t = 30$ minit

2 Keaktifan awal bahan radioaktif, $A_0 = 480 \text{ s}^{-1}$
Separuh hayat, $T_{\frac{1}{2}} = 6$ minit

3 Keaktifan akhir, $A = \left(\frac{1}{2}\right)^n A_0$

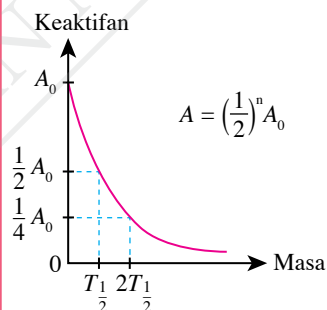
4 Bilangan separuh hayat dalam 30 minit,

$$\begin{aligned} n &= \frac{t}{T_{\frac{1}{2}}} \\ &= \frac{30 \text{ minit}}{6 \text{ minit}} \\ &= 5 \text{ separuh hayat} \end{aligned}$$

Keaktifan sampel selepas 30 minit

$$\begin{aligned} A &= \left(\frac{1}{2}\right)^5 \times 480 \text{ s}^{-1} \\ &= 15 \text{ s}^{-1} \end{aligned}$$

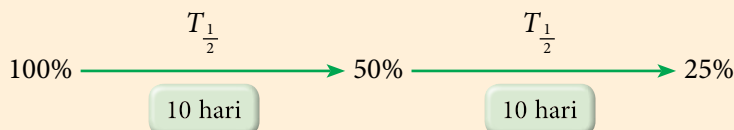
Galeri MAKLUMAT



Contoh 2

Suatu bahan radioaktif yang disimpan di dalam makmal mempunyai separuh hayat 10 hari. Hitungkan bilangan hari yang diambil untuk keaktifan bahan radioaktif tinggal 25% daripada keaktifan asalnya.

Penyelesaian



$$\begin{aligned} \text{Hari yang diambil} &= 2 \times 10 \\ &= 20 \text{ hari} \end{aligned}$$

Maka selepas 20 hari, keaktifan bahan radioaktif itu akan tinggal 25% daripada keaktifan asalnya.

Contoh 3

Nisbah bilangan nukleus argon-40 kepada kalium-40 dalam satu sampel batu-batuan dari gunung berapi ialah 3 : 1. Semasa pembentukan awal batu-batuan, tiada sebarang unsur argon yang terperangkap di dalamnya. Jika kalium-40 mereput kepada argon-40 dengan separuh hayat 1 250 juta tahun, anggarkan usia batu-batuan tersebut.

Penyelesaian

Jadual 6.3

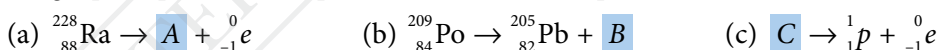
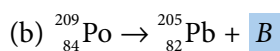
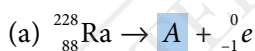
Separuh hayat	Keadaan asal	$T_{\frac{1}{2}}$	$2T_{\frac{1}{2}}$
Bilangan nukleus kalium-40 yang belum reput	N_0	$\frac{1}{2}N_0$	$\frac{1}{2}\left(\frac{1}{2}N_0\right) = \frac{1}{4}N_0$
Bilangan nukleus argon-40 yang terbentuk	0	$N_0 - \frac{1}{2}N_0 = \frac{1}{2}N_0$	$N_0 - \frac{1}{4}N_0 = \frac{3}{4}N_0$
Nisbah argon-40 : kalium-40	–	1 : 1	3 : 1

Jadual 6.3 menunjukkan kaedah anggaran usia batu-batuan. Nisbah bilangan atom argon-40 kepada kalium-40 dalam sampel batu-batuan tersebut ialah 3 : 1 selepas dua separuh hayat.

Maka, usia batu = $2 \times 1\,250$ juta tahun
= 2 500 juta tahun

Praktis Formatif 6.1

1. Lengkapkan persamaan reputan radioaktif. Kenal pasti A, B dan C.



2. Suatu siri reputan sumber radioaktif ialah ${}^{238}_{92}\text{U} \rightarrow \dots \rightarrow {}^{206}_{82}\text{Pb}$. Tentukan bilangan zarah α dan zarah β yang dipancarkan. 🌸

3. Jadual 6.4 menunjukkan rekod keaktifan satu sampel radioaktif yang disimpan di dalam makmal.

Jadual 6.4

Tarikh	10 Januari 2020	20 Januari 2020	30 Januari 2020
Keaktifan / s^{-1}	1 520	380	95

(a) Tentukan separuh hayat sampel radioaktif tersebut. 🌸

(b) Lakarkan graf lengkung reputan radioaktif untuk sampel tersebut. 🌸

6.2

Tenaga Nuklear

Matahari membekalkan tenaga cahaya dan tenaga haba kepada Bumi sejak berjuta-juta tahun dahulu. Tindak balas pelakuran nukleus hidrogen berlaku dalam teras Matahari pada tekanan yang sangat tinggi. Dalam tindak balas ini, dua nukleus hidrogen akan bercantum membentuk satu nukleus helium dan membebaskan tenaga nuklear. Tenaga ini dipancarkan ke permukaan Matahari dalam bentuk tenaga cahaya dan tenaga haba seperti yang ditunjukkan dalam Gambar foto 6.1.

Tenaga nuklear dikenali sebagai **tenaga atom** yang dibebaskan semasa tindak balas nuklear seperti reputan radioaktif, pembelahan nukleus dan pelakuran nukleus.



Gambar foto 6.1 Tenaga cahaya dan tenaga haba yang dipancarkan ke permukaan Matahari



**Malaysiaku
Gemilang**

Sejarah tenaga nuklear di Malaysia bermula dengan penubuhan sebuah Pusat Penyelidikan Atom Tun Ismail (PUSPATI) di bawah Kementerian Sains, Teknologi dan Alam Sekitar pada 19 September 1972. Kini, pusat ini dikenali sebagai Agensi Nuklear Malaysia (ANM).



Aktiviti 6.4

KIAK / KMK

Tujuan: Membandingkan pembelahan nukleus dan pelakuran nukleus

Arahan:

1. Jalankan aktiviti ini dalam bentuk *Table Talkers*.
2. Teliti kata kunci di dalam kad-kad yang diberikan.
3. Imbas kod QR untuk menonton video tentang pembelahan nukleus dan pelakuran nukleus.
4. Setiap kumpulan dikehendaki:
 - (a) menerangkan kata kunci di dalam kad-kad tersebut dengan merujuk kepada video tersebut
 - (b) bandingkan kedua-dua tindak balas tersebut

Perbincangan:

Bandingkan antara pembelahan nukleus dengan pelakuran nukleus menggunakan peta pemikiran yang sesuai.



IMBAS SAYA

Video
pembelahan
nukleus

<http://bit.ly/2rADgP6>



IMBAS SAYA

Video
pelakuran nukleus

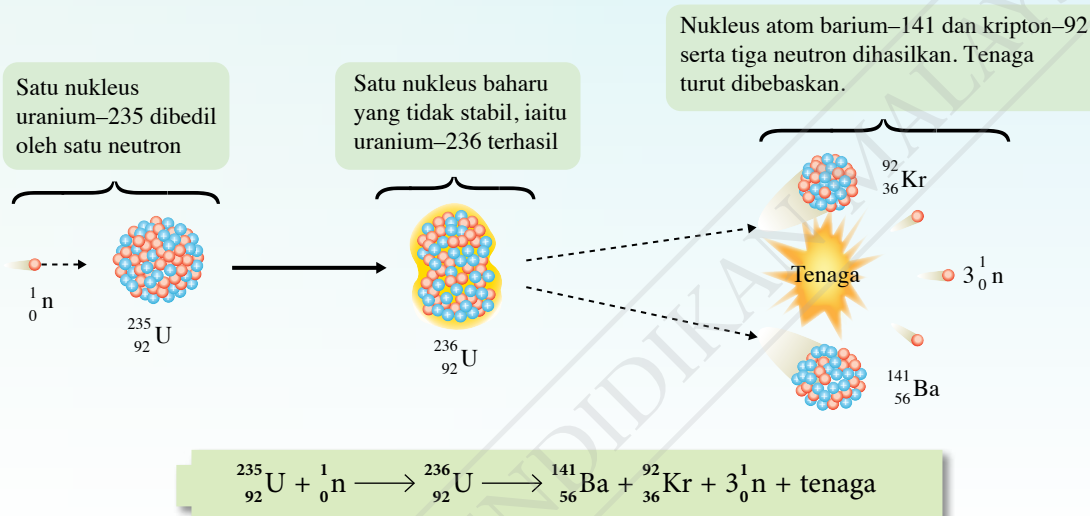
<http://bit.ly/2rrG1Sy>

Pembelahan nukleus dan pelakuran nukleus merupakan dua tindak balas nuklear yang menghasilkan tenaga nuklear. Kehilangan jisim (cacat jisim) berlaku semasa tindak balas nuklear. Rajah 6.8 menunjukkan tindak balas pembelahan nukleus manakala Rajah 6.9 menunjukkan tindak balas pelakuran nukleus.

Pembelahan nukleus

Pembelahan nukleus ialah tindak balas nuklear apabila satu nukleus yang berat membelah menjadi dua atau lebih nukleus yang lebih ringan dengan membebaskan tenaga yang banyak.

Contohnya:



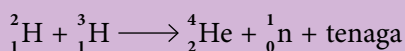
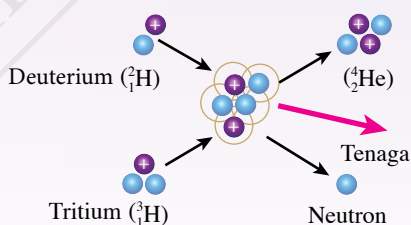
Rajah 6.8 Pembelahan nukleus yang melibatkan uranium yang dibedil oleh satu neutron

Pelakuran nukleus

Pelakuran nukleus ialah tindak balas nuklear apabila nukleus yang kecil dan ringan bercantum untuk membentuk satu nukleus yang berat dengan membebaskan tenaga yang banyak. Tindak balas ini berlaku pada keadaan suhu dan tekanan yang amat tinggi.

Contohnya:

Pelakuran nukleus melibatkan deuterium dan tritium bagi menghasilkan nukleus helium yang lebih berat. Tenaga dan satu neutron turut dibebaskan.



Rajah 6.9 Pelakuran nukleus yang melibatkan deuterium dan tritium

Hubungan antara Tenaga yang Dibebaskan Semasa Tindak Balas Nuklear dengan Cacat Jisim

Unit jisim atom (u.j.a) digunakan sebagai ukuran jisim suatu atom. Jisim satu atom adalah sangat kecil dan sukar diukur menggunakan unit seperti gram atau kilogram. Maka, perbandingan relatif di antara jisim atom lain dengan jisim satu atom karbon-12 telah digunakan. Isotop karbon-12 digunakan sebagai rujukan kerana karbon terkandung dalam banyak sebatian yang ditemui di Bumi. Jalankan Aktiviti 6.5 untuk membincangkan u.j.a menggunakan jisim satu atom karbon-12 dan nombor Avogadro.



Aktiviti 6.5

KBMM

Tujuan: Membincangkan unit jisim atom (u.j.a) dengan menggunakan jisim satu atom karbon-12 dan nombor Avogadro

Arahan:

1. Jalankan aktiviti ini secara berpasangan.
2. Imbas kod QR dan cetak Rajah 6.10.
3. Bincangkan dengan pasangan anda dan lengkapkan Rajah 6.10.



IMBAS SAYA

Lembaran kerja
(Rajah 6.10)

<http://bit.ly/3640HPy>

Nombor Avogadro ialah bilangan atom yang terdapat dalam 1 mol karbon-12, iaitu

$$N_A = \text{_____} \text{ atom}$$



Jisim satu atom karbon-12 ditetapkan sebagai 12 u.j.a



1 u.j.a ditakrifkan sebagai jisim yang bersamaan dengan _____ daripada jisim atom karbon-12.



Jisim satu mol karbon-12 = _____ kg



Oleh itu,

Jisim bagi satu atom karbon-12 ialah _____.

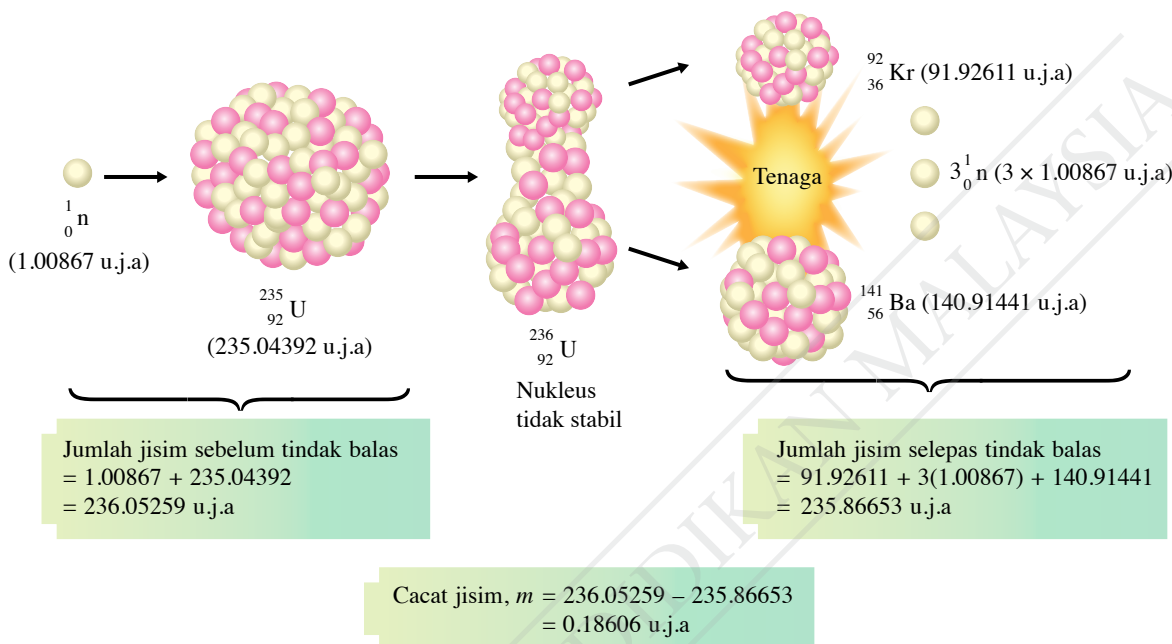


Dari definisi unit jisim atom (u.j.a) :

$$1 \text{ u.j.a} = \frac{\boxed{}}{\boxed{}} \times \frac{\boxed{}}{\boxed{}} \\ = \text{_____} \text{ kg}$$

Rajah 6.10 Definisi unit jisim atom (u.j.a)

Jumlah jisim selepas reputan radioaktif adalah sentiasa kurang daripada jumlah jisim sebelum reputan radioaktif. Kehilangan jisim ini dikenali sebagai **cacat jisim**, m . Rajah 6.11 menunjukkan contoh perubahan jumlah jisim sebelum dan selepas tindak balas pembelahan nukleus.



Rajah 6.11 Contoh cacat jisim dalam tindak balas pembelahan nukleus

Hubungan antara tenaga yang dibebaskan semasa tindak balas nuklear dengan cacat jisim boleh dirumuskan melalui persamaan yang berikut:

$$E = mc^2$$

iaitu, E = jumlah tenaga yang dibebaskan
 m = cacat jisim
 c = laju cahaya dalam vakum
 $1 \text{ u.j.a} = 1.66 \times 10^{-27} \text{ kg}$

Berdasarkan pengetahuan tentang u.j.a dan persamaan $E = mc^2$, kita dapat menghitung tenaga nuklear yang dihasilkan daripada proses reputan radioaktif dan tindak balas nuklear.

EMK Sejarah

Albert Einstein menyatakan bahawa jisim dan tenaga boleh saling bertukar antara satu sama lain. Hubungan antara dua kuantiti itu dinyatakan dalam persamaan $E = mc^2$.

Galeri MAKLUMAT

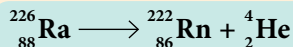
Tenaga nuklear boleh dinyatakan dalam unit *megaelectronvolts*, MeV.

$$1 \text{ MeV} = 1.6 \times 10^{-13} \text{ J}$$

Menyelesaikan Masalah yang Melibatkan Tenaga Nuklear daripada Reputan Radioaktif dan Tindak Balas Nuklear

Contoh 1

Persamaan di bawah menunjukkan radium-226 mereput menjadi radon-222 dengan memancarkan zarah alfa.



Diberi jisim ${}_{88}^{226}\text{Ra}$ ialah 226.54 u.j.a, jisim ${}_{86}^{222}\text{Rn}$ ialah 222.018 u.j.a dan jisim ${}_2^4\text{He}$ ialah 4.003 u.j.a. Hitungkan tenaga nuklear yang dibebaskan.

[1 u.j.a = 1.66×10^{-27} kg dan laju cahaya dalam vakum, $c = 3.00 \times 10^8$ m s⁻¹]

CUBA JAWAB



<http://bit.ly/39geRPK>

Penyelesaian

Langkah 1:

Mengenal pasti masalah

Langkah 2:

Mengenal pasti maklumat yang diberikan

Langkah 3:

Mengenal pasti rumus yang boleh digunakan

Langkah 4:

Menyelesaikan masalah secara numerikal

1 Tenaga nuklear yang dibebaskan

2 Jisim ${}_{88}^{226}\text{Ra} = 226.54$ u.j.a

Jisim ${}_{86}^{222}\text{Rn} = 222.018$ u.j.a

Jisim ${}_2^4\text{He} = 4.003$ u.j.a

Laju cahaya dalam vakum,
 $c = 3.00 \times 10^8$ m s⁻¹

1 u.j.a. = 1.66×10^{-27} kg

3 Tenaga nuklear yang dibebaskan, $E = mc^2$

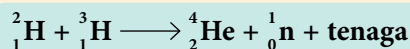
4 Cacat jisim, $m = 226.54 - (222.018 + 4.003)$
 $= 0.519$ u.j.a

Cacat jisim, m (dalam unit kg) = $0.519 \times 1.66 \times 10^{-27}$
 $= 8.6154 \times 10^{-28}$ kg

$E = mc^2$
 $= 8.6154 \times 10^{-28} \times (3.00 \times 10^8)^2$
 $= 7.75 \times 10^{-11}$ J

Contoh 2

Matahari merupakan sumber tenaga kepada Bumi. Tenaga ini dihasilkan oleh tindak balas pelakuran nukleus yang berlaku dalam teras Matahari seperti yang ditunjukkan dalam persamaan yang berikut:



Hitungkan tenaga nuklear yang dibebaskan dalam unit joule.

[Jisim ${}_1^2\text{H} = 2.014$ u.j.a, jisim ${}_1^3\text{H} = 3.016$ u.j.a, jisim ${}_2^4\text{He} = 4.003$ u.j.a, jisim ${}_0^1\text{n} = 1.009$ u.j.a, 1 u.j.a = 1.66×10^{-27} kg dan laju cahaya dalam vakum, $c = 3.0 \times 10^8$ m s⁻¹]

Penyelesaian

Cacat jisim, m
 $= (2.014 + 3.016) - (4.003 + 1.009)$
 $= 5.030 - 5.012$
 $= 0.018$ u.j.a

Maka, $m = 0.018 \times 1.66 \times 10^{-27}$ kg
 $m = 2.988 \times 10^{-29}$ kg

$E = mc^2$
 $= 2.988 \times 10^{-29} \times (3.0 \times 10^8)^2$
 $= 2.69 \times 10^{-12}$ J

Penjanaan Tenaga Elektrik dalam Reaktor Nuklear

Gambar foto 6.2 menunjukkan sebuah reaktor nuklear. Apakah jenis tindak balas nuklear yang berlaku dalam reaktor nuklear bagi tujuan menjana tenaga elektrik?

Galeri MAKLUMAT

Malaysia tidak mempunyai reaktor nuklear untuk penjanaan tenaga elektrik. Reaktor nuklear penyelidikan **TRIGA PUSPATI (RTP)** yang terletak di Bangi dibina bagi tujuan penyelidikan berkaitan bidang sains nuklear dan pendidikan.



<http://bit.ly/3fTxIX>



Gambar foto 6.2 Reaktor nuklear

Aktiviti 6.6

KIAK / KMK

Tujuan: Mencari maklumat tentang penjanaan tenaga elektrik dalam reaktor nuklear

Arahan:

1. Jalankan aktiviti ini dalam bentuk *Envoys*.
2. Imbas kod QR yang diberikan atau rujuk bahan rujukan yang sesuai tentang penjanaan tenaga elektrik dalam reaktor nuklear.
3. Bincangkan tentang perkara yang berikut:
 - (a) Apakah tindak balas nuklear yang berlaku dalam reaktor nuklear?
 - (b) Apakah perubahan tenaga yang berlaku di dalam reaktor nuklear?
 - (c) Mengapakah pelakuran nukleus tidak digunakan dalam industri penjanaan tenaga elektrik pada masa kini?
4. Bentangkan hasil dapatan anda.

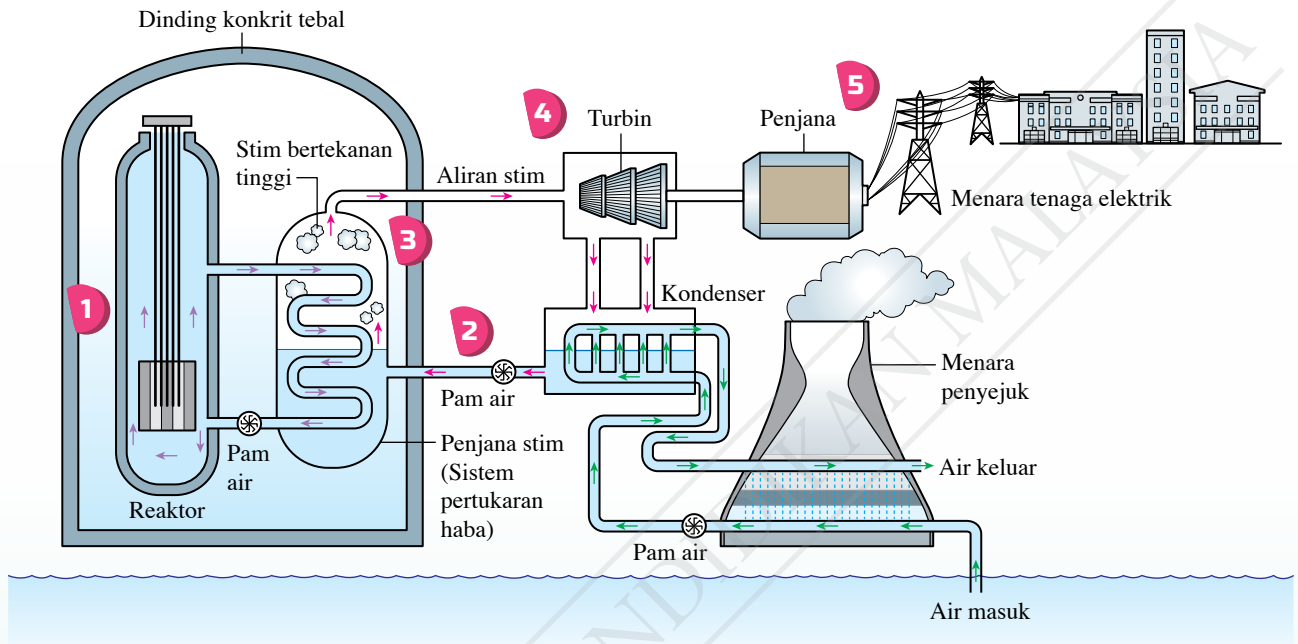


IMBAS SAYA

Video prinsip kerja reaktor nuklear

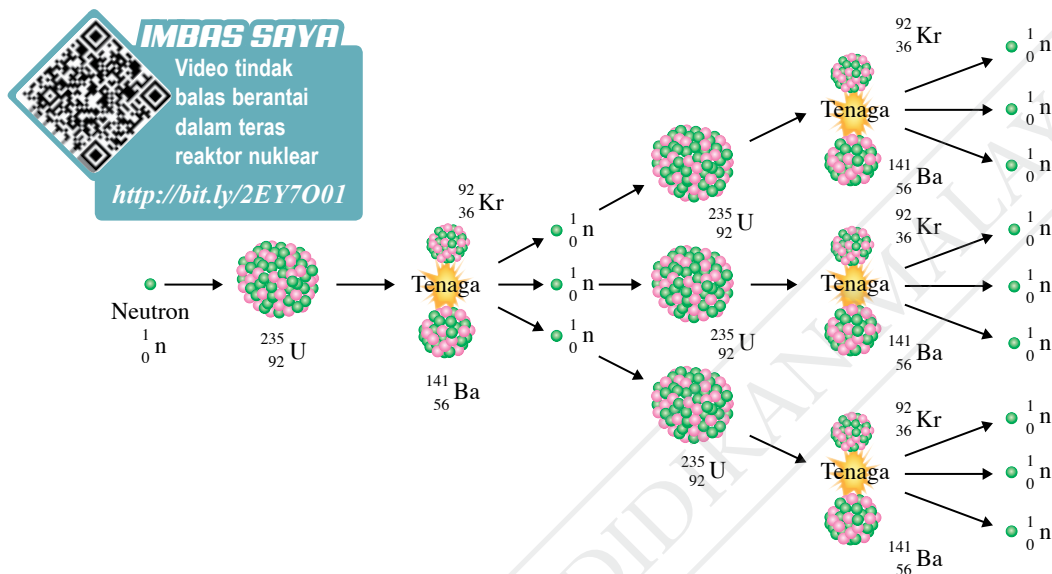
<http://bit.ly/2EUT2HF>

Rajah 6.12 menunjukkan struktur reaktor nuklear dan proses penjanaan tenaga elektrik di stesen jana kuasa nuklear.



Rajah 6.12 Struktur reaktor nuklear dan proses penjanaan tenaga elektrik di stesen jana kuasa nuklear

Di dalam reaktor nuklear, tindak balas pembelahan nukleus uranium-235 menghasilkan dua nukleus anak, tiga neutron yang bergerak pantas dan membebaskan tenaga yang besar. Neutron-neutron tersebut akan membedil nukleus uranium-235 yang lain dan akan membebaskan neutron yang lebih banyak melalui pembelahan nukleus yang berterusan. Tindak balas berterusan ini dikenali sebagai **tindak balas berantai**. Rajah 6.13 menunjukkan tindak balas berantai uranium-235.



Rajah 6.13 Tindak balas berantai uranium-235

Tindak balas berantai yang berlaku dalam teras reaktor perlu dikawal. Reaktor perlu mempunyai struktur binaan yang boleh menghalang kebocoran sinaran radioaktif ke persekitaran. Bagaimanakah kita dapat mengawal penghasilan tenaga semasa tindak balas berantai serta dapat memastikan sebuah reaktor nuklear itu selamat untuk penjaan tenaga elektrik?



Aktiviti 6.1

KIAK / KMK

Tujuan: Membincangkan tindak balas berantai dan cara pengawalan tenaga yang terhasil dalam reaktor nuklear

Arahan:

- Jalankan aktiviti ini dalam bentuk *Talk Partners*.
- Imbas kod QR yang diberikan atau rujuk sumber bacaan untuk mendapatkan maklumat tentang tindak balas berantai dan cara pengawalan tenaga yang terhasil dalam teras reaktor nuklear.
- Berdasarkan maklumat yang diperoleh:
 - tuliskan persamaan tindak balas pembelahan nukleus uranium-235 apabila dibedil dengan satu neutron
 - bincangkan cara-cara pengawalan tenaga yang terhasil semasa tindak balas berantai dalam reaktor nuklear
- Bentangkan hasil carian anda.

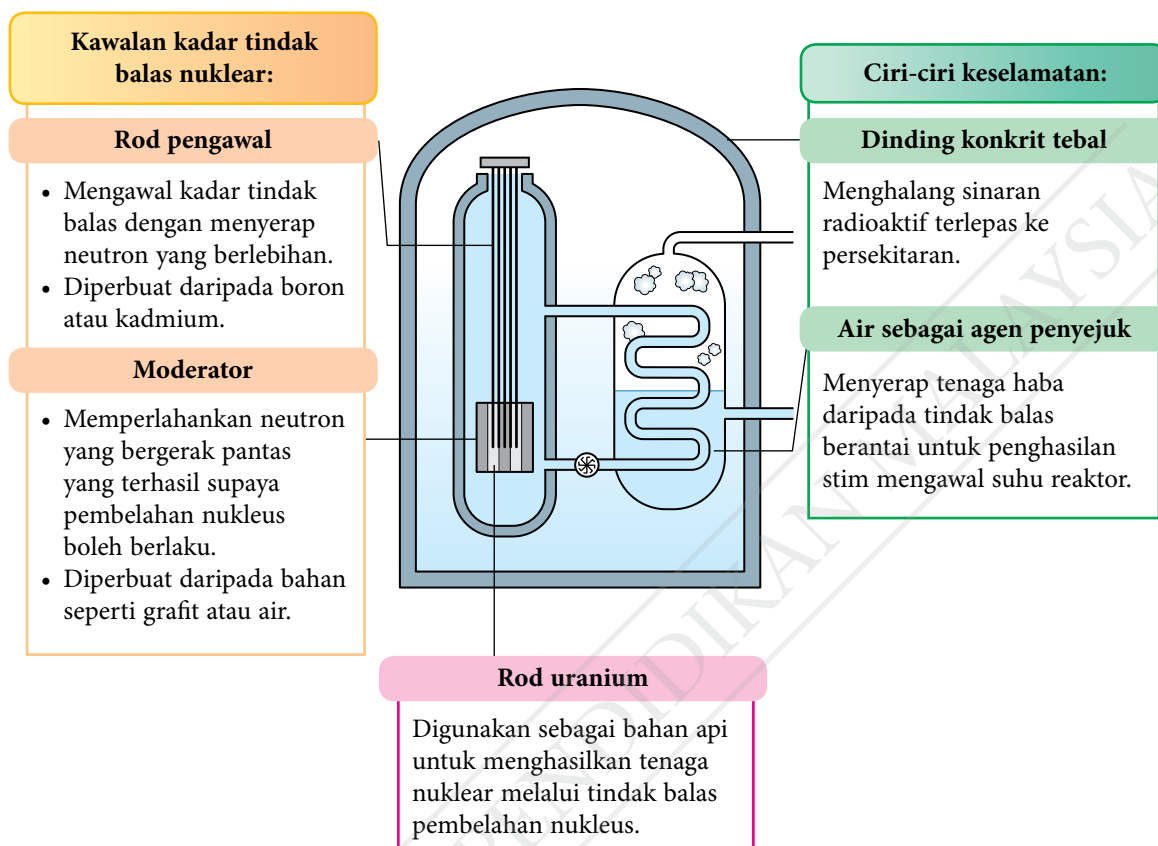


IMBAS SAYA

Video cara pengawalan tenaga dalam reaktor nuklear

<http://bit.ly/350kcXS>

Rajah 6.14 menunjukkan kawalan kadar tindak balas nuklear dan ciri-ciri keselamatan yang terdapat dalam sebuah reaktor nuklear.



Rajah 6.14 Kawalan kadar tindak balas nuklear dan ciri-ciri keselamatan sebuah reaktor nuklear

Penggunaan Tenaga Nuklear sebagai Tenaga Alternatif untuk Menjana Tenaga Elektrik

Di Malaysia, tenaga elektrik dijana menggunakan sumber arang batu, gas asli dan air. Empangan hidro di Bakun, Sarawak seperti dalam Gambar foto 6.3 merupakan empangan kedua terbesar di Asia yang digunakan untuk menjana tenaga elektrik. Namun, negara seperti Amerika Syarikat, Jepun, Perancis, India dan China telah menggunakan tenaga nuklear bagi tujuan penjanaan tenaga elektrik. Mari kita jalankan aktiviti berikut untuk membandingkan penjanaan tenaga elektrik dari loji kuasa yang menggunakan arang batu, tenaga hidro dan tenaga nuklear.



Gambar foto 6.3 Empangan hidro di Bakun, Sarawak

Aktiviti 6.8

Penaakulan Logik KBMM / KMK

Tujuan: Mencari maklumat untuk membandingkan penjanaan tenaga elektrik dari loji kuasa yang menggunakan arang batu, tenaga hidro dan tenaga nuklear

Arahan:

1. Jalankan aktiviti ini secara berkumpulan.
2. Dapatkan maklumat tentang penjanaan tenaga elektrik dari loji kuasa yang menggunakan arang batu, tenaga hidro dan tenaga nuklear.
3. Aspek-aspek yang perlu dipertimbangkan dalam carian maklumat adalah seperti yang berikut:
 - (a) kos dari segi pembinaan, operasi dan penyelenggaraan
 - (b) lokasi loji kuasa
 - (c) kesan kepada ekosistem dan jejak karbon
 - (d) isu keselamatan dan kesihatan
 - (e) teknologi dan kepakaran
 - (f) isu pengurusan sisa
4. Berdasarkan maklumat yang diperolehi, adakan satu forum bagi membincangkan kesesuaian loji reaktor nuklear dibina di Malaysia.

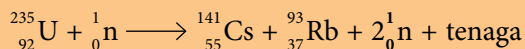


Tenaga nuklear kini merupakan sumber alternatif untuk menjana kuasa elektrik bagi menampung permintaan tenaga yang semakin meningkat dan menggantikan sumber tenaga bahan api fosil.

Walau bagaimanapun, penggunaan tenaga ini masih menjadi isu yang hangat dibincangkan. Pada pendapat anda, wajarkah penggunaan tenaga nuklear sebagai tenaga alternatif digunakan untuk menjana tenaga elektrik di Malaysia?

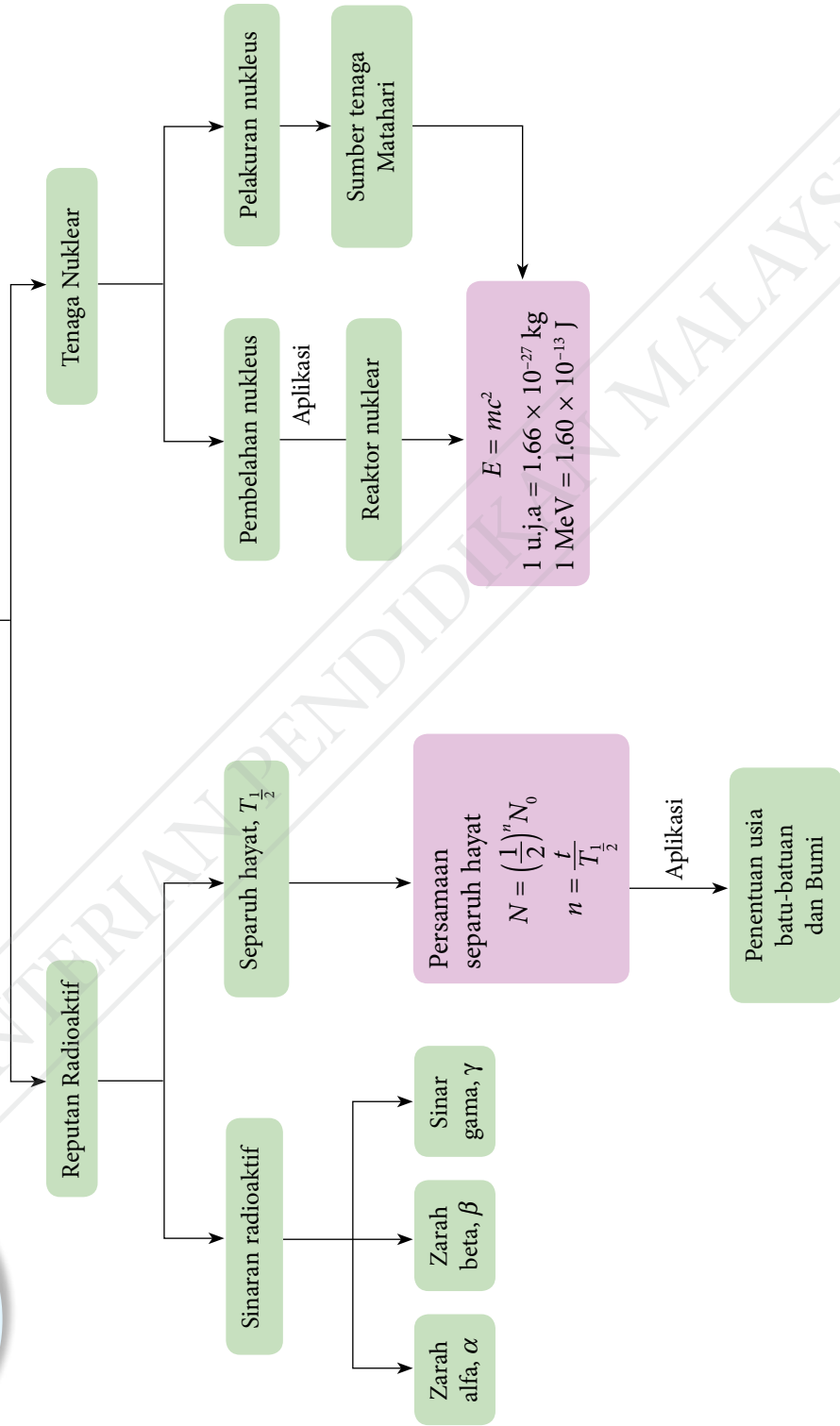
Praktis Formatif 6.2

1. Apakah yang dimaksudkan dengan pembelahan nukleus dan pelakuran nukleus?
2. Terangkan tindak balas berantai yang berlaku dalam sebuah reaktor nuklear.
3. Terangkan bagaimana sebuah reaktor nuklear dapat menjana tenaga elektrik.
4. Satu tindak balas nuklear diwakili oleh persamaan yang berikut:



Cacat jisim dalam tindak balas ini ialah 0.19585 u.j.a. Hitungkan tenaga yang dibebaskan oleh tindak balas tersebut.

Fizik Nuklear





- Perkara baharu yang saya pelajari dalam bab Fizik Nuklear ialah _____.
- Perkara paling menarik yang saya pelajari dalam bab ini ialah _____.
- Perkara yang saya masih kurang fahami ialah _____.
- Prestasi saya dalam bab ini.
 Kurang baik

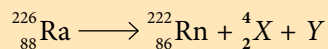
1	2	3	4	5
---	---	---	---	---

 Sangat baik
- Saya perlu _____ untuk meningkatkan prestasi saya dalam bab ini.

Praktis Sumatif



- Terangkan maksud istilah berikut:
 - reputan radioaktif
 - separuh hayat
 - tenaga nuklear
- Berikut menunjukkan satu persamaan reputan radioaktif:



- Kenal pasti X dan Y dalam persamaan reputan tersebut.
 - Berapakah zarah α dan β yang akan terbebas apabila ${}_{86}^{222}\text{Rn}$ mereput menjadi ${}_{82}^{210}\text{Pb}$?
- Astatine-218 mempunyai separuh hayat 1.6 s. Berapa lamakah masa yang diambil oleh 99% nukleus dalam satu sampel astatine-218 untuk mereput?
 - Radium-226 mempunyai separuh hayat 1 600 tahun. Berapakah peratus suatu sampel radium-226 yang akan tertinggal selepas 8 000 tahun?

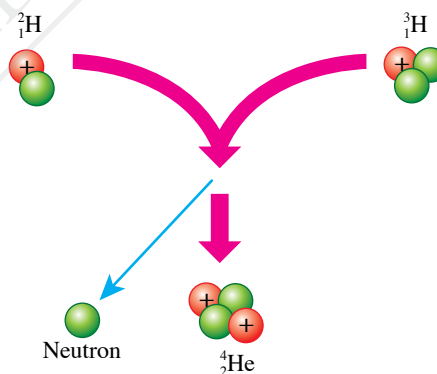
4. Semasa pembentukan batu-batuan, radioisotop uranium-238 terperangkap. Kadar reputan uranium-238 adalah rendah dan hasil akhir siri reputan itu ialah plumbum-206. Jadual 1 menunjukkan komposisi sampel batu-batuan purba A dan B.

Jadual 1

	Sampel A	Sampel B
Nisbah uranium-238 kepada plumbum-206	5 : 1	7 : 1

- (a) Antara sampel batu-batuan A dan B, yang manakah lebih berusia? Beri justifikasi kepada jawapan anda.
- (b) Komposisi nukleus plumbum tidak mungkin lebih banyak berbanding dengan nukleus uranium dalam suatu sampel batu-batuan purba. Jelaskan jawapan anda.
5. Karbon-14 mempunyai separuh hayat 5 730 tahun.
- (a) Berapakah pecahan karbon yang belum reput dalam sampel satu objek purba pada akhir 1.719×10^4 tahun?
- (b) Berdasarkan jawapan 5(a), lakarkan graf lengkung reputan bagi karbon-14 dalam sampel objek purba.

6. Dalam suatu tindak balas nuklear seperti yang ditunjukkan dalam Rajah 1, jumlah jisim zarah-zarah yang terhasil adalah lebih kecil daripada jisim zarah asal. Tindak balas nuklear itu mengalami suatu cacat jisim. Jisim yang hilang itu bertukar kepada tenaga nuklear.



- (a) Namakan tindak balas nuklear tersebut dan tuliskan persamaan yang terlibat.
- (b) Hitungkan cacat jisim dan tenaga nuklear yang dibebaskan.

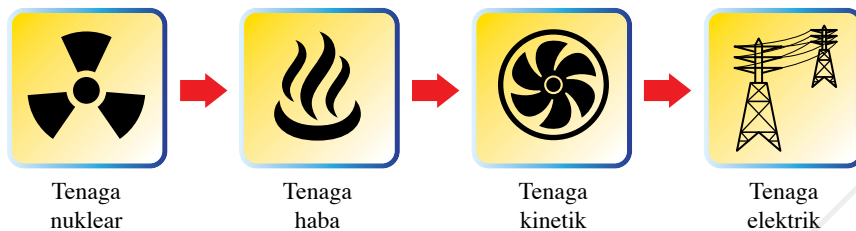
[Jisim ${}^2_1\text{H} = 2.01410$ u.j.a., jisim ${}^3_1\text{H} = 3.01605$ u.j.a.,
jisim ${}^4_2\text{He} = 4.00260$ u.j.a, jisim ${}_0^1\text{n} = 1.00866$ u.j.a,
 $1 \text{ u.j.a.} = 1.66 \times 10^{-27} \text{ kg}$ dan laju cahaya dalam vakum, $c = 3.00 \times 10^8 \text{ m s}^{-1}$]

7. Suatu siri reputan sumber radioaktif bagi uranium-235 ialah



- (a) Berapakah bilangan zarah α dan zarah β yang dipancarkan?
- (b) Lakarkan satu graf nombor nukleon lawan nombor atom yang mungkin bagi siri reputan tersebut.

8. Rajah 2 menunjukkan perubahan tenaga yang berlaku daripada tenaga nuklear kepada tenaga elektrik dalam reaktor nuklear.



Rajah 2

- Bagaimanakah tenaga nuklear dihasilkan dalam sebuah reaktor?
- Bagaimanakah tenaga haba ditukar menjadi tenaga kinetik daripada putaran turbin? Jelaskan jawapan anda.
- Tenaga kinetik daripada putaran turbin dapat menghasilkan tenaga elektrik. Bagaimanakah proses ini berlaku? Jelaskan.
- Biasanya, menara penyejukan yang tinggi dibina di stesen jana kuasa nuklear. Terangkan sebabnya.

Cabaran Abad ke-21

9. Sebuah agensi nuklear bercadang untuk membina stesen penjana kuasa nuklear di negara kita bagi menampung permintaan tenaga yang semakin meningkat. Namun, tindak balas pembelahan nukleus memerlukan bahan api uranium atau plutonium yang sangat mahal. Tambahan pula, isu pengurusan sisa radioaktif dan ancaman pencemaran alam sekitar juga membimbangkan orang ramai.

Andaikan anda sebagai seorang pakar sains nuklear yang ditugaskan untuk pembinaan stesen penjana kuasa nuklear. Bincangkan pertimbangan yang perlu dibuat berdasarkan aspek yang berikut:

- lokasi loji kuasa nuklear
- dinding teras reaktor
- dinding bangunan reaktor
- agen penyejuk
- kaedah pengawalan tenaga
- pengurusan sisa radioaktif
- langkah keselamatan

Berikan justifikasi bagi setiap cadangan anda.

BAB

7

Fizik Kuantum

Bagaimanakah idea teori kuantum tercetus?

Apakah maksud kuantum tenaga dan foton?

Apakah sifat kedualan gelombang-zarah?

Apakah ciri-ciri kesan fotoelektrik?

Anda akan mempelajari:

7.1 Teori Kuantum Cahaya

7.2 Kesan Fotoelektrik

7.3 Teori Fotoelektrik Einstein



Portal Informasi

Ilmu pengetahuan tentang sifat dan tingkah laku jirim mengenai atom dan subatom membolehkan komputer kuantum dicipta. Komputer kuantum merupakan superkomputer yang mampu melakukan pemprosesan maklumat yang banyak dalam masa yang amat singkat. Antara kegunaannya ialah tindak balas kimia yang sangat kompleks dapat disimulasikan dengan pantas untuk membina model mekanisme tindak balas tersebut. Teknologi ini juga digunakan dalam bidang astronomi dan pasaran saham. Hal ini kerana mekanisme fenomena semula jadi yang dikaji dalam bidang astronomi adalah kompleks, manakala perubahan pasaran saham berlaku dengan pantas. Oleh itu, pembinaan model terperinci melalui superkomputer membolehkan kita memahami fenomena kompleks dan membuat keputusan yang wajar.



<http://bit.ly/37R8TTL>

Kepentingan Bab Ini

Kefahaman fizik kuantum membantu para penyelidik mencipta sistem komputer yang canggih dengan memori yang besar dan kelajuan pemprosesan yang amat pantas. Perkembangan penciptaan ini dapat melahirkan pakar komputer dan pakar fizik yang kompeten serta dinamik demi menyahut cabaran era kuantum yang semakin mencabar.

Lensa Futuristik

Proses penyulitan (*encryption*) adalah mustahak untuk menjamin keselamatan dan kerahsiaan maklumat sesebuah organisasi, institusi kewangan atau kerajaan. Pengetahuan dalam fizik kuantum membolehkan perkembangan sistem algoritma penyulitan dan tandatangan digital baharu yang lebih selamat.

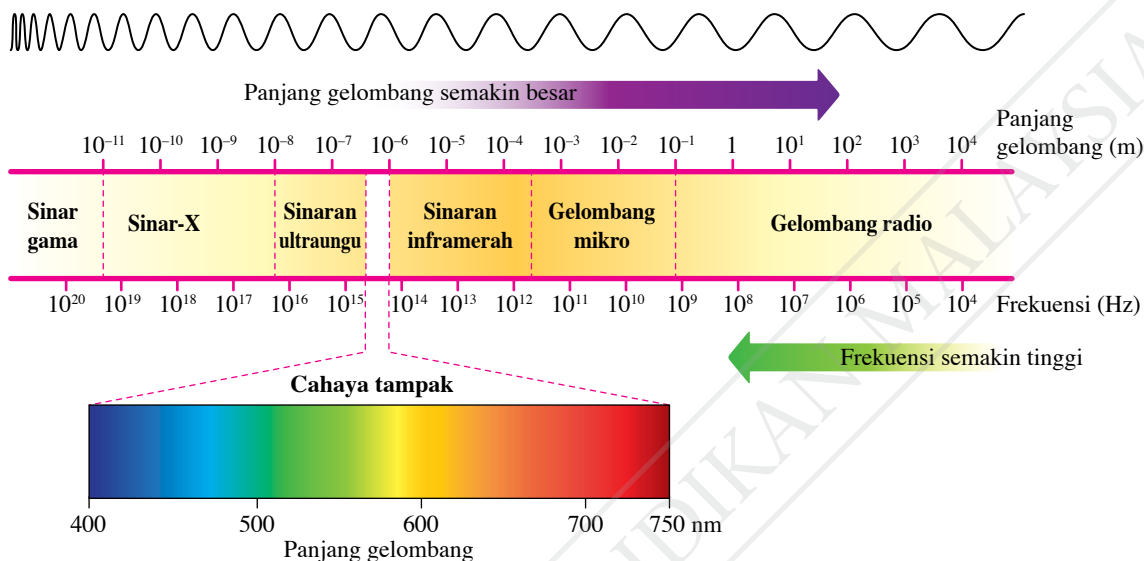


<http://bit.ly/2Nfy0b7>

7.1

Teori Kuantum Cahaya

Semasa di Tingkatan 4, anda telah mempelajari bahawa spektrum elektromagnet adalah spektrum selanjar. Spektrum ini terdiri daripada tujuh jenis gelombang yang mempunyai frekuensi dan panjang gelombang yang berbeza seperti yang ditunjukkan dalam Rajah 7.1.



Rajah 7.1 Spektrum elektromagnet

Semua objek dapat memancarkan sinaran elektromagnet. Frekuensi sinaran elektromagnet yang terpancar bergantung pada suhu objek itu. Objek yang sejuk memancarkan gelombang dengan frekuensi yang rendah, contohnya gelombang radio atau gelombang mikro. Manakala objek yang panas memancarkan gelombang dengan frekuensi yang lebih tinggi, contohnya cahaya tampak dan sinaran ultraungu. Adakah manusia juga memancarkan sinaran elektromagnet?

Jasad hitam merupakan suatu jasad unggul yang berupaya menyerap semua sinaran elektromagnet yang jatuh padanya. Jasad hitam juga dapat memancarkan sinaran termal bergantung pada suhunya. Sinaran yang dipancar berbentuk spektrum selanjar dan tidak dipengaruhi oleh sifat permukaan jasad hitam. Oleh itu, sebarang objek yang memancarkan sinaran elektromagnet mengikut suhunya dikenali sebagai pemancar jasad hitam (*black body radiator*).

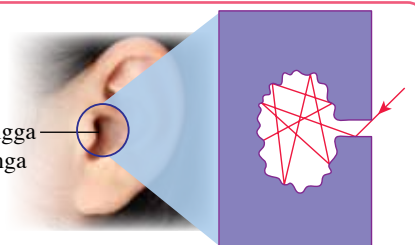
Galeri MAKLUMAT

Sinaran termal merupakan sinaran elektromagnet yang merangkumi sinaran boleh tampak dan sinaran yang tidak boleh dilihat oleh mata manusia seperti sinaran inframerah.

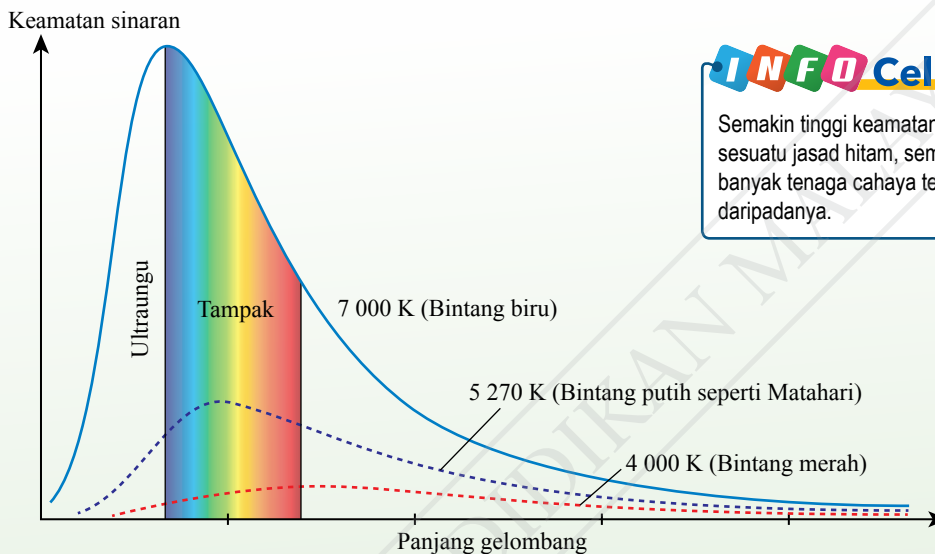
Galeri MAKLUMAT

Sinaran cahaya yang memasuki rongga telinga akan mengalami proses pantulan berulang-ulang pada dinding dalam rongga telinga. Setiap kali pantulan berlaku, sinaran akan diserap oleh dinding dalam rongga telinga sehingga semua sinaran diserap. Oleh itu, rongga telinga seolah-olah bertindak sebagai jasad hitam.

Rongga telinga



Apabila suhu suatu objek meningkat, objek tersebut bertindak sebagai pemancar jasad hitam dengan memancarkan sinaran termal pada semua panjang gelombang. Rajah 7.2 merupakan graf keamatan sinaran melawan panjang gelombang bagi tiga jenis jasad hitam mengikut suhu yang berbeza. Lazimnya, setiap lengkungan graf untuk spektrum jasad hitam adalah lebih sempit pada bahagian sebelah kiri, iaitu kawasan yang mempunyai panjang gelombang pendek dan frekuensi tinggi. Pada suhu yang semakin meningkat, panjang gelombang yang mencapai keamatan sinaran maksimum juga semakin pendek.



Rajah 7.2 Graf keamatan sinaran melawan panjang gelombang



(a) Imej termografik sebuah kereta



(b) Elemen pemanas ketuhar



(c) Sinaran termal dalam mentol lampu pada suhu yang berbeza



IMBAS SAYA

Video tentang
termometer
inframerah

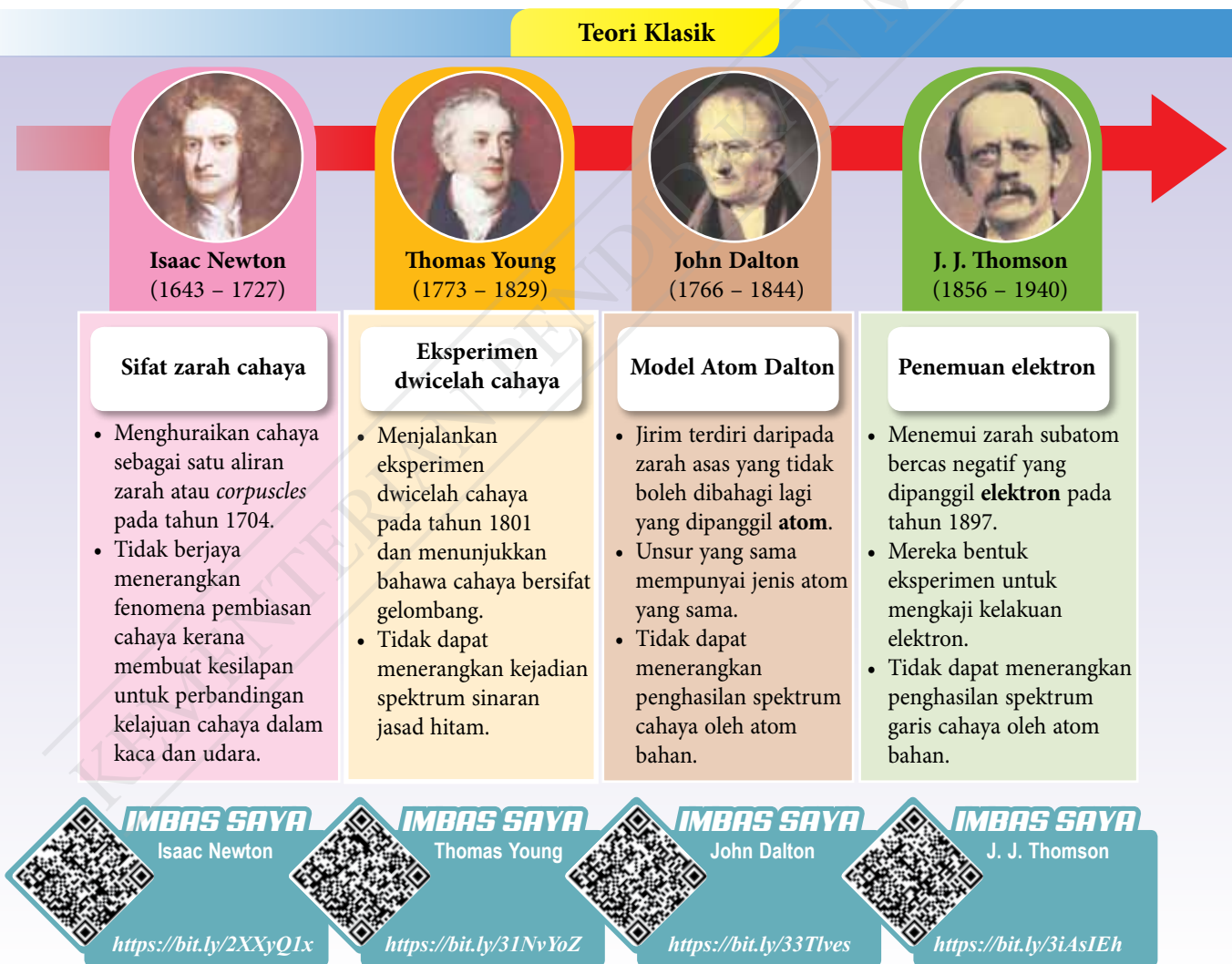
<https://bit.ly/32BIKdI>

Gambar foto 7.1 Contoh-contoh jasad hitam dalam kehidupan harian

Pencetusan Idea Teori Fizik Kuantum

Cahaya merupakan gelombang elektromagnet yang terhasil daripada getaran cas elektrik. Dalam suatu objek yang panas, elektron bergetar pantas pada sebarang arah secara rawak dan menghasilkan cahaya. Semakin panas objek tersebut, getaran elektron-elektron menjadi lebih bertenaga dan lebih banyak cahaya akan terpancar. Elektron-elektron dalam objek panas akan bergetar dengan suatu julat frekuensi yang selanjar. Menurut teori klasik, elektron yang bergetar pada frekuensi yang sama harus mempunyai kandungan tenaga yang sama. Frekuensi getaran elektron juga tidak mempunyai had. Oleh itu, tenaga cahaya yang terhasil daripada getaran elektron boleh mencapai nilai tinggi yang tidak terbatas.

Walau bagaimanapun, keputusan eksperimen yang melibatkan sinaran jasad hitam telah menunjukkan percanggahan dengan teori fizik klasik. Berdasarkan graf keamatan sinaran melawan panjang gelombang bagi sinaran jasad hitam, keamatan cahaya adalah tidak selanjar dengan pertambahan frekuensi gelombang seperti yang diramalkan oleh teori klasik. Percanggahan konsep tenaga cahaya ini telah mencetuskan teori fizik kuantum.



Rajah 7.3 Perkembangan teori kuantum dari teori klasik

Aktiviti 7.1

KIAK / KMK

Tujuan: Mengumpul maklumat tentang perkembangan teori kuantum

Arahan:

1. Jalankan aktiviti ini dalam bentuk *Gallery Walk*.
2. Dapatkan maklumat daripada pelbagai bahan bacaan dan laman sesawang tentang penemuan ahli-ahli fizik yang berikut terhadap perkembangan teori kuantum.

Isaac Newton	John Dalton	Max Planck	Niels Bohr
Thomas Young	J. J. Thomson	Albert Einstein	Louis de Broglie

3. Bentangkan hasil dapatan anda dalam bentuk peta pemikiran.

Teori Kuantum



Max Planck
(1858 – 1947)

- Memperkenalkan idea **kuantum** (tenaga yang diskrit) pada tahun 1900.
- Gelombang elektromagnet yang dipancarkan oleh jasad hitam adalah dalam bentuk yang diskrit yang dikenali sebagai kuantum tenaga.
- Tenaga dalam setiap kuantum adalah berkadar terus dengan frekuensi gelombang.
- Keamatan sinaran adalah rendah bagi gelombang frekuensi tinggi.



Albert Einstein
(1879 – 1955)

- Memperkenalkan konsep **foton** pada tahun 1905.
- Tenaga foton adalah berkadar terus dengan frekuensi gelombang cahaya.
- **Teori foton Einstein** berjaya menjelaskan ciri-ciri kesan fotoelektrik yang tidak dapat diterangkan dengan teori klasik.



Niels Bohr
(1885 – 1962)

- Menerangkan penghasilan spektrum garis oleh atom hidrogen.
- Elektron dalam atom bergerak mengelilingi nukleus atom pada petala tertentu sahaja.
- Pemindahan elektron dari petala paras tenaga tinggi ke petala paras tenaga rendah memancarkan foton.



Louis de Broglie
(1892 – 1987)

- Memperkenalkan hipotesis bahawa zarah bersifat gelombang pada tahun 1924.
- Idea Einstein dan de Broglie membawa kepada idea **sifat kedualan gelombang-zarah** bagi cahaya dan semua zarah subatom.

IMBAS SAYA

Max Planck

<https://bit.ly/3kEFzau>

IMBAS SAYA

Albert Einstein

<https://bit.ly/3akNsgl>

IMBAS SAYA

Niels Bohr

<https://bit.ly/3fRwJm9>

IMBAS SAYA

Louis de Broglie

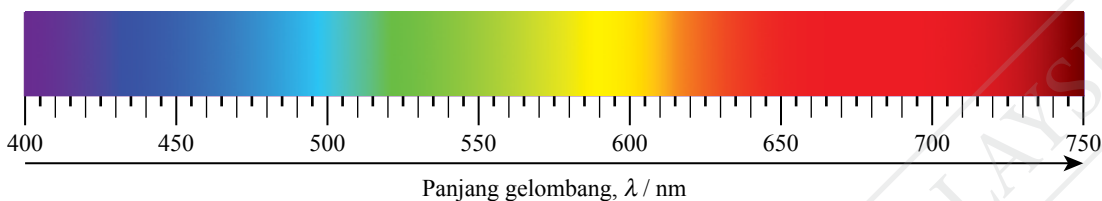
<https://bit.ly/3fM2LQs>

Kuantum Tenaga

Spektrum elektromagnet boleh terdiri daripada spektrum selanjat dan spektrum garis. Rajah 7.4 dan 7.5 masing-masing menunjukkan contoh spektrum selanjat dan spektrum garis.

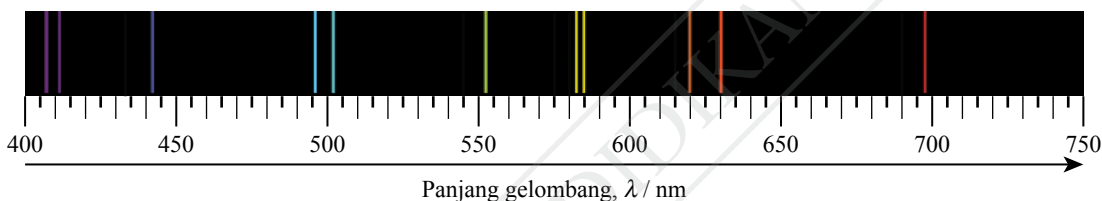


Spektrum selanjat



Rajah 7.4 Spektrum cahaya tampak

Spektrum garis



Rajah 7.5 Spektrum garis daripada lampu gas merkuri yang panas

Spektrum selanjat boleh dihasilkan melalui penyerakan cahaya putih oleh prisma kepada spektrum yang terdiri daripada tujuh warna cahaya tampak. Spektrum tersebut mempunyai julat panjang gelombang 400 nm hingga 750 nm. Spektrum cahaya tampak dikatakan bersifat selanjat kerana tiada jurang pemisahan di antara setiap jenis warna cahaya di spektrum tersebut.

Spektrum garis yang terhasil oleh sesuatu atom yang teruja merupakan koleksi garis-garis berwarna dengan panjang gelombang dan frekuensi yang unik. Setiap unsur menghasilkan siri spektrum garis yang tersendiri. Oleh itu, spektrum garis boleh digunakan sebagai penunjuk bagi mengenal pasti kewujudan sesuatu unsur. Jadual 7.1 menunjukkan nilai frekuensi dan kuantum tenaga bagi spektrum garis yang dihasilkan oleh lampu gas merkuri.

Jadual 7.1 Nilai frekuensi dan kuantum tenaga bagi spektrum garis daripada lampu gas merkuri

Warna spektrum garis	Frekuensi, f / 10^{14} Hz	Kuantum tenaga, E / 10^{-19} J
Ungu	7.41	4.91
Biru	6.88	4.56
Hijau	5.49	3.65
Kuning jingga	5.19	3.44

Aktiviti 7.2

KIAK / KMK

Tujuan: Membandingkan konsep tenaga selangar dan tenaga diskrit

Arahan:

1. Jalankan aktiviti ini secara berkumpulan.
2. Kumpulkan maklumat berkaitan konsep tenaga selangar dan tenaga diskrit dari aspek berikut:
 - (a) Spektrum cahaya tampak
 - (b) Spektrum garis dari lampu merkuri dan lampu-lampu yang lain
 - (c) Perbezaan antara tenaga selangar dengan tenaga diskrit
3. Anda boleh dapatkan maklumat tersebut di carian laman sesawang atau pelbagai sumber bacaan.
4. Bentangkan hasil dapatan anda menggunakan peta grafik.

Kuantum tenaga ialah **paket tenaga yang diskrit dan bukan tenaga selangar**. Paket-paket tenaga diskrit bergantung pada frekuensi gelombang. Menurut teori kuantum Max Planck dan Albert Einstein, tenaga cahaya wujud dalam bentuk paket tenaga yang dikenali sebagai foton. **Foton** ialah kuantum tenaga cahaya yang boleh dipindahkan. Tenaga foton adalah berkadar terus dengan frekuensi gelombang cahaya. Semakin tinggi frekuensi gelombang cahaya, semakin tinggi kuantum tenaga.

$$E \propto f$$

$$E = hf$$

iaitu E = tenaga foton

h = pemalar Planck (6.63×10^{-34} J s)

f = frekuensi gelombang cahaya

Galeri MAKLUMAT

Cahaya ialah sejenis gelombang elektromagnet dan juga memiliki sifat zarah. Jenis gelombang yang lain dalam spektrum elektromagnet juga boleh memiliki sifat zarah.

Contoh 1

Bandingkan tenaga foton cahaya 400 nm dan foton cahaya 750 nm.

Penyelesaian

Langkah 1:

Mengenal pasti masalah

Langkah 2:

Mengenal pasti maklumat yang diberikan

Langkah 3:

Mengenal pasti rumus yang boleh digunakan

Langkah 4:

Menyelesaikan masalah secara numerikal

- 1 Tenaga bagi satu foton 400 nm
Tenaga bagi satu foton 750 nm

- 2 Pemalar Planck, $h = 6.63 \times 10^{-34}$ J s
Laju cahaya dalam vakum, $c = 3.00 \times 10^8$ m s⁻¹
Panjang gelombang, $\lambda_1 = 400 \times 10^{-9}$ m
Panjang gelombang, $\lambda_2 = 750 \times 10^{-9}$ m

- 3 $c = \lambda f$, maka $f = \frac{c}{\lambda}$
 $E = hf = \frac{hc}{\lambda}$

- 4 $E_1 = 6.63 \times 10^{-34} \left(\frac{3.00 \times 10^8}{400 \times 10^{-9}} \right)$
 $= 4.97 \times 10^{-19}$ J
 $E_2 = 6.63 \times 10^{-34} \left(\frac{3.00 \times 10^8}{750 \times 10^{-9}} \right)$
 $= 2.65 \times 10^{-19}$ J

Semakin pendek panjang gelombang cahaya, semakin tinggi tenaga foton.

CUBA JAWAB



<http://bit.ly/2QxWZXS>

Sifat Kedualan Gelombang-Zarah

Sinaran elektromagnet seperti cahaya dikatakan bersifat gelombang kerana menunjukkan fenomena pembelauan dan interferens. Objek seperti guli dikatakan bersifat zarah kerana memiliki momentum dan tenaga kinetik serta boleh berlanggar antara satu sama lain.



Aktiviti 7.3

KIAK / KMK

Tujuan: Memerhatikan sifat gelombang bagi zarah dan bagaimana panjang gelombang de Broglie berubah dengan jisim dan halaju zarah

Arahan:

1. Jalankan aktiviti ini secara berpasangan.
2. Imbas kod QR untuk melihat simulasi tentang sifat gelombang bagi zarah. Berdasarkan simulasi tersebut, bincangkan perkara berikut:
 - (a) sifat gelombang bagi zarah
 - (b) hubungan antara panjang gelombang de Broglie dengan jisim dan halaju zarah
3. Bentangkan hasil dapatan anda.



IMBAS SAYA

Simulasi panjang gelombang

<http://bit.ly/39xNYqu>

Pada tahun 1924, Louis de Broglie (dibaca sebagai 'de Broy') (1892 – 1987) seorang ahli fizik kuantum telah mengemukakan hipotesis yang menyatakan bahawa semua zarah boleh menunjukkan ciri-ciri gelombang. Namun secara eksperimen, zarah yang mempunyai jisim besar adalah sukar untuk menunjukkan ciri-ciri gelombangnya. Louis de Broglie meramalkan ciri-ciri gelombang boleh ditunjukkan oleh zarah ringan, contohnya elektron. Beliau menyatakan hubungan antara momentum suatu zarah, p dengan panjang gelombang, λ adalah seperti yang berikut.

$$\lambda = \frac{h}{p}$$

iaitu λ = panjang gelombang

h = pemalar Planck

p = momentum zarah

Nilai pemalar Planck ialah 6.63×10^{-34} J s

Semakin besar momentum zarah, semakin pendek panjang gelombang. Oleh sebab nilai momentum zarah boleh ditentukan dengan $p = mv$, maka rumus yang berikut juga boleh diperoleh.

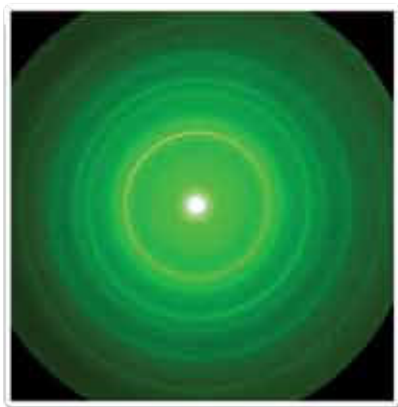
$$\lambda = \frac{h}{mv}$$

iaitu m = jisim zarah

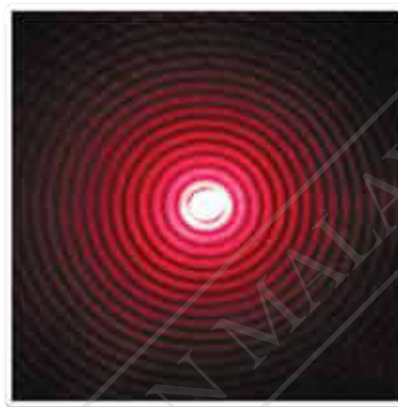
v = halaju zarah

Disebabkan nilai h adalah sangat kecil, zarah yang berjisim besar akan mempunyai panjang gelombang de Broglie yang terlalu pendek untuk dikesan. Oleh itu, ciri gelombang tidak dapat diperhatikan.

Pada tahun 1927, kewujudan sifat gelombang bagi elektron telah disahkan melalui eksperimen pembelauan elektron. Gambar foto 7.2 menunjukkan corak pembelauan elektron melalui lapisan grafit nipis. Corak ini menyerupai corak pembelauan cahaya melalui bukaan membulat seperti yang ditunjukkan dalam Gambar foto 7.3. Hal ini secara langsung telah membuktikan hipotesis de Broglie.

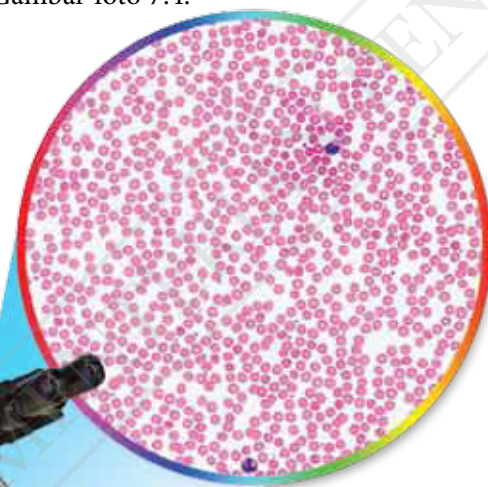


Gambar foto 7.2 Corak pembelauan elektron melalui lapisan grafit nipis

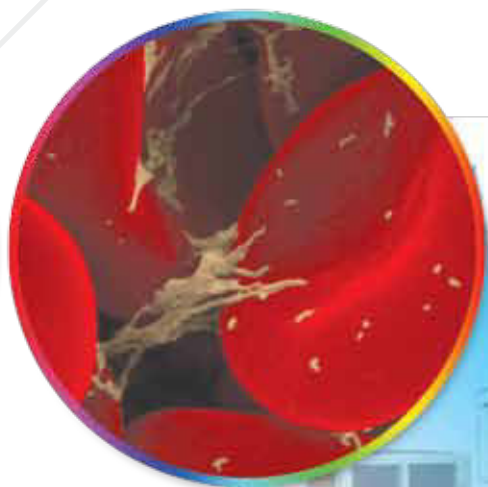


Gambar foto 7.3 Corak pembelauan cahaya laser merah melalui bukaan membulat

Panjang gelombang de Broglie suatu alur elektron ialah kira-kira 1 000 – 10 000 kali lebih pendek berbanding dengan panjang gelombang cahaya. Sifat ini amat penting untuk menghasilkan pembesaran yang lebih tinggi dalam operasi mikroskop elektron. Perbandingan antara imej yang dihasilkan oleh mikroskop cahaya dengan mikroskop elektron ditunjukkan dalam Gambar foto 7.4.



(a) Imej sel darah merah di bawah mikroskop cahaya



(b) Imej sel darah merah di bawah mikroskop elektron

Gambar foto 7.4 Perbandingan antara imej yang dihasilkan oleh mikroskop cahaya dengan mikroskop elektron

Elektron dikatakan bersifat kedualan gelombang-zarah kerana menunjukkan sifat zarah dan sifat gelombang. Cahaya juga mempunyai kedua-dua sifat gelombang dan zarah. Oleh itu, cahaya dan elektron masing-masing dikatakan bersifat **kedualan gelombang-zarah**. Sifat kedualan ini juga dimiliki oleh semua jenis sinaran dalam spektrum gelombang elektromagnet dan juga zarah subatom seperti proton dan neutron.

Tenaga cahaya, E dipindah dalam bentuk paket tenaga yang dikenali sebagai foton.

$$E = hf$$

iaitu h = pemalar Planck

f = frekuensi gelombang cahaya

Untuk gelombang elektromagnet, hubungan kelajuan gelombang, c dengan panjang gelombang, λ ialah $c = f\lambda$, maka $f = \frac{c}{\lambda}$, dan

$$E = \frac{hc}{\lambda}$$

Menyelesaikan Masalah bagi Tenaga dan Kuasa Foton

Tenaga untuk satu foton, $E = hf$

Andaikan sebanyak n foton dipancarkan dalam sesaat, maka kuasa foton, P , iaitu jumlah tenaga yang dipindahkan dalam masa sesaat ialah

$$P = nhf = \frac{nhc}{\lambda}$$

iaitu n = bilangan foton yang dipancarkan sesaat

Contoh 1

Sebuah lampu 50 W memancarkan cahaya merah dengan panjang gelombang, $\lambda = 7.0 \times 10^{-7}$ m. Berapakah bilangan foton yang dipancarkan per saat?

Penyelesaian

Langkah 1:

Mengenal pasti masalah

Langkah 2:

Mengenal pasti maklumat yang diberikan

Langkah 3:

Mengenal pasti rumus yang boleh digunakan

Langkah 4:

Menyelesaikan masalah secara numerikal

1 Bilangan foton yang dipancarkan per saat, n

2 Panjang gelombang, $\lambda = 7.0 \times 10^{-7}$ m
Kuasa, $P = 50$ W
Pemalar Planck, $h = 6.63 \times 10^{-34}$ J s
Laju cahaya dalam vakum, $c = 3.00 \times 10^8$ m s⁻¹

3 $P = \frac{nhc}{\lambda}$
Maka, $n = \frac{P\lambda}{hc}$

4 $n = \frac{50 \times 7.0 \times 10^{-7}}{6.63 \times 10^{-34} \times 3.00 \times 10^8}$
 $= 1.76 \times 10^{20}$ s⁻¹

CUBA JAWAB



<http://bit.ly/39xzMOW>

Contoh 2

Sebatang pen laser merah mengeluarkan cahaya dengan panjang gelombang 670 nm. Jika bilangan foton yang terpancar ialah 3.37×10^{18} sesaat, berapakah kuasa output pen laser tersebut?

Penyelesaian

Panjang gelombang, $\lambda = 670 \text{ nm}$

$$= 6.7 \times 10^{-7} \text{ m}$$

Bilangan foton yang dipancarkan sesaat, $n = 3.37 \times 10^{18} \text{ s}^{-1}$

Pemalar Planck, $h = 6.63 \times 10^{-34} \text{ J s}$

Laju cahaya dalam vakum, $c = 3.00 \times 10^8 \text{ m s}^{-1}$

$$\begin{aligned} \text{Kuasa output pen laser, } P &= \frac{nhc}{\lambda} \\ &= \frac{(3.37 \times 10^{18})(6.63 \times 10^{-34})(3.00 \times 10^8)}{6.7 \times 10^{-7}} \\ &= 1.00 \text{ W} \end{aligned}$$

Contoh 3

Andaikan 10% daripada kuasa output mentol 100 W digunakan untuk memancarkan 2.92×10^{19} foton per saat, berapakah panjang gelombang purata cahaya tersebut dalam nm?

Penyelesaian

Kuasa output foton yang dipancarkan, $P = 10\% \times 100 \text{ W}$

$$= 10 \text{ W}$$

Bilangan foton yang dipancarkan sesaat, $n = 2.92 \times 10^{19} \text{ s}^{-1}$

Pemalar Planck, $h = 6.63 \times 10^{-34} \text{ J s}$

Laju cahaya dalam vakum, $c = 3.00 \times 10^8 \text{ m s}^{-1}$

$$\begin{aligned} \text{Panjang gelombang purata cahaya, } \lambda &= \frac{nhc}{P} \\ &= \frac{(2.92 \times 10^{19})(6.63 \times 10^{-34})(3.00 \times 10^8)}{10} \\ &= 5.81 \times 10^{-7} \text{ m} \\ &= 581 \text{ nm} \end{aligned}$$

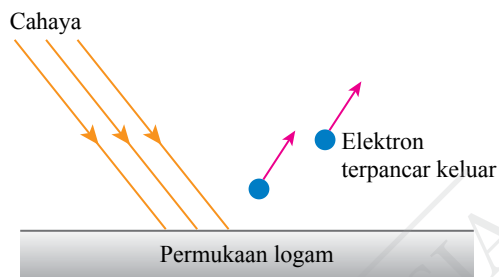
Praktis Formatif 7.1

- Berapakah frekuensi dan tenaga bagi satu foton dengan panjang gelombang 10 nm?
- Berapakah bilangan foton yang dipancarkan sesaat oleh lampu cahaya hijau yang berkuasa 50 W? [Frekuensi cahaya hijau, $f = 5.49 \times 10^{14} \text{ Hz}$]
- Diberi jisim elektron ialah $9.11 \times 10^{-31} \text{ kg}$:
 - berapakah panjang gelombang de Broglie bagi satu alur elektron yang mempunyai tenaga kinetik 50 eV? 
[1 eV = $1.60 \times 10^{-19} \text{ J}$]
 - namakan satu fenomena yang menunjukkan sifat gelombang bagi elektron.

7.2

Kesan Fotoelektrik

Apabila suatu permukaan logam disinari oleh alur cahaya yang mempunyai frekuensi tertentu, elektron daripada logam itu dapat dipancar keluar. Fenomena ini dikenali sebagai **kesan fotoelektrik**.



Rajah 7.6 Kesan fotoelektrik



Aktiviti 7.4

KIAK / KMK

Tujuan: Mengkaji kesan fotoelektrik

Arahan:

1. Jalankan aktiviti ini secara berpasangan.
2. Imbas kod QR untuk melihat simulasi dan video tentang kesan fotoelektrik.
3. Berdasarkan simulasi, terangkan kesan fotoelektrik.
4. Bentangkan hasil dapatan anda.



IMBAS SAYA

Simulasi kesan fotoelektrik

<http://bit.ly/2SGY8PM>

Ciri-ciri kesan fotoelektrik boleh dikaji dengan susunan litar yang menggunakan sel foto seperti yang ditunjukkan dalam Rajah 7.7.



IMBAS SAYA

Video demonstrasi kesan fotoelektrik

<http://bit.ly/35gQe23>

1

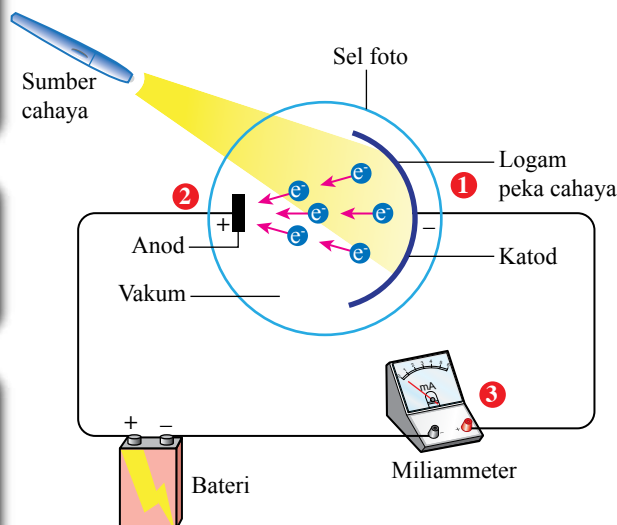
Apabila permukaan logam yang peka cahaya (katod) disinari dengan alur cahaya tertentu, elektron akan dipancarkan dari permukaan logam. Elektron ini dinamakan **fotoelektron**.

2

Fotoelektron yang terpancar itu akan ditarik ke anod yang berkeupayaan positif.

3

Pergerakan fotoelektron dari katod ke anod akan menghasilkan arus di dalam litar. Miliammeter akan menunjukkan nilai arus.



Rajah 7.7 Susunan radas yang menunjukkan kesan fotoelektrik

Rumus-rumus seperti $E = hf$ dan $\lambda = \frac{h}{p}$, melibatkan pemalar Planck, h . Bagaimanakah nilai pemalar ini dapat ditentukan di dalam makmal?



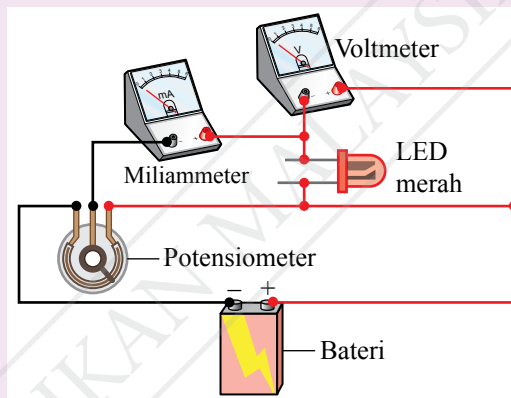
Aktiviti 7.5

Tujuan: Menentukan nilai pemalar Planck menggunakan kit pemalar Planck

Radas: Kit pemalar Planck (bateri 9 V, potensiometer 1 k Ω , LED pelbagai warna, miliammeter dan voltmeter)

Arahan:

1. Dengan menggunakan LED warna merah, sambungkan kit pemalar Planck seperti yang ditunjukkan dalam Rajah 7.8.
2. Imbas kod QR dan cetak Jadual 7.2.
3. Laraskan tombol pada potensiometer untuk mendapatkan nilai voltan, $V = 0.2$ V. Catatkan bacaan miliammeter dalam Jadual 7.2.
4. Ulangi langkah 2 bagi nilai $V = 0.4$ V, 0.6 V, 0.8 V, ... 3.0 V.
5. Lukiskan graf arus melawan voltan. Berdasarkan nilai pintasan graf pada paksi voltan, tentukan voltan pengaktifan, V_a bagi LED merah.
6. Ulangi langkah 3 hingga 5 menggunakan LED warna oren, hijau dan biru.



Rajah 7.8

Keputusan:

Jadual 7.2

Warna LED _____	
Voltan, V / V	Arus, I / mA
0.20	
0.40	
0.60	



IMBAS SAYA

Lembaran kerja
(Jadual 7.2)

<https://bit.ly/3my31qW>



IMBAS SAYA

Video menentukan
nilai Pemalar
Planck

<http://bit.ly/2ZIrzym>

Analisis data:

1. Berdasarkan nilai voltan pengaktifan yang telah diperolehi daripada graf arus, I melawan voltan, V bagi setiap warna LED, lengkapkan Jadual 7.3.

Jadual 7.3

Warna LED	Panjang gelombang, λ / nm	Voltan pengaktifan, V_a / V	$\frac{1}{\lambda} / \text{m}^{-1}$
Merah	623		
Oren	586		
Hijau	567		
Biru	467		

2. Berdasarkan Jadual 7.3, plotkan graf V_a melawan $\frac{1}{\lambda}$.
3. Berdasarkan graf yang diplot, tentukan nilai kecerunan graf, m dan hitungkan pemalar Planck, h . Diberi:

$$h = \frac{me}{c}, \text{ iaitu } e = \text{cas satu elektron } (1.60 \times 10^{-19} \text{ C})$$

$$c = \text{laju cahaya dalam vakum } (3.00 \times 10^8 \text{ m s}^{-1})$$



IMBAS SAYA

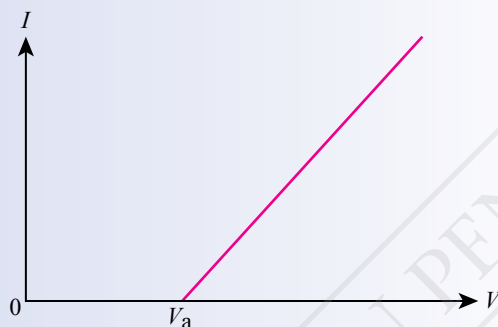
Menentukan nilai pemalar Planck melalui kecerunan graf

<http://bit.ly/2sxSDbD>

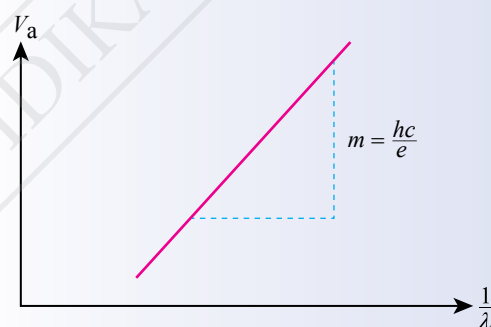
Perbincangan:

Apakah hubungan antara voltan pengaktifan dengan panjang gelombang cahaya LED?

Voltan pengaktifan, V_a boleh diperoleh melalui pintasan- V daripada graf I melawan V seperti yang ditunjukkan dalam Rajah 7.9. Voltan pengaktifan, V_a mempunyai hubungan linear dengan $\frac{1}{\lambda}$ seperti yang ditunjukkan dalam Rajah 7.10. Kecerunan graf V_a melawan $\frac{1}{\lambda}$, m bersamaan dengan nilai $\frac{hc}{e}$. Oleh itu, nilai pemalar Planck boleh ditentukan sebagai $\frac{me}{c}$.



Rajah 7.9 Graf I melawan V



Rajah 7.10 Graf V_a melawan $\frac{1}{\lambda}$

Ciri-ciri Kesan Fotoelektrik



Aktiviti 7.6

KIAK / KMK

Tujuan: Mengumpul maklumat tentang empat ciri kesan fotoelektrik

Arahan:

1. Jalankan aktiviti ini dalam bentuk *Gallery Walk*.
2. Dapatkan maklumat daripada pelbagai bahan bacaan dan laman sesawang tentang empat ciri kesan fotoelektrik yang berikut:
 - (a) kesan frekuensi ke atas kesan fotoelektrik
 - (b) kewujudan frekuensi ambang
 - (c) tenaga kinetik elektron tidak bergantung pada keamatan cahaya
 - (d) fotoelektron dipancar secara serta-merta apabila disinari dengan cahaya
3. Bentangkan hasil dapatan anda.

Kesan fotoelektrik berlaku apabila cahaya menyinari permukaan suatu logam. Elektron dalam logam menyerap tenaga dari cahaya dan terlepas dari permukaan logam. Menurut teori klasik, gelombang cahaya merupakan spektrum yang mempunyai tenaga selang-selang. Kesan fotoelektrik seharusnya boleh berlaku pada sebarang frekuensi gelombang cahaya. Cahaya yang terang mempunyai kandungan tenaga yang tinggi dan boleh mengeluarkan elektron dengan cepat. Cahaya yang malap pula mempunyai kandungan tenaga cahaya yang rendah, maka elektron memerlukan masa yang lebih panjang untuk menyerap tenaga yang cukup bagi membolehkannya terlepas dan keluar dari permukaan logam.

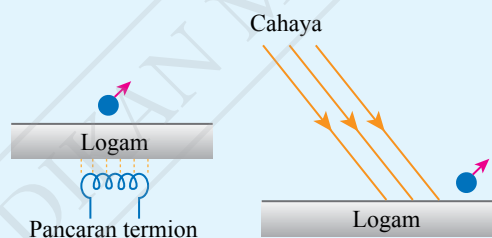
Namun, hasil eksperimen yang mengkaji kesan fotoelektrik menunjukkan bahawa pemancaran fotoelektron hanya berlaku pada frekuensi gelombang cahaya yang melebihi suatu nilai tertentu tanpa dipengaruhi oleh keamatan cahaya. Fotoelektron juga dipancarkan serta-merta pada frekuensi cahaya tersebut sungguhpun keamatan cahaya rendah.

1 Semakin tinggi frekuensi foton cahaya, semakin tinggi tenaga kinetik fotoelektron yang dipancarkan daripada permukaan logam.

2 Frekuensi minimum yang dapat mengeluarkan elektron dikenali sebagai frekuensi ambang, f_0 bagi sesuatu logam.

3 Tenaga kinetik fotoelektron tidak bergantung pada keamatan cahaya. Keamatan cahaya yang bertambah tidak menghasilkan fotoelektron yang lebih bertenaga kinetik.

4 Fotoelektron dipancar secara serta-merta apabila permukaan logam disinari dengan cahaya.



- Pengeluaran elektron dari permukaan logam melalui pancaran termion mengambil masa yang lama

- Pengeluaran elektron dari permukaan logam melalui kesan fotoelektrik berlaku secara serta-merta

Rajah 7.11 Ciri-ciri kesan fotoelektrik

Frekuensi ambang, f_0 ialah frekuensi minimum yang boleh menghasilkan kesan fotoelektrik pada satu jenis logam.

Praktis Formatif 7.2

1. Apakah yang dimaksudkan dengan kesan fotoelektrik?
2. Adakah cahaya terang akan memancarkan lebih banyak fotoelektron daripada permukaan logam berbanding dengan cahaya malap yang berfrekuensi sama?
3. Nyatakan empat ciri kesan fotoelektrik yang diperoleh secara eksperimen.
4. Mengapakah fotoelektron dipancar secara serta-merta dari permukaan logam apabila disinari dengan cahaya yang berfrekuensi tertentu? 🧠
5. Mengapakah keamatan cahaya yang bertambah tidak meningkatkan tenaga kinetik fotoelektron? 🧠

7.3

Teori Fotoelektrik Einstein

Pada tahun 1905, Albert Einstein telah mengemukakan teori fotoelektrik yang berjaya menerangkan kesemua ciri kesan fotoelektrik bagi eksperimen yang berkaitan. Beliau mendapat anugerah Hadiah Nobel pada tahun 1921 atas kejayaan ini. Teori ini dinamakan **Teori Fotoelektrik Einstein**.

Einstein mengaplikasikan idea kuantum tenaga yang dikemukakan oleh Max Planck. Beliau mencadangkan bahawa tenaga dibawa oleh zarah cahaya, iaitu foton. Tenaga setiap foton adalah berkadar terus dengan frekuensi cahaya, f dan dapat ditentukan melalui persamaan yang berikut.

$$E = hf, \text{ iaitu } h = \text{pemalar Planck } (6.63 \times 10^{-34} \text{ J s})$$

Setiap kuantum cahaya ialah paket tenaga yang diskrit. Terdapat paket-paket tenaga dalam suatu alur cahaya yang menyinari permukaan logam. Apabila satu foton tiba di permukaan logam, tenaga foton tersebut akan diserap sepenuhnya oleh elektron dalam logam tersebut. Tenaga ini digunakan untuk membebaskan elektron daripada logam dan selebihnya menjadi tenaga kinetik fotoelektron. Lazimnya, elektron pada permukaan logam akan memperoleh tenaga kinetik maksimum berbanding dengan elektron yang berada di bahagian dalam logam.

Bagi elektron yang terletak pada permukaan logam,

$$\text{tenaga foton} = \begin{array}{l} \text{tenaga minimum yang} \\ \text{diperlukan untuk} \\ \text{membebaskan fotoelektron} \end{array} + \begin{array}{l} \text{tenaga kinetik} \\ \text{maksimum} \\ \text{fotoelektron} \end{array}$$

$$E = W + K_{\text{maks}}$$

$$hf = W + \frac{1}{2}mv_{\text{maks}}^2$$

$$\frac{1}{2}mv_{\text{maks}}^2 = hf - W$$

Persamaan Fotoelektrik Einstein untuk kesan fotoelektrik adalah selaras dengan Prinsip Keabadian Tenaga.

Pada frekuensi ambang, f_0 , fotoelektron dikeluarkan tanpa memiliki sebarang tenaga kinetik, $\frac{1}{2}mv_{\text{maks}}^2 = 0$

$$\text{Maka, } 0 = hf_0 - W$$

$$W = hf_0$$

$$\text{Gantikan } W = hf_0 \text{ dalam } \frac{1}{2}mv_{\text{maks}}^2 = hf - W$$

$$\frac{1}{2}mv_{\text{maks}}^2 = hf - hf_0$$

$$\frac{1}{2}mv_{\text{maks}}^2 = h(f - f_0)$$

Fungsi Kerja dan Frekuensi Ambang bagi Kesan Fotoelektrik

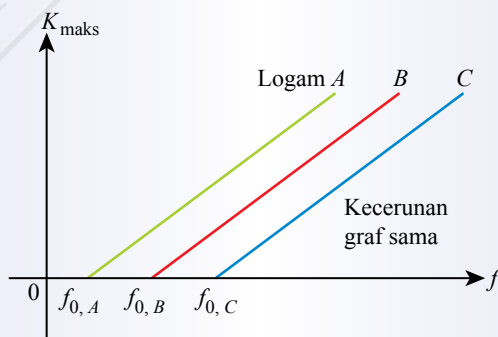
Tenaga minimum yang diperlukan untuk fotoelektron terlepas dari permukaan logam dikenali sebagai **fungsi kerja**. Frekuensi minimum foton cahaya yang menghasilkan kesan fotoelektrik dinamakan **frekuensi ambang**.

Hubungan antara tenaga kinetik maksimum fotoelektron, K_{maks} dengan frekuensi cahaya, f ditunjukkan dengan graf dalam Rajah 7.12. Graf tersebut merupakan garis lurus dengan kecerunan positif dan tidak melalui titik asalan. Nilai frekuensi ambang, f_0 ialah nilai pada pintasan paksi frekuensi.



Rajah 7.12 Graf K_{maks} melawan f

Hubungan antara fungsi kerja dan frekuensi ambang bagi suatu logam boleh ditentukan melalui hubungan $W = hf_0$. Fotoelektron akan memperoleh tenaga kinetik apabila frekuensi cahaya melebihi frekuensi ambang. Semakin tinggi frekuensi ambang sesuatu logam, semakin tinggi nilai fungsi kerja. Hal ini bermaksud tenaga minimum yang diperlukan untuk kesan fotoelektrik berlaku adalah tinggi. Logam yang berbeza mempunyai nilai frekuensi ambang yang berbeza seperti yang ditunjukkan dalam Rajah 7.13.



Rajah 7.13 Graf K_{maks} melawan f bagi jenis logam yang berbeza



Aktiviti 7.1

KIAK / KMK

Tujuan: Memerhati frekuensi ambang bagi logam yang berbeza

Arahan:

1. Jalankan aktiviti ini secara berpasangan.
2. Imbas kod QR untuk memerhati simulasi komputer menggunakan cahaya ungu, biru, hijau, kuning, jingga dan merah bagi mendapatkan idea bahawa logam yang berbeza mempunyai frekuensi ambang yang berbeza.
3. Kumpulkan maklumat tentang jenis logam dan frekuensi ambang bagi setiap warna cahaya yang diperhatikan.
4. Bentangkan hasil dapatan anda.



IMBAS SAYA

Simulasi frekuensi ambang

<http://bit.ly/2SGY8PM>



Aktiviti 7.2

Tujuan: Menentukan fungsi kerja logam berdasarkan rumus

Arahan:

1. Jalankan aktiviti ini secara berpasangan.
2. Teliti persamaan yang berikut:

Berdasarkan persamaan Einstein, $K_{\text{maks}} = hf - W$

Jika $K_{\text{maks}} = 0$ dan $f = f_0$

$$hf_0 - W = 0$$

maka, $W = hf_0$

3. Tentukan fungsi kerja untuk setiap jenis logam dan lengkapkan Jadual 7.4.

Jadual 7.4

Jenis logam	Frekuensi ambang, $f_0 / 10^{14}$ Hz	Fungsi kerja, $W = hf_0 / \text{J}$
Ta	1.03	
Ti	1.05	
Mo	1.11	
Au	1.23	
Pd	1.24	
Ir	1.27	
Pt	1.36	

Menyelesaikan Masalah Menggunakan Persamaan Einstein untuk Kesan Fotoelektrik

Contoh 1

Cahaya biru yang berfrekuensi 6.67×10^{14} Hz disinarkan ke atas permukaan logam cesium yang bersih. Berapakah tenaga kinetik maksimum fotoelektron yang terpancar keluar?

[Fungsi kerja cesium = 3.43×10^{-19} J, pemalar Planck = 6.63×10^{-34} J s]

CUBA JAWAB



<http://bit.ly/2QmZEVL>

Penyelesaian

Langkah 1:

Mengenal pasti masalah

Langkah 2:

Mengenal pasti maklumat yang diberikan

Langkah 3:

Mengenal pasti rumus yang boleh digunakan

Langkah 4:

Menyelesaikan masalah secara numerikal

- 1 Tenaga kinetik maksimum fotoelektron, K_{maks}

- 2 Frekuensi, $f = 6.67 \times 10^{14}$ Hz
Fungsi kerja, $W = 3.43 \times 10^{-19}$ J
Pemalar Planck, $h = 6.63 \times 10^{-34}$ J s

- 3 $hf = W + K_{\text{maks}}$

- 4 $(6.63 \times 10^{-34})(6.67 \times 10^{14}) = 3.43 \times 10^{-19} + K_{\text{maks}}$
 $K_{\text{maks}} = 4.42 \times 10^{-19} - 3.43 \times 10^{-19}$
 $= 9.92 \times 10^{-20}$ J

Contoh 2

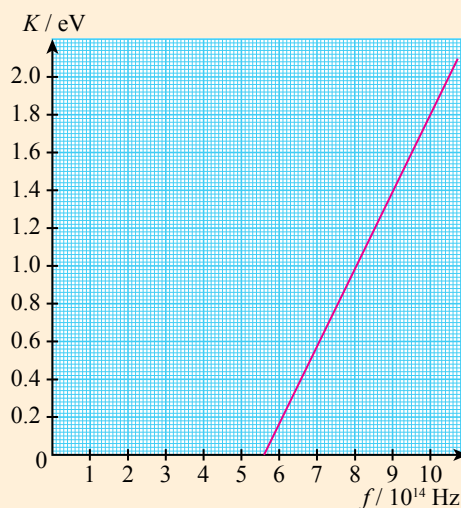
Rajah 7.14 menunjukkan graf perubahan tenaga kinetik bagi fotoelektron yang dibebaskan daripada logam litium untuk frekuensi cahaya yang berlainan. Tentukan frekuensi ambang daripada graf dan hitungkan nilai fungsi kerja bagi logam litium. [Pemalar Planck, $h = 6.63 \times 10^{-34}$ J s]

Penyelesaian

Frekuensi ambang, $f_0 = 5.6 \times 10^{14}$ Hz

Pemalar Planck, $h = 6.63 \times 10^{-34}$ J s

Fungsi kerja, $W = hf_0$
 $= (6.63 \times 10^{-34}) (5.6 \times 10^{14})$
 $= 3.71 \times 10^{-19}$ J



Rajah 7.14

Contoh 3

Berapakah halaju maksimum fotoelektron yang terpancar keluar apabila cahaya monokromatik ($\lambda = 550 \text{ nm}$) disinarkan ke atas logam yang mempunyai fungsi kerja 2.00 eV ?

[Diberi $hc = 1.243 \times 10^3 \text{ eV nm}$, $1 \text{ eV} = 1.60 \times 10^{-19} \text{ J}$, jisim elektron, $m = 9.11 \times 10^{-31} \text{ kg}$]

Penyelesaian

Panjang gelombang, $\lambda = 550 \text{ nm}$

Nilai $hc = 1.243 \times 10^3 \text{ eV nm}$

$1 \text{ eV} = 1.60 \times 10^{-19} \text{ J}$

Jisim elektron, $m = 9.11 \times 10^{-31} \text{ kg}$

$$\begin{aligned} E &= \frac{hc}{\lambda} \\ &= \frac{1.243 \times 10^3 \text{ eV nm}}{550 \text{ nm}} \\ &= 2.26 \text{ eV} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \text{Maka } \frac{1}{2}mv_{\text{maks}}^2 &= 2.26 - 2.00 \\ &= 0.26 \text{ eV} \\ \frac{1}{2}mv_{\text{maks}}^2 &= 0.26 \times 1.60 \times 10^{-19} \text{ J} \\ &= 4.16 \times 10^{-20} \text{ J} \\ v_{\text{maks}} &= \sqrt{\frac{2 \times 4.16 \times 10^{-20}}{9.11 \times 10^{-31}}} \\ &= 3.02 \times 10^5 \text{ m s}^{-1} \end{aligned}$$

Contoh 4

Apabila sebuah sel foto disinari dengan cahaya merah ($\lambda_1 = 750 \text{ nm}$) dan kemudian disinari dengan cahaya biru ($\lambda_2 = 460 \text{ nm}$), didapati tenaga kinetik maksimum fotoelektron yang terpancar oleh cahaya biru ialah 2 kali ganda daripada cahaya merah.

(a) Berapakah fungsi kerja bahan fotoelektrik dalam sel foto tersebut?

(b) Berapakah panjang gelombang ambang bagi bahan fotoelektrik tersebut?

Penyelesaian

Panjang gelombang cahaya merah, $\lambda_1 = 750 \times 10^{-9} \text{ m}$

Panjang gelombang cahaya biru, $\lambda_2 = 460 \times 10^{-9} \text{ m}$

Tenaga kinetik maksimum fotoelektron cahaya merah, K_1

Tenaga kinetik maksimum fotoelektron cahaya biru, $2K_1$

Fungsi kerja = W

Pemalar Planck, $h = 6.63 \times 10^{-34} \text{ J s}$

Laju cahaya dalam vakum, $c = 3.00 \times 10^8 \text{ m s}^{-1}$

$$(a) \quad hf = W + K$$

$$\frac{hc}{\lambda} = W + K$$

$$\begin{aligned} 6.63 \times 10^{-34} \times \left(\frac{3.00 \times 10^8}{750 \times 10^{-9}} \right) &= W + K_1 \\ 2.65 \times 10^{-19} &= W + K_1 \text{ ----- (1)} \end{aligned}$$

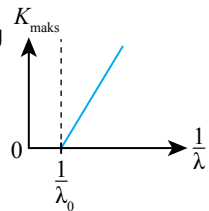
$$\begin{aligned} 6.63 \times 10^{-34} \times \left(\frac{3.00 \times 10^8}{460 \times 10^{-9}} \right) &= W + K_2 \\ 4.32 \times 10^{-19} &= W + 2K_1 \text{ ----- (2)} \end{aligned}$$

$$(1) \times 2 - (2):$$

$$\begin{aligned} 2.65 \times 10^{-19} \times 2 - 4.32 \times 10^{-19} &= (2W - W) + (2K_1 - 2K_1) \\ W &= 9.80 \times 10^{-20} \text{ J} \end{aligned}$$

Galeri MAKLUMAT

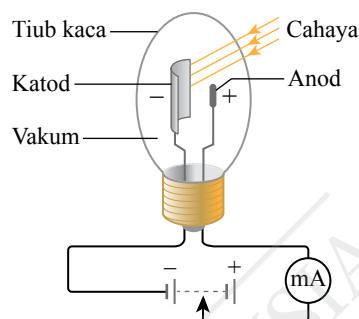
Panjang gelombang maksimum cahaya yang diperlukan oleh logam untuk memancarkan elektron dikenali sebagai panjang gelombang ambang, λ_0 bagi logam tersebut.



$$\begin{aligned} (b) \quad \frac{hc}{\lambda_0} &= W, \\ \lambda_0 &= 6.63 \times 10^{-34} \times \left(\frac{3.00 \times 10^8}{9.80 \times 10^{-20}} \right) \\ &= 2.03 \times 10^{-6} \text{ m} \end{aligned}$$

Penghasilan Arus Fotoelektrik dalam Sebuah Litar Sel Foto

Rajah 7.15 menunjukkan sebuah litar sel foto yang terdiri daripada sebuah tiub kaca yang divakum. Katod yang disaluti dengan logam peka cahaya, berbentuk semisilinder dan disambungkan kepada keupayaan negatif. Anod ialah satu rod logam yang dipasang sejajar dengan paksi semisilinder katod dan disambungkan kepada keupayaan positif. Apabila sel foto disinari oleh cahaya, penghasilan arus fotoelektrik akan terhasil dalam litar. Jadual 7.5 merupakan dua contoh sel foto.



Rajah 7.15 Litar sel foto

Jadual 7.5 Penghasilan arus fotoelektrik bagi sel foto yang diselaputi bahan cesium dan litium

Cesium	Litium
Fungsi kerja cesium, $W = 2.14 \text{ eV}$	Fungsi kerja litium, $W = 2.50 \text{ eV}$
Frekuensi ambang, $f_0 = 5.16 \times 10^{14} \text{ Hz}$	Frekuensi ambang, $f_0 = 6.03 \times 10^{14} \text{ Hz}$
Panjang gelombang maksimum untuk penghasilan arus fotoelektrik, $\lambda = 579 \text{ nm}$	Panjang gelombang maksimum untuk penghasilan arus fotoelektrik, $\lambda = 496 \text{ nm}$

Secara keseluruhannya, semakin tinggi fungsi kerja logam, semakin pendek panjang gelombang maksimum yang diperlukan untuk penghasilan arus fotoelektrik. Apabila keamatan cahaya bertambah, arus fotoelektrik dalam litar sel foto turut bertambah.



Aktiviti 7.9

KIAK / KMK

Tujuan: Memerhati bagaimana arus fotoelektrik dihasilkan di dalam sel foto yang diselaputi bahan cesium melalui animasi komputer

Arahan:

1. Jalankan aktiviti ini secara berpasangan.
2. Imbas kod QR untuk melihat simulasi berkaitan penghasilan arus fotoelektrik dalam sel foto yang diselaputi bahan cesium.
3. Berdasarkan simulasi tersebut, terangkan cara arus fotoelektrik terhasil dalam sel foto yang diselaputi bahan cesium.
4. Bentangkan hasil dapatan anda.



IMBAS SAYA

Video animasi
penghasilan arus
fotoelektrik

<http://bit.ly/2MR2BeR>

Aplikasi Kesan Fotoelektrik

Rajah 7.16 menunjukkan contoh aplikasi kesan fotoelektrik.



Lampu LED di sepanjang jalan raya yang beroperasi dengan sel suria adalah jimat tenaga dan mesra alam. Pada waktu siang, kesan fotoelektrik sel suria membolehkan tenaga elektrik disimpan dalam bateri. Pada waktu malam, lampu LED akan menyala apabila dibekalkan kuasa daripada bateri tersebut.



Noor Complex Solar Power Plant yang terletak di Gurun Sahara merupakan sebuah stesen jana kuasa menggunakan susunan sel suria terbesar di dunia. Stesen ini dijangka siap dibina pada tahun 2020 dan mampu menghasilkan kapasiti 580 MW untuk kegunaan 1 juta penduduk.

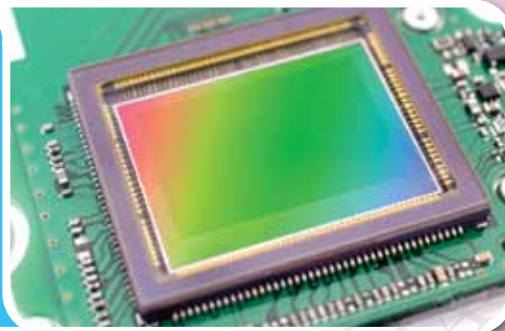


Pengesan cahaya pada pintu automatik menggunakan alur cahaya inframerah dan sel foto sebagai suis. Apabila lintasan cahaya diganggu, pengaliran arus fotoelektrik dalam litar sel foto akan terputus dan pintu akan kekal dalam keadaan terbuka.

Aplikasi Kesan Fotoelektrik

Rajah 7.16 Contoh aplikasi kesan fotoelektrik

Pengesan imej merupakan komponen utama dalam kamera resolusi tinggi. Komponen ini digunakan untuk menukarkan cahaya kepada isyarat elektrik yang boleh diproses menjadi imej digital.



Hampir semua aktiviti dalam Stesen Angkasa Antarabangsa ISS (*International Space Station*) bergantung pada sumber tenaga elektrik yang terhasil daripada panel suria. ISS mempunyai 16 sayap panel suria dan setiap panel mempunyai 33 ribu sel suria yang bersaiz $35 \text{ m} \times 12 \text{ m}$. Panel ini mampu menjanakan 84 – 120 kW tenaga elektrik.



Aktiviti 7.10

KIAK / KMK

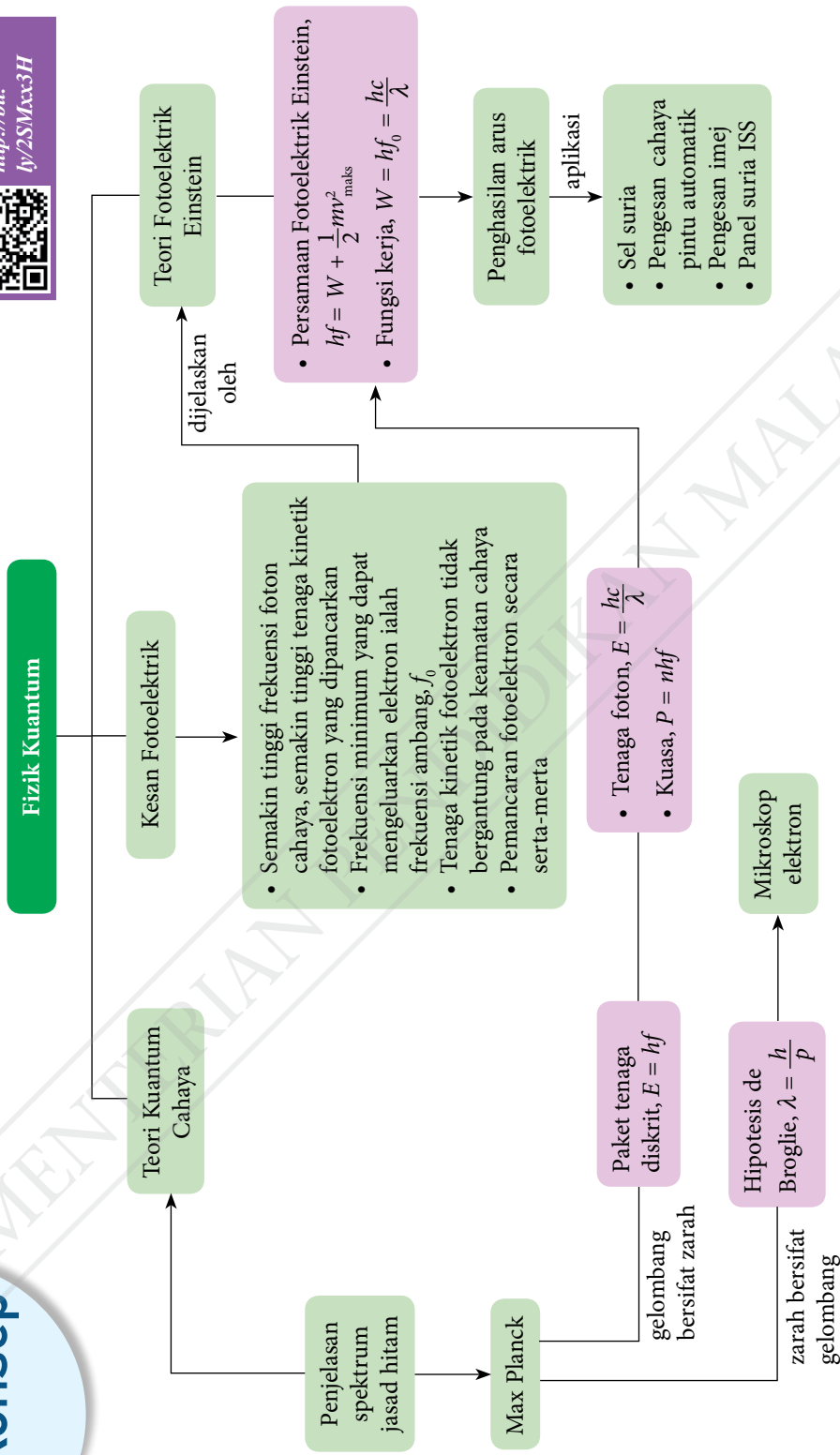
Tujuan: Mengumpul maklumat tentang aplikasi kesan fotoelektrik

Arahan:

1. Jalankan aktiviti ini dalam bentuk *Round Table*.
2. Anda boleh mendapatkan maklumat daripada bahan bacaan atau laman sesawang tentang aplikasi lain kesan fotoelektrik.
3. Bentangkan hasil dapatan anda dalam bentuk peta pemikiran yang sesuai.

Praktis Formatif 7.3

1. (a) Tulis Persamaan Fotoelektrik Einstein.
(b) Nyatakan maksud:
 - (i) fungsi kerja
 - (ii) frekuensi ambang
 - (iii) hubungan antara fungsi kerja dengan frekuensi ambang
2. (a) Lakarkan satu graf untuk menunjukkan hubungan antara tenaga kinetik maksimum fotoelektron dengan frekuensi cahaya bagi satu logam.
(b) Apakah yang diwakili oleh kecerunan graf dan pintasan graf bagi graf lakaran di 2(a)?
3. Apabila sejenis logam yang mempunyai fungsi kerja $4.32 \times 10^{-19} \text{ J}$ disinari dengan cahaya ungu ($\lambda = 4 \times 10^{-7} \text{ m}$), berapakah tenaga kinetik maksimum fotoelektron yang terpancar?
[Pemalar Planck, $h = 6.63 \times 10^{-34} \text{ J s}$, laju cahaya dalam vakum, $c = 3.00 \times 10^8 \text{ m s}^{-1}$]





- Perkara baharu yang saya pelajari dalam bab Fizik Kuantum ialah _____.
- Perkara paling menarik yang saya pelajari dalam bab ini ialah _____.
- Perkara yang saya masih kurang fahami ialah _____.
- Prestasi saya dalam bab ini.
Kurang baik

1	2	3	4	5
---	---	---	---	---

 Sangat baik
- Saya perlu _____ untuk meningkatkan prestasi saya dalam bab ini.



Praktis Sumatif

Nilai-nilai yang boleh digunakan dalam penyelesaian:

Pemalar Plank, $h = 6.63 \times 10^{-34} \text{ J s}$

Laju cahaya dalam vakum, $c = 3.00 \times 10^8 \text{ m s}^{-1}$

Jisim elektron, $m_e = 9.11 \times 10^{-31} \text{ kg}$

$1.00 \text{ eV} = 1.60 \times 10^{-19} \text{ J}$

- Nyatakan maksud bagi istilah yang berikut:
 - jasad hitam
 - kuantum tenaga
- Tenaga minimum yang diperlukan untuk fotoelektron terlepas dari permukaan logam natrium ialah 2.28 eV.
 - Adakah natrium menunjukkan kesan fotoelektrik untuk cahaya merah yang mempunyai panjang gelombang 680 nm?
 - Berapakah panjang gelombang ambang bagi natrium?

3. Panjang gelombang spektrum garis kuning bagi natrium ialah 590 nm. Berapakah tenaga kinetik yang dimiliki oleh satu elektron yang mempunyai panjang gelombang de Broglie yang sama dengan garis kuning bagi spektrum natrium? 🌸
4. Satu alur cahaya laser dengan panjang gelombang 555 nm dan mempunyai kuasa 5.00 mW ditujukan pada satu objek tanpa pantulan. Hitungkan: 🌸
 - (a) momentum satu foton dalam alur cahaya laser itu
 - (b) bilangan foton per saat yang dikenakan oleh alur cahaya laser pada objek itu
5. Panjang gelombang de Broglie bagi satu elektron ialah 1.00 nm.
 - (a) Nyatakan hipotesis Louis de Broglie tentang sifat gelombang bagi elektron.
 - (b) Hitungkan momentum elektron itu. 🌸
 - (c) Hitungkan halaju elektron itu. 🌸
 - (d) Hitungkan tenaga kinetik elektron itu. 🌸
6. (a) Mengapakah satu rongga besar yang mempunyai satu lubang kecil boleh bertindak sebagai jasad hitam?
- (b) Suhu suatu jasad hitam ialah 4 500 K dan jasad hitam itu kelihatan kuning jingga. Perihalkan perubahan warna jasad hitam semasa jasad itu dipanaskan hingga suhu 9 000 K. 🌸
7. Gambar foto 1 menunjukkan sebuah satelit komunikasi di angkasa lepas. Satu percubaan komunikasi kuantum dilakukan dengan denyutan laser berkuasa 60 mW dan mempunyai panjang gelombang 800 nm.



Gambar foto 1

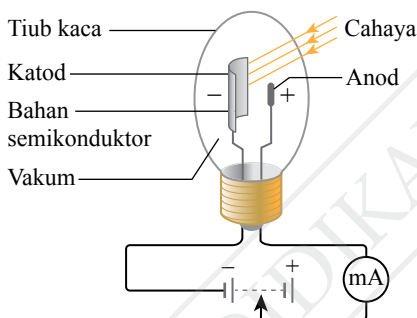
- (a) Berapakah momentum satu foton daripada denyutan laser itu? 🌸
- (b) Berapakah tenaga yang dibawa oleh satu foton? 🌸
- (c) Berapakah bilangan foton sesaat? 🌸
- (d) Berapakah jumlah momentum yang dipindahkan oleh denyutan laser itu sesaat? 🌸

8. Lengkapkan Jadual 1 dengan maklumat tentang panjang gelombang dan tenaga foton bagi beberapa komponen dalam spektrum elektromagnet. 🧠

Jadual 1

Panjang gelombang	Tenaga foton	Kawasan dalam spektrum elektromagnet
500 nm		
	50 eV	
	5.0×10^{-21} J	

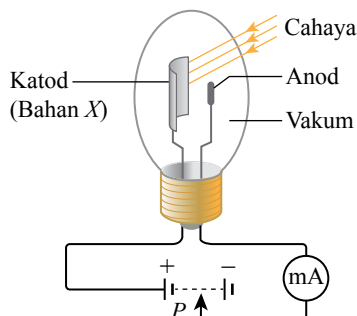
9. Rajah 1 menunjukkan satu bahan semikonduktor dalam pembinaan sel foto yang boleh diaktifkan dengan panjang gelombang cahaya yang maksimum 1 110 nm.



Rajah 1

- (a) Berapakah frekuensi ambang dan fungsi kerja bahan semikonduktor tersebut? 🧠
 (b) Mengapakah bahan semikonduktor tersebut kelihatan legap dalam keadaan suhu bilik? 🧠
10. Muthu menjalankan satu eksperimen tentang sebutir pasir yang jatuh melalui satu lubang kecil. Diberi nilai jisim sebutir pasir ialah 5×10^{-10} kg, diameter pasir ialah 0.07 mm, halaju pasir yang jatuh melalui lubang ialah 0.4 m s^{-1} dan saiz lubang ialah 1 mm.
- (a) Anggarkan panjang gelombang de Broglie bagi pasir tersebut. 🧠
 (b) Adakah pasir yang jatuh akan menghasilkan corak pembelauan apabila melalui lubang kecil itu? Jelaskan jawapan anda. 🧠
11. Apabila sebuah fotodiod disinari dengan cahaya merah ($\lambda = 700 \text{ nm}$) dan cahaya biru ($\lambda = 400 \text{ nm}$), tenaga kinetik maksimum fotoelektron yang terpancar oleh cahaya biru ialah 2 kali ganda daripada cahaya merah.
- (a) Berapakah fungsi kerja bahan dalam fotodiod?
 (b) Berapakah panjang gelombang ambang bagi bahan fotodiod tersebut? 🧠
 (c) Berapakah panjang gelombang de Broglie fotoelektron yang terkeluar oleh cahaya UV ($\lambda = 131 \text{ nm}$) dari fotodiod tersebut? 🧠

12. Amin menjalankan satu eksperimen untuk menentukan fungsi kerja dan panjang gelombang ambang bagi suatu bahan X. Susunan radas ditunjukkan dalam Rajah 2.



Rajah 2

Apabila katod yang diselaputi dengan bahan X disinari oleh alur cahaya yang mempunyai panjang gelombang, λ , fotoelektron akan dipancarkan dan bergerak menuju ke anod untuk memberi satu bacaan miliammeter. Beza keupayaan di anod dilaras menjadi negatif untuk menahan ketibaan fotoelektron yang juga bercas negatif. Jika pembahagi keupayaan, P dilaraskan sehingga beza keupayaan penahan, V_s mengakibatkan bacaan mikroammeter sifar, maka V_s merupakan satu sukatan kepada tenaga kinetik maksimum, K_{maks} fotoelektron terpancar, yang mana $K_{\text{maks}} = eV_s$. Jadual 2 menunjukkan hasil eksperimen bagi nilai λ dan V_s yang sepadan.

Jadual 2

λ / nm	V_s / V
135	7.53
172	5.59
227	3.98
278	2.92
333	2.06
400	1.43

- Daripada Persamaan Fotelektrik Einstein, terbitkan satu persamaan yang menghubungkan λ dan V_s .
- Plotkan satu graf yang sesuai untuk menentukan pemalar Planck, fungsi kerja dan panjang gelombang ambang bagi bahan X. 🧠
- Hitungkan panjang gelombang cahaya bagi penghasilan fotoelektron 10.0 eV menggunakan fungsi kerja yang ditentukan di(b). 🧠
- Berapakah panjang gelombang de Broglie bagi fotoelektron 10.0 eV tersebut? 🧠
- Mengapakah bahan X merupakan komponen kritikal dalam projek reka cipta peralatan penglihatan malam? 🧠

Jawapan

Sila imbas kod QR ini
untuk jawapan lengkap



<https://bit.ly/2DTw8TB>

HANYA JAWAPAN TERPILIH DISEDIAKAN DI SINI

Bab 1 Daya dan Gerakan II

Praktis Sumatif

1. Pekerja Y perlu mengenakan daya yang membuat sudut 88.58° dengan arah daya daripada pekerja X .
2. (a) $F = 188 \text{ N}$ pada sudut 33° dengan arah daya yang dikenakan oleh P .
(b) – Kelebihan: Pokok akan tumbang pada arah daya paduan. Sudut yang besar dapat memastikan bahawa terdapat ruang yang besar di antara individu P dengan individu Q . Pokok akan tumbang ke atas tanah tanpa membahayakan individu P dan individu Q .
– Kelemahan: Sudut yang besar antara arah daya-daya menghasilkan daya paduan dengan magnitud yang lebih kecil.
(c) Arah daya paduan membuat sudut yang lebih kecil dengan arah daya oleh individu P . Pokok akan jatuh lebih dekat kepada individu P . Oleh itu, individu P perlu lebih berhati-hati.
3. $5\,493.6 \text{ N m}^{-1}$
4. Daya paduan bagi dua daya mempunyai magnitud yang paling besar apabila daya-daya itu bertindak ke atas satu objek pada arah yang sama.
Jika daya 17 N dan daya 13 N bertindak pada arah yang sama, daya paduan $= 17 + 13$
 $= 30 \text{ N}$
Daya paduan bagi dua daya mempunyai magnitud yang paling kecil apabila daya-daya itu bertindak pada arah yang bertentangan.
Jika daya 17 N dan daya 13 N bertindak pada arah yang bertentangan, daya paduan $= 17 + (-13)$
 $= 4 \text{ N}$
Oleh itu, daya paduan bagi 17 N dan 13 N mempunyai magnitud antara 4 N dengan 30 N .
5. Peringkat I: Daya paduan $= 0 \text{ N}$
Peringkat II: Daya paduan $= 450 \text{ N}$, ke arah timur
Peringkat III: Daya paduan $= 0 \text{ N}$

6. (a) Komponen ufuk $= 9.83 \text{ N}$
Komponen tegak $= 6.88 \text{ N}$
(b) Komponen ufuk menggerakkan pisau ke hadapan.
Komponen tegak menekan pisau pada arah ke bawah.
7. $T = 4.0 \text{ N}$
 $S = 6.93 \text{ N}$

Bab 2 Tekanan

Praktis Sumatif

2. (a) A dan B berada pada aras yang sama di dalam cecair yang pegun.
(b) 972 kg m^{-3}
4. (a) Tekanan di titik X = tekanan atmosfera
Tekanan di titik $Y = 0$
(b) Oleh sebab titik X dan titik Z berada pada aras yang sama,
Tekanan di titik X = tekanan di titik Z
Tekanan di titik X = tekanan atmosfera, dan
Tekanan di titik Z = tekanan disebabkan oleh turus merkuri + 0
Tekanan atmosfera = tekanan disebabkan oleh turus merkuri
Maka, ketinggian turus merkuri, h merupakan pengukur tekanan atmosfera.
(c) $100\,862 \text{ Pa}$
6. (a) 800 N cm^{-2}
(b) Prinsip Pascal
(c) Luas keratan rentas silinder hamba $= \frac{\pi \times 2.5^2}{4}$
 $= 4.91 \text{ cm}^2$
Daya membrek $= 3\,928 \text{ N}$
7. Jisim bongkah kayu $= 2.98 \text{ kg}$
Berat bongkah kayu $= 29.23 \text{ N}$
Daya apungan $= 31.78 \text{ N}$
Daya apungan $>$ Berat bongkah
Terdapat daya paduan ke atas
Bongkah bergerak ke atas dengan suatu pecutan

Bab 3 Elektrik

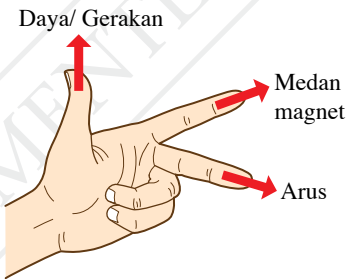
Praktis Sumatif

- Lampu filamen memerlukan rintangan yang tinggi untuk menghasilkan cahaya.
– Filamen bergelung menyebabkan panjang dawai bertambah.
– Rintangan berkadar secara terus dengan panjang dawai.
– Semakin panjang dawai filamen, semakin tinggi rintangan.
– Semakin tinggi rintangan, semakin bertambah kecerahan lampu.
- (a) (i) 4.5Ω
(ii) 1.33 A
(iii) 3.99 V
(b) Mentol X menyala lebih cerah berbanding dengan mentol Y dan mentol Z . Mentol Y menyala dengan kecerahan yang sama dengan mentol Z .
(c) (i) 6Ω
(ii) 1.0 A
(iii) 3 V
(d) Mentol X menyala dengan kecerahan yang sama dengan mentol Y . Mentol Z tidak menyala.
- (a) Daya gerak elektrik (d.g.e.) ialah tenaga yang dibekalkan atau kerja yang dilakukan oleh satu sumber tenaga elektrik untuk menggerakkan satu coulomb cas dalam satu litar lengkap.

Bab 4 Keelektromagnetan

Praktis Sumatif

- Jari telunjuk: Arah medan magnet
Jari tengah: Arah arus
Ibu jari: Arah daya


- (a) Arus aruhan ialah arus yang dihasilkan dalam suatu konduktor apabila terdapat gerakan relatif antara konduktor itu dengan sebuah magnet yang menyebabkan konduktor itu memotong garis-garis medan magnet.
(b) X : kutub utara
 Y : kutub selatan

- Rajah (a): Arah gerakan magnet ke kiri
Rajah (b): Arah gerakan magnet ke kanan
- Tambah bilangan lilitan solenoid
Tambah laju gerakan magnet

4. $I_s = 7.2 \text{ A}$

Kehilangan tenaga daripada transformer itu boleh diabaikan, iaitu transformer itu unggul.

7. (a) 2.5 A

(b) Transformer itu unggul

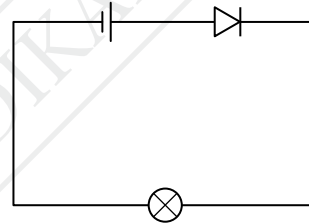
8. 60.00%

- Gunakan teras besi lembut berlaminasi
- Lilitkan gegelung sekunder di atas gegelung primer

Bab 5 Elektronik

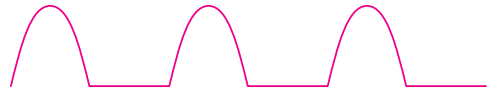
Praktis Sumatif

1. (a)

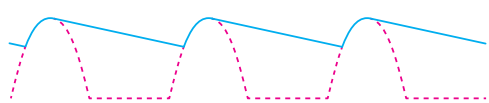


(b) Arus tidak dapat mengalir kerana diod dalam keadaan pincang songsang.

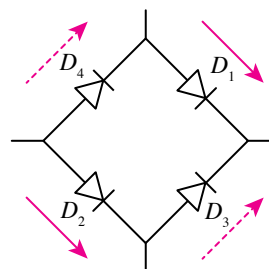
2. (a)



(b)



3. (a)



Petunjuk:

→ Kitar positif

---→ Kitar negatif

(c) Rektifikasi gelombang separuh akan berlaku.

4. (b) Dalam keadaan cerah, rintangan LDR adalah rendah. Oleh itu, voltan merentasi LDR berkurang tetapi voltan merentasi R meningkat. I_B adalah rendah dan transistor dimatikan. I_C akan menjadi rendah dan LED tidak akan menyala.
- (c) Gantikan LED dengan penggera, perintang R dengan termistor dan LDR dengan perintang.

Bab 6 Fizik Nuklear

Praktis Sumatif

- (a) Reputan radioaktif ialah proses rawak dan spontan di mana nukleus yang tidak stabil akan mereput dengan memancarkan sinaran radioaktif untuk menjadi nukleus yang lebih stabil.
 - (b) Separuh hayat, $T_{\frac{1}{2}}$ ialah masa yang diambil untuk separuh daripada bilangan asal nukleus radioaktif bagi suatu sampel radioaktif mereput.
 - (c) Tenaga nuklear ialah tenaga yang terhasil daripada tindak balas dalam nukleus atom.
- (a) X ialah nukleus helium atau zarah α , Y ialah sinar γ
 - (b) Tiga zarah α dan dua zarah β dibebaskan
- (a) 11.2 s
 - (b) $n = 5$
maka selepas $5T_{\frac{1}{2}}$, hanya 3.125% sampel yang tertinggal.
- (a) Sampel A lebih tua. Nisbah uranium-238 terhadap plumbum-206 adalah lebih kecil.
 - (b) Jika semasa pembentukan batu-batuan, hanya uranium-238 terperangkap, maka batu-batuan yang tertua di Bumi berusia kira-kira 4.28 bilion tahun. Separuh hayat uranium-238 ialah 4.5 bilion tahun. Oleh itu, proses reputan uranium-238 dalam sampel batu-batuan belum cukup satu separuh hayat. Ini menyebabkan, kurang daripada setengah nukleus dalam sampel batu-batuan mereput menjadi plumbum-206. Dengan ini, komposisi nukleus plumbum tidak mungkin lebih banyak berbanding dengan nukleus uranium dalam sampel batu-batuan purba.
- (a) Pelakuran nukleus
 ${}^2_1\text{H} + {}^3_1\text{H} \rightarrow {}^4_2\text{He} + {}^1_0\text{n} + \text{tenaga}$
 - (b) $2.82 \times 10^{-12} \text{ J}$
- (a) Tindak balas berantai pembedilan neutron ke atas nukleus uranium-235 menghasilkan jumlah tenaga nuklear yang besar dalam reaktor.
 - (b) Tenaga haba mendidihkan air sejuk. Stim pada tekanan tinggi mampu memutarakan turbin dengan kelajuan yang amat tinggi.
 - (c) Putaran turbin dapat menghidupkan dinamo untuk menghasilkan tenaga elektrik melalui proses aruhan elektromagnet.

Bab 7 Fizik Kuantum

Praktis Sumatif

- (a) Jasad hitam merupakan suatu jasad unggu yang berupaya menyerap semua sinaran elektromagnet yang jatuh padanya.
 - (b) Kuantum tenaga ialah paket tenaga yang diskrit dan bukan tenaga yang selanjar.
- (a) Fungsi kerja bagi logam natrium
 $= 3.65 \times 10^{-19} \text{ J}$
 Tenaga foton cahaya merah
 $= 2.93 \times 10^{-19} \text{ J}$
 Kesan fotoelektrik tidak berlaku kerana tenaga cahaya merah lebih kecil daripada fungsi kerja bagi logam natrium.
 - (b) 545 nm
- $6.93 \times 10^{-25} \text{ J}$
- (a) $1.19 \times 10^{-27} \text{ kg m s}^{-1}$
 - (b) $1.40 \times 10^{16} \text{ s}^{-1}$
- (a) Louis de Broglie membuat hipotesis bahawa zarah seperti elektron boleh bersifat gelombang.
 Panjang gelombang de Broglie, $\lambda_e = \frac{h}{p}$
 p ialah momentum elektron
 - (d) $2.41 \times 10^{-19} \text{ J}$
- (a) Sinaran yang memasuki rongga yang luas mengalami pantulan berulang-ulang pada dinding dalam rongga. Pada setiap tempat pantulan, sebahagian sinaran diserap oleh dinding dalam rongga. Pantulan berulang-ulang terjadi secara berterusan sehingga kesemua sinaran itu diserap dan tiada pantulan yang keluar daripada rongga. Maka, rongga itu bertindak sebagai jasad hitam.
- (a) $8.29 \times 10^{-28} \text{ kg m s}^{-1}$
 - (b) $2.49 \times 10^{-19} \text{ J}$
 - (c) $2.41 \times 10^{17} \text{ s}^{-1}$

Glosari

Aruhan elektromagnet

Penghasilan d.g.e. aruhan merentasi suatu konduktor apabila terdapat gerakan relatif antara konduktor itu dengan suatu medan magnet atau apabila konduktor itu berada di dalam medan magnet yang berubah

Daya apungan

Daya yang bertindak ke atas apabila terdapat perbezaan tekanan antara permukaan atas dengan permukaan bawah suatu objek yang terendam di dalam suatu cecair

Daya gerak elektrik (d.g.e.)

Tenaga yang dibekalkan atau kerja yang dilakukan oleh satu sumber elektrik untuk menggerakkan satu coulomb cas dalam satu litar lengkap

Daya paduan

Daya tunggal yang mewakili jumlah secara vektor dua atau lebih daya yang bertindak ke atas sesuatu objek

Diod semikonduktor

Komponen elektronik yang membenarkan arus elektrik mengalir dalam satu arah tertentu sahaja

Frekuensi ambang

Frekuensi minimum foton cahaya yang menghasilkan kesan fotoelektrik

Fungsi kerja

Tenaga minimum yang diperlukan untuk fotoelektron terlepas dari permukaan logam

Jasad hitam

Suatu jasad unggul yang berupaya menyerap semua sinaran elektromagnet yang jatuh padanya

Kekenyalan

Sifat bahan yang membolehkan suatu objek kembali kepada bentuk dan saiz asalnya selepas daya yang bertindak ke atasnya dialihkan

Keseimbangan daya

Apabila daya-daya yang bertindak ke atas suatu objek menghasilkan daya paduan sifar

Leraian daya

Proses meleraikan satu daya tunggal kepada komponen-komponen daya

Medan elektrik

Kawasan sekitar suatu zarah bercas di mana sebarang cas elektrik yang berada dalam kawasan tersebut akan mengalami daya elektrik

Medan lastik

Medan magnet paduan yang dihasilkan oleh interaksi antara medan magnet daripada konduktor pembawa arus dengan medan magnet daripada magnet kekal

Pancaran termion

Pemancaran elektron bebas daripada permukaan logam yang dipanaskan

Pelakuran nukleus

Tindak balas nuklear apabila nukleus yang kecil dan ringan bercantum untuk membentuk satu nukleus yang berat dengan membebaskan tenaga yang banyak

Pembelahan nukleus

Tindak balas nuklear apabila satu nukleus yang berat membelah menjadi dua atau lebih nukleus yang lebih ringan dengan membebaskan tenaga yang banyak

Separuh hayat

Masa yang diambil untuk separuh daripada bilangan asal nukleus radioaktif bagi suatu sampel radioaktif mereput

Tekanan atmosfera

Tekanan yang disebabkan oleh berat lapisan udara yang bertindak ke atas permukaan bumi

Tenaga nuklear

Tenaga atom yang dibebaskan semasa tindak balas nuklear seperti reputan radioaktif, pembelahan nukleus dan pelakuran nukleus

Transformer unggul

Transformer yang tidak mengalami kehilangan tenaga, iaitu kecekapannya, η ialah 100%

Rujukan

- Anderson, M., Berwald, J., Bolzan, J. F., Clark, R., Craig, P., Frost, R., & Zorn, M. (2012). *Integrated iScience Glencoe*. United State of America: McGraw-Hill Education.
- Charles, C., Leong, S. C., & Chow, S. F. (2001). *Physics A Course for 'O' Level (2nd ed.)*. Times Media Private Limited.
- Cutnell, J. D., Johnson, K. W., Young, D., & Stadler, S. (2018). *Physics* (11th ed.). United State: John Wiley & Sons, Inc.
- Hewitt, P. G. (2015). *Conceptual Physics* (12th edu.). England: Pearson Education Limited.
- Heyworth, R. M. (2010). *New Science Discovery Volume 2* (2nd ed.). Singapore: Pearson Education South Asia Pte Ltd.
- Johnson, K. (2016). *Physics For You* (5th ed.). United Kingdom: Oxford University Press.
- Hamper, C. (2009). *Higher Level Physics Developed Specifically For The IB Diploma*. England: Pearson Education Limited.
- Ho, P. L. (2010). *In Science Volume 1*. Singapore: Star Publishing Pte Ltd.
- Ho, P. L. (2010). *In Science Volume 2*. Singapore: Star Publishing Pte Ltd.
- Honeysett, I., Lees, D., Macdonald, A., & Bibby, S. (2006). *OCR Additional Science for GCSE*. United Kingdom: Heinemann.
- Lau, L., & Fong, J. (2013). *All You Need To Know: Science (Physics) For GCE 'O' Level*. Singapore: Alston Publishing House Pte Ltd.
- Loo, W. Y., & Loo, K. W. (2013). *All About Physics 'O' Level: Pearson Education South Asia Pte Ltd*.
- Pople, S. (2014). *Complete Physics for Cambridge IGCSE* (3rd edu.). United Kingdom: Oxford University Press.
- Rickard, G., Phillips, G., Johnstone, K., & Roberson, P. (2010). *Science Dimensions 2*. Australia: Pearson.
- Sang, D. (2014). *Cambridge IGCSE Physics Coursebook* (2nd edu.). United Kingdom: Cambridge University Press.
- Stannard, P. & Williamson, K. (2006). *Science World 7* (3rd ed.). Australia: MacMillan Education Australia Pte Ltd.
- Tho, L. H., Tho, M. Y., & Fong, J. (2008). *Interactive Science For Inquiring Minds Lower Secondary Volume B*. Singapore: Panpac Education Private Limited.
- Tong, S. S., Ip, H. W., Lam, W. L., & Wong, T. P. (2012). *Interactive Science 3B* (2nd ed.). Hong Kong: Pearson Education Asia Limited.

Indeks

- Aerofoil** 82-83
Amplifier 189-190
Arus 92, 98-112, 116-126, 138-148, 151-154, 157-165
Arus aruhan 153-154, 157-159
Arus elektrik 98, 109, 140-141, 151
Barometer Aneroid 51-52
Barometer Fortin 51-52
Belon udara panas 75
Berat objek 69, 76
Beza keupayaan 92, 95, 98-110, 115-120, 124-126
Cacat jisim 210-212
Cas elektrik 94-96, 98
Daya angkat 80-83
Daya apungan 66-71, 74-77
Daya gerak elektrik (d.g.e) 152-160
Daya paduan 2-12, 15-18, 23
Diod semikonduktor 181-185
Elektron 174-176, 179-180, 226-227, 231-232, 234, 236-237
Fotoelektrik 227, 234, 236-238, 240-245
Fotoelektron 234, 236-242
Foton 227, 229-232, 237-239
Frekuensi ambang 236-237, 239-241
Fungsi kerja 239-243
Gelombang zarah 230, 232
Halaju 9-11, 19
Hidrometer 71-72
Hukum Faraday 148, 155
Hukum Hooke 27
Hukum Lenz 159
Hukum Ohm 100, 125
Jasad hitam 224-226
Jisim 7-8, 10-12, 15-17, 20, 26
Kapal selam 55, 72-75
Kapasitor 182, 185-186
Kekenyalan 24-25
Kekuatan medan elektrik 95
Keseimbangan daya 18-23
Konduktor 98, 111-112, 136-141, 152-156
Kuantum cahaya 224, 227, 238
Kuantum tenaga 227-229, 238
Kuasa elektrik 122, 124-126
Leraian daya 13-15, 21
Litar selari 103, 120
Litar bersiri 103, 120
Magnitud 3-4, 6-16, 18, 142-144, 155-156, 162-163
Manometer 56-59
Manometer air 56-57
Manometer merkuri 58-59
Medan elektrik 92-99
Medan magnet 136-146, 157-158, 162-165
Motor arus terus 143-146
Motor berberus 146-148
Motor tanpa berus 146-148
Ohm 100-102, 109, 117, 125
Pancaran termion 174-175
Pecutan 9-12, 15-18
Pelakuran nukleus 208-209, 212-213
Pembelahan nukleus 208-209, 211, 214-216
Penjana arus terus 159-160
Penjana arus ulang-alik 159-160
Penyelam Cartesian 73, 74
Petua Tangan Kanan Fleming 157
Petua Tangan Kiri Fleming 139
Pincang depan 181-182, 184
Pincang songsang 181, 182, 184
Prinsip Archimedes 66-67, 71, 74, 77
Prinsip Bernoulli 78, 80, 83-84
Prinsip Pascal 60, 62-65
Putaran 142-148, 160-161
Reaktor nuklear 213-216
Reputan alfa 200
Reputan beta 201
Reputan radioaktif 200-201, 203-205, 207, 211-212
Rintangan 100, 102-113, 116-118
Rintangan dalam 103, 114, 116-121
Sel foto 234, 243-244
Separuh hayat 202-203, 205-206
Sinar gama 200-201
Sinar katod 174-179
Siri reputan 202, 205
Sistem hidraulik 61, 62, 64
Solenoid 149-151, 153-156, 158-159
Sudut serang 82-83
Suhu genting 112
Suis automatik 190-193
Superkonduktor 111-112
Tekanan 40-62, 66-67, 73-75, 77-82
Tekanan atmosfera 45-52, 54-56, 58
Tekanan cecair 40-47, 66
Tekanan gas 56-59
Tenaga 99, 114, 117, 122
Tenaga diskrit 229
Tenaga elektrik 143, 163, 166-167, 181, 213-214, 216-217, 244-245
Tenaga keupayaan elektrik 179-180
Tenaga nuklear 208-209, 211-212, 216-217
Tenaga selanjar 229, 237
Transformer 162-167
Transformer unggul 163-164
Transistor 187-193
Transistor npn 187-188
Transistor pnp 187-188
Zarah bercas 94-96

Dengan ini **SAYA BERJANJI** akan menjaga buku ini dengan baiknya dan bertanggungjawab atas kehilangannya, serta mengembalikannya kepada pihak sekolah pada tarikh yang ditetapkan.

Skim Pinjaman Buku Teks			
Sekolah _____			
Tahun	Tingkatan	Nama Penerima	Tarikh Terima
Nombor Perolehan: _____			
Tarikh Penerimaan: _____			
BUKU INI TIDAK BOLEH DIJUAL			

RM 10.50

ISBN 978-983-092-446-5



9 789830 924465

FT155001