

2.4 Inersia

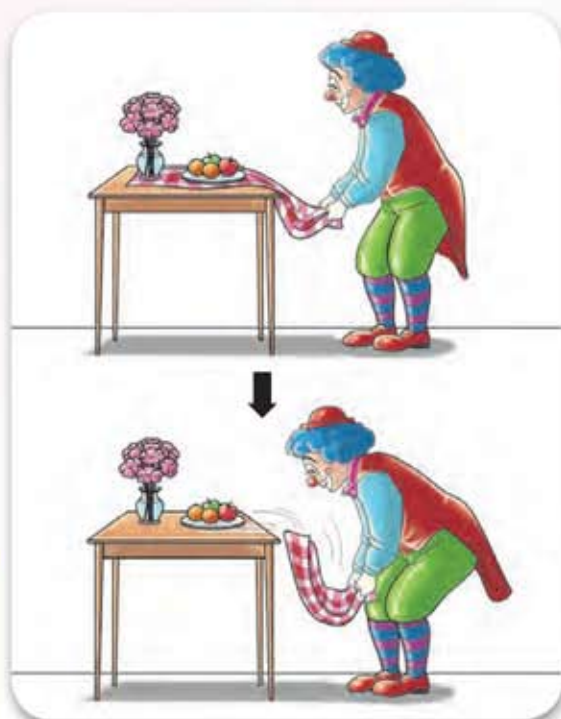
Konsep Inersia

Rajah 2.42 menunjukkan objek-objek yang pegun di atas meja kekal pegun walaupun alas meja di bawahnya disentak oleh penghibur itu. Kejadian ini disebabkan **inersia**.

Inersia ialah kecenderungan suatu objek untuk kekal dalam keadaan asalnya, sama ada pegun atau bergerak dalam garisan lurus dengan halaju malar. Konsep inersia dijelaskan dalam Hukum Gerakan Newton Pertama.

Hukum Gerakan Newton Pertama

menyatakan bahawa sesuatu objek akan kekal dalam keadaan pegun atau bergerak dengan halaju malar jika tiada daya luar bertindak ke atasnya.



Rajah 2.42 Seorang penghibur menyentak alas meja tanpa menggerakkan objek di atas meja



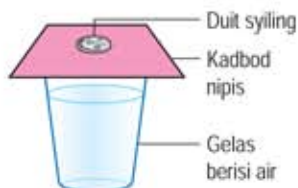
Aktiviti 2.6

Tujuan: Menunjukkan konsep inersia

Bahan: Gelas berisi air, duit syiling dan kadbod nipis

Arahan:

1. Susun bahan seperti yang ditunjukkan dalam Rajah 2.43.



Rajah 2.43

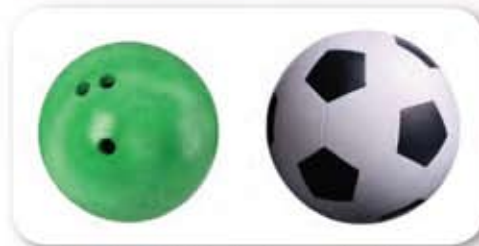
2. Sentap kadbod di bawah syiling secara mengufuk dengan pantas ke sisi.

Perbincangan:

1. Mengapakah duit syiling tidak bergerak mengikut arah gerakan kadbod nipis itu?
2. Apakah akan berlaku jika kadbod itu ditarik secara perlahan-lahan? Jelaskan jawapan anda dengan merujuk kepada Hukum Gerakan Newton Pertama.

Mengenal Pasti Hubungan antara Inersia dengan Jisim

Gambar foto 2.5 menunjukkan bola boling dan bola sepak. Adakah lebih mudah untuk menggerakkan bola boling atau bola sepak? Bola manakah yang sukar untuk diberhentikan apabila bergerak?



Gambar foto 2.5 Dua bola yang berlainan jisim

Objek yang berjisim besar seperti bola boling sukar digerakkan dan dihentikan berbanding dengan objek yang lebih ringan seperti bola sepak. Apakah hubungan antara jisim dengan inersia? Mari kita menjalankan eksperimen menggunakan neraca inersia yang ringkas.



Eksperimen 2.2

Inferens: Inersia suatu objek bergantung kepada jisimnya

Hipotesis: Semakin besar jisim suatu objek, semakin besar inersia objek tersebut

Tujuan: Mengenal pasti hubungan antara inersia dengan jisim

Pemboleh ubah

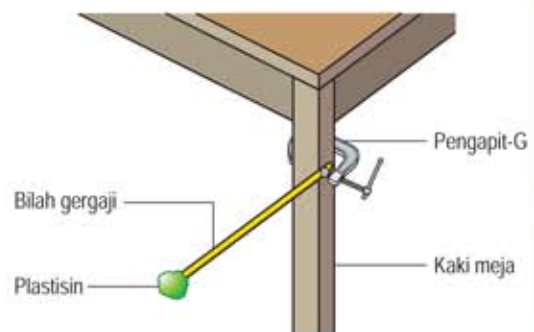
- (a) Dimanipulasikan: Jisim plastisin, m
- (b) Bergerak balas: Tempoh ayunan, T
- (c) Dimalarkan: Jarak antara pengapit-G dengan bebola plastisin

Radas: Jam randik, pengapit-G, pembaris dan bilah gergaji

Bahan: Plastisin berjisim 20.0 g, 30.0 g, 40.0 g, 50.0 g dan 60.0 g

Prosedur:

1. Sediakan susunan radas seperti yang ditunjukkan dalam Rajah 2.44.
2. Lekatkan seketul plastisin berjisim 20.0 g di hujung bilah gergaji.
3. Sesarkan bilah gergaji secara mengufuk dan kemudian lepaskan supaya plastisin itu berayun.
4. Catatkan masa, t_1 untuk 10 ayunan lengkap plastisin itu dalam Jadual 2.7.
5. Ulangi langkah 3 dan 4 dan catatkan masa sebagai t_2 .
6. Ulangi langkah 2 hingga 5 menggunakan ketulan plastisin yang berjisim 30.0 g, 40.0 g, 50.0 g dan 60.0 g.



Rajah 2.44

Keputusan:**Jadual 2.7**

Jisim plastisin m / g	Masa untuk 10 ayunan, t / s			Tempoh ayunan T / s
	t_1	t_2	t_{purata}	
20.0				
30.0				
40.0				
50.0				
60.0				

Analisis data:

1. Tentukan tempoh ayunan plastisin, T di hujung bilah gergaji dengan:

$$T = \frac{t_{\text{purata}}}{10}, \text{ dengan } t_{\text{purata}} = \frac{t_1 + t_2}{2}$$

2. Plotkan graf T^2 melawan m pada kertas graf.
3. Berdasarkan graf yang anda telah plot, nyatakan hubungan antara tempoh ayunan, T dengan jisim plastisin, m .
4. Anda telah memperoleh hubungan antara tempoh ayunan dengan jisim. Bagaimanakah hubungan antara jisim dengan inersia ditentukan daripada eksperimen ini?

Kesimpulan:

Apakah kesimpulan yang dapat dibuat daripada eksperimen ini?

Sediakan laporan yang lengkap bagi eksperimen ini.

Perbincangan:

1. Bagaimanakah susunan radas ini boleh digunakan untuk menentukan jisim suatu objek?
2. Nyata dan terangkan satu langkah berjaga-jaga untuk memperbaiki kejituan keputusan eksperimen ini.



Eksperimen 2.2 menunjukkan bahawa inersia suatu objek mempunyai hubungan terus dengan jisimnya. Ayunan mengufuk beban dalam neraca inersia tidak dipengaruhi oleh daya graviti. Tempoh ayunan mengufuk beban pada neraca inersia bergantung kepada jisim plastisin sahaja. Semakin besar jisim objek, semakin besar inersia objek tersebut.

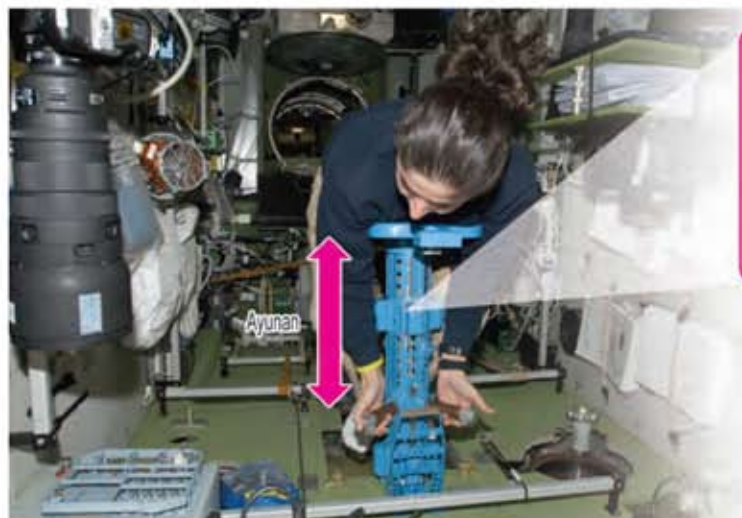
Kesan Inersia Dalam Kehidupan Harian

Angkasawan di dalam kapal angkasa seperti Stesen Angkasa Antarabangsa (ISS) berada dalam keadaan tanpa daya graviti. Dalam keadaan tanpa daya graviti, hanya neraca inersia dapat digunakan untuk mengukur jisim. Gambar foto 2.6 menunjukkan neraca inersia khas yang digunakan oleh angkasawan untuk mengukur jisim badan. Tempoh ayunan seseorang angkasawan digunakan untuk menentukan jisimnya.

Video neraca inersia



<http://bit.ly/2W1VCTz>



Gambar foto 2.6 Penggunaan neraca inersia oleh angkasawan

Inersia boleh memberi kesan yang baik dan buruk dalam kehidupan harian. Mari kita bincangkan situasi kehidupan harian yang melibatkan inersia.



Aktiviti 2.7

KIAK KMK

Tujuan: Membincangkan situasi kehidupan harian yang melibatkan inersia

Arahan:

1. Jalankan aktiviti ini secara berkumpulan dalam bentuk *Hot Seat*.
2. Baca dan cari maklumat mengenai situasi kehidupan harian yang melibatkan inersia.
3. Bincangkan sama ada situasi yang anda telah cari menunjukkan kesan baik atau buruk inersia kepada manusia.
4. Sekiranya situasi itu menunjukkan kesan buruk, cadangkan kaedah untuk mengurangkan kesan buruk inersia bagi situasi yang anda cari.
5. Seorang ahli kumpulan akan mewakili kumpulan untuk menjawab pertanyaan ahli kumpulan lain mengenai situasi yang dipilih.

Berikut merupakan beberapa contoh situasi yang melibatkan inersia dalam kehidupan harian dan kesannya.

Situasi 1



Titisan air hujan jatuh daripada payung apabila payung yang basah diputar dan diberhentikan secara serta-merta.

Titisan air hujan pada payung dalam keadaan bergerak apabila payung diputar. Apabila payung berhenti berputar, inersia titisan-titisan air hujan akan menyebabkan titisan air terus bergerak dan meninggalkan permukaan payung.

Situasi 2



Penumpang terhumban ke belakang apabila bas yang pegun bergerak ke hadapan secara tiba-tiba.



Penumpang terhumban ke hadapan apabila bas yang bergerak diberhentikan secara tiba-tiba.

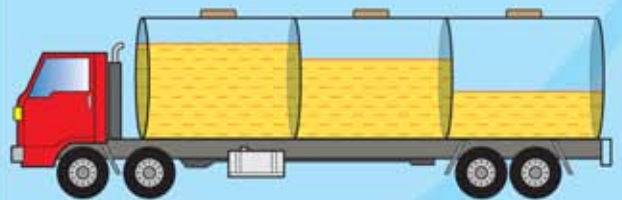
Inersia penumpang akan cuba mengekalkan keadaan rehat atau keadaan gerakan yang asal.

Situasi 3



Sos cili atau sos tomato di dalam botol kaca boleh mengalir keluar dengan mengerak-gerakkan botol dengan cepat ke bawah dan menghentikannya secara tiba-tiba. Apabila gerakan botol dihentikan, inersia sos menyebabkannya terus bergerak ke bawah dan mengalir keluar dari botol.

Situasi 4



Lori tangki minyak petrol mempunyai inersia yang besar. Lori tangki minyak petrol sebenarnya mempunyai tangki minyak yang terbahagi kepada beberapa bahagian berasingan di dalamnya. Tangki yang berasingan dapat mengurangkan impak inersia minyak petrol ke atas dinding tangki jika lori itu berhenti secara mendadak.

Situasi 5

Penumpang roller-coaster di taman rekreasi ditetapkan di tempat duduk oleh sistem keledar yang khas. Gerabak roller-coaster bergerak dengan laju dan arah yang berubah-ubah secara mendadak.



Semasa gerabak roller-coaster berubah arah dan laju pergerakan secara tiba-tiba, inersia badan penumpang akan cuba mengekalkan keadaan gerakan asalnya. Sistem keledar dalam gerabak memastikan penumpang kekal di tempat duduknya dan tidak terhumban keluar semasa perubahan arah dan laju gerakan.

Situasi 6

Pemandu kereta dan penumpang di dalam kereta disarankan agar memakai tali pinggang keledar.



Apabila brek kereta ditekan secara mengejut, pemandu dan penumpang di dalam kereta akan terhumban ke hadapan akibat inersia. Penggunaan tali pinggang keledar dapat mengelakkan mereka daripada terhumban ke hadapan dan tercedera.

Latihan Formatif**2.4**

1. Jelaskan maksud inersia.
2. Brian ingin menarik alas meja tanpa menjatuhkan barang yang berada di atas alas meja tersebut. Bagaimanakah Brian boleh berbuat demikian? Jelaskan jawapan anda.
3. Teliti pernyataan di bawah.

Pernyataan 1: Objek hanya boleh terus bergerak jika ada daya yang bertindak.

Pernyataan 2: Roket di angkasa lepas boleh bergerak tanpa daya pemacu daripada enjin roket.

Pernyataan 3: Daya diperlukan untuk mengubah keadaan gerakan objek.

- (a) Pernyataan yang manakah boleh dijelaskan menggunakan Hukum Gerakan Newton Pertama?
- (b) Jelaskan pilihan anda. 🍌

2.5 Momentum

Gambar foto 2.7 menunjukkan kereta yang dipandu laju dan lori yang membawa muatan berat di lebuh raya. Kenderaan manakah yang sukar untuk dihentikan sekiranya dipandu dengan halaju yang sama?

Momentum ialah kuantiti vektor sesuatu objek. Semua objek yang bergerak mempunyai momentum. Arah momentum bergantung kepada arah halaju objek tersebut. Objek yang bergerak dengan halaju yang tinggi atau jisim yang besar mempunyai momentum yang besar. Momentum, p suatu objek yang bergerak dapat dihitung menggunakan rumus yang berikut:

$$p = mv, \text{ dengan } p = \text{momentum} \\ m = \text{jisim} \\ v = \text{halaju}$$

Unit S.I. momentum ialah kg m s^{-1}



Gambar foto 2.7 Kereta dan lori yang dipandu di lebuh raya



INTEGRASI BAHASA

Perkataan momentum berasal daripada bahasa Latin yang bermaksud *movement* iaitu pergerakan. Isaac Newton menyatakannya sebagai "quantity of motion".



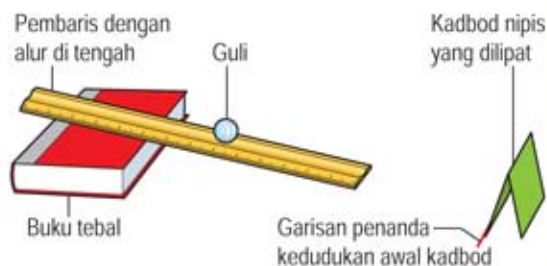
Aktiviti 2.8

Tujuan: Mengkaji bagaimana jisim dan halaju suatu objek mempengaruhi kesan untuk menghentikan objek tersebut

Bahan: Dua biji guli dengan jisim yang berlainan, pembaris dengan alur di tengah, dua buku tebal, kadbod nipis dan pita pelekat

Arahan:

1. Sediakan susunan bahan seperti yang ditunjukkan dalam Rajah 2.45. Tinggikan satu hujung pembaris dengan sebuah buku.
2. Lepaskan guli dari hujung atas pembaris agar berlanggar dengan kadbod yang didirikan di hujung pembaris.
3. Ukur jarak pergerakan kadbod, s_1 selepas dilanggar guli dan catatkannya ke dalam Jadual 2.8.
4. Ulangi langkah 2 hingga 3 dan catatkan jarak pergerakan sebagai s_2 .
5. Hitungkan $s_{\text{purata}} = \frac{s_1 + s_2}{2}$ dan catatkannya.
6. Ulangi langkah 1 hingga 5 dengan ketinggian dua buah buku yang sama tebal.
7. Ulangi langkah 1 hingga 5 dengan menggantikan guli yang berjisim besar.



Rajah 2.45

Keputusan:

Jadual 2.8

Jisim	Bilangan buku	Jarak pergerakan kadbod, s / cm		
		s_1	s_2	s_{purata}
Kecil	1			
Kecil	2			
Besar	1			

Perbincangan:

1. Apakah yang diwakili oleh jarak pergerakan kadbod, s itu?
2. Bagaimanakah halaju guli mempengaruhi jarak pergerakan kadbod, s ?
3. Bagaimanakah jisim guli mempengaruhi jarak pergerakan kadbod, s ?

Guli yang dilepaskan dari kedudukan yang lebih tinggi akan bergerak ke bawah dengan halaju yang tinggi dan menggerakkan kadbod pada jarak yang lebih jauh. Keadaan yang sama juga berlaku pada guli yang berjisim besar. Jarak pergerakan kadbod mewakili kesukaran untuk menghentikan guli. Objek yang mempunyai momentum yang besar adalah sukar untuk dihentikan.

Contoh

Sebuah lori berjisim kira-kira 20 000 kg bergerak dengan halaju 22 m s^{-1} . Sebuah kereta berjisim kira-kira 2 000 kg bergerak dengan halaju 30 m s^{-1} .

- (a) Berapakah momentum lori dan kereta tersebut?
- (b) Sekiranya lori itu bergerak dengan halaju yang sama dengan kereta tersebut, berapakah momentum lori itu?

Penyelesaian:

- (a)

Langkah 1
Senaraikan maklumat yang diberi dengan simbol.

Langkah 2
Kenal pasti dan tulis rumus yang digunakan.

Langkah 3
Buat gantian numerikal ke dalam rumus dan lakukan penghitungan.

$$\left\{ \begin{array}{l} \text{Jisim lori, } m = 20\,000 \text{ kg} \\ \text{Halaju lori, } v = 22 \text{ m s}^{-1} \end{array} \right.$$

$$\left\{ \begin{array}{l} \text{Momentum lori,} \\ p = mv \end{array} \right.$$

$$\left\{ \begin{array}{l} p = 20\,000 \text{ kg} \times 22 \text{ m s}^{-1} \\ \quad = 440\,000 \text{ kg m s}^{-1} \\ \quad = 440\,000 \text{ N s} \end{array} \right.$$

$$\begin{aligned} \text{Momentum kereta, } p &= 2\,000 \text{ kg} \times 30 \text{ m s}^{-1} \\ &= 60\,000 \text{ kg m s}^{-1} \\ &= 60\,000 \text{ N s} \end{aligned}$$

- (b) Momentum lori yang bergerak dengan halaju kereta

$$\begin{aligned} &= 20\,000 \text{ kg} \times 30 \text{ m s}^{-1} \\ &= 600\,000 \text{ kg m s}^{-1} \\ &= 600\,000 \text{ N s} \end{aligned}$$

INFO BESTARI

Unit newton (N) dalam sebutan unit asas ialah kg m s^{-2} .

Unit bagi momentum:
 $\text{kg m s}^{-1} = (\text{kg m s}^{-2}) \text{ s}$
 $= \text{N s}$

Aplikasi Konsep Momentum dalam Kehidupan Harian

Anda telah mengetahui definisi momentum dan telah mengkaji bagaimana jisim serta halaju mempengaruhi momentum objek. Jalankan Aktiviti 2.9 untuk memahami aplikasi momentum dalam kehidupan harian.



Aktiviti 2.9

KMK

Tujuan: Membincangkan aplikasi konsep momentum dalam kehidupan harian

Arahan:

1. Jalankan aktiviti ini secara berkumpulan.
2. Layari laman sesawang untuk mencari maklumat mengenai aplikasi momentum dalam kehidupan harian dan bentangkan hasil perbincangan anda.

Mengaplikasi Prinsip Keabadian Momentum dalam Perlanggaran dan Letupan

Rajah 2.46(a) dan (b) menunjukkan dua orang ahli bomba yang sedang memadamkan kebakaran. Dalam Rajah 2.46(b) kedua-dua ahli bomba tersebut kelihatan tersentak ke belakang apabila air berkelajuan tinggi dipancarkan daripada hos itu. Mengapakah keadaan ini berlaku?



Rajah 2.46 Ahli bomba memadamkan kebakaran

Air yang terpancut dengan kelajuan yang tinggi dari hos tersebut mempunyai momentum yang tinggi ke hadapan. Oleh yang demikian, dua atau lebih ahli bomba diperlukan untuk mengimbangkan momentum dengan memegang hos tersebut dengan kuat.



Aktiviti 2.10

KMK

Tujuan: Mengkaji situasi yang melibatkan Prinsip Keabadian Momentum dalam kehidupan harian

Arahan:

1. Jalankan aktiviti ini secara berkumpulan.
2. Cari maklumat mengenai satu situasi yang melibatkan Prinsip Keabadian Momentum dalam kehidupan harian.
3. Bentangkan hasil pencarian anda dalam bentuk persembahan multimedia yang menarik.



Aktiviti 2.11

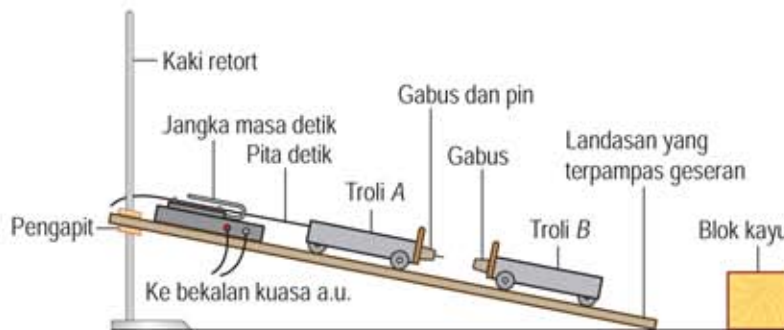
Tujuan: Menyasat Prinsip Keabadian Momentum menggunakan troli

Radas: Jangka masa detik, bekalan kuasa a.u., landasan, troli, bongkah kayu dan kaki retort

Bahan: Pita detik, pita selofan, plastisin, pin dan gabus

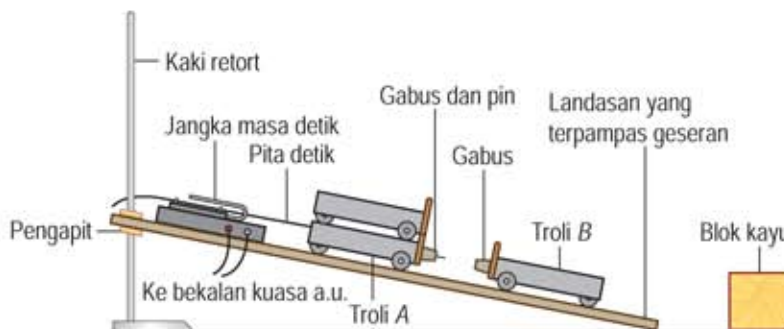
Arahan:

1. Jalankan aktiviti ini secara berkumpulan.
2. Sediakan susunan radas seperti yang ditunjukkan dalam Rajah 2.47.



Rajah 2.47

3. Laraskan kecerunan landasan aluminium itu dengan meninggikan satu hujung landasan supaya landasan dalam keadaan terpampas geseran.
4. Hidupkan jangka masa detik dan tolak troli A dengan kuat ke arah troli B.
5. Tentukan halaju-halaju yang berikut dalam cm per 10 detik:
 - (a) Halaju troli A sebelum perlanggaran, u_1 .
 - (b) Halaju sepunya troli A dan B selepas perlanggaran, v .
6. Catatkan keputusan dalam Jadual 2.9 pada halaman 62.
7. Ulangi langkah 4 hingga 6 untuk 1 troli berlanggar dengan 2 troli pegun.
8. Ulangi langkah 4 hingga 6 untuk 2 troli berlanggar dengan 1 troli pegun seperti yang ditunjukkan dalam Rajah 2.48.



Rajah 2.48

9. Ulangi langkah 4 hingga 6 untuk 3 troli berlanggar dengan 1 troli.

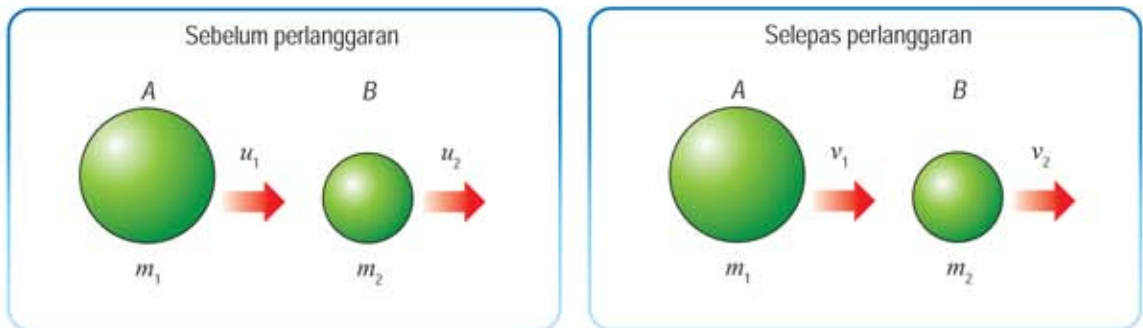
Jadual 2.9

Sebelum perlanggaran					Selepas perlanggaran		
Trolis A		Trolis B		Jumlah momentum	Trolis A dan trolis B		Jumlah momentum
m_1	u_1 (cm per 10 detik)	m_2	u_2	$m_1 u_1 + m_2 u_2$	$m_1 + m_2$	v (cm per 10 detik)	$(m_1 + m_2)v$
1		1	0		2		
1		2	0		3		
2		1	0		3		
3		1	0		4		

Perbincangan:

1. Apakah yang dimaksudkan dengan landasan terpampas geseran?
2. Bandingkan jumlah momentum sebelum dan selepas perlanggaran.
3. Adakah jumlah momentum diabadikan? Jelaskan jawapan anda.

Dalam Aktiviti 2.11, anda mungkin memperoleh jumlah momentum sebelum dan selepas perlanggaran yang berbeza sedikit. Perbezaan itu adalah disebabkan oleh kesan daya luar seperti geseran tidak dapat dipampaskan sepenuhnya.



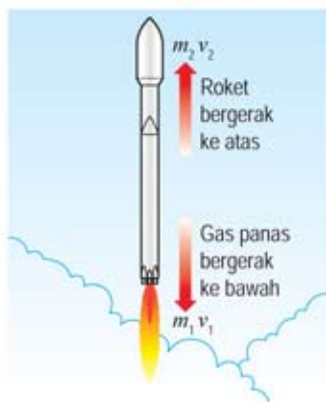
Rajah 2.49 Keadaan bagi suatu sistem yang melibatkan dua objek sebelum dan selepas perlanggaran

Rajah 2.49 menunjukkan keadaan bagi suatu sistem yang melibatkan dua objek sebelum dan selepas perlanggaran. Prinsip Keabadian Momentum menyatakan bahawa jumlah momentum sebelum perlanggaran adalah sama dengan jumlah momentum selepas perlanggaran jika tiada sebarang daya luar bertindak.

$$m_1 u_1 + m_2 u_2 = m_1 v_1 + m_2 v_2$$

Rajah 2.50 menunjukkan pelancaran roket. Pelancaran roket adalah satu contoh letupan. Letupan merujuk kepada satu situasi apabila satu objek yang berada dalam keadaan pegun terlerai kepada dua atau lebih bahagian. Sebelum pelancaran, roket berada pegun di tapak pelancaran dengan momentum sifar. Selepas pelancaran, gas panas bergerak ke bawah dan roket bergerak ke atas. Letupan merupakan sistem tertutup yang tidak melibatkan daya luar. Oleh itu, jumlah momentum diabadikan dalam letupan.

$$\begin{aligned}\text{Jumlah momentum sebelum letupan} &= \text{jumlah momentum selepas letupan} \\ 0 &= m_1 v_1 + m_2 v_2 \\ m_1 v_1 &= -m_2 v_2\end{aligned}$$



Rajah 2.50 Pelancaran roket



Aktiviti 2.12

KMK STEM

Tujuan: Membina dan melancarkan roket air

Arahan:

1. Jalankan aktiviti ini secara berkumpulan.
2. Kumpulkan maklumat berkaitan perkara-perkara berikut:
 - (a) bahan-bahan yang diperlukan untuk membina dan melancarkan roket air
 - (b) cara-cara membina roket air
 - (c) langkah-langkah keselamatan yang perlu dipatuhi
3. Bincangkan maklumat yang diperlukan dan lengkapkan Borang Strategi Data K-W-L sebagai panduan dalam pencarian maklumat.
4. Reka bentuk, bina dan lancarkan roket air kumpulan anda di padang sekolah.
5. Sediakan laporan mengenai aplikasi Prinsip Keabadian Momentum dalam teknologi pelancaran roket air.

Borang Strategi Data K-W-L



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

Latihan Formatif

2.5

1. Apakah yang dimaksudkan dengan momentum dan keabadian momentum?
2. Sebuah lori berjisim 1 000 kg yang bergerak dengan halaju 5.0 m s⁻¹ berlanggar dengan sebuah kereta berjisim 800 kg yang bergerak dengan halaju 2.0 m s⁻¹ pada arah yang sama. Jika lori itu bergerak dengan halaju 3.4 m s⁻¹ pada arah yang sama selepas perlanggaran, hitungkan halaju kereta itu. 🍕

Kebanyakan aktiviti dalam kehidupan harian melibatkan daya. Daya boleh mengubah keadaan gerakan sesuatu objek. Bagaimanakah daya mengubah momentum gerakan sesuatu objek pada satu garis lurus?

Imbas kembali
Daya dan gerakan



Aktiviti 2.13

Tujuan: Menjana idea mengenai hubungan antara daya dengan pecutan serta jisim dengan pecutan

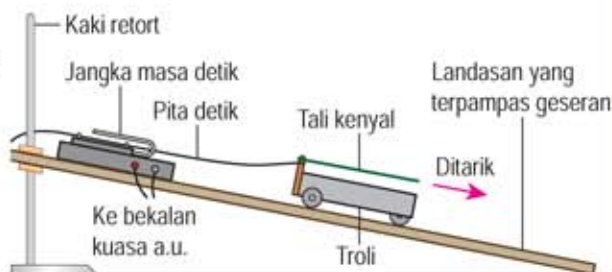
Radas: Jangka masa detik, bekalan kuasa a.u., landasan aluminium, troli dan kaki retort

Bahan: Pita detik, pita selofan, tali kenyal (dengan gelang diikat pada setiap hujung)

A Mengkaji hubungan antara daya dengan pecutan untuk jisim tetap

Arahan:

1. Sediakan susunan radas dan bahan seperti yang ditunjukkan dalam Rajah 2.51.
2. Hidupkan jangka masa detik dan tarik troli ke bawah landasan dengan seutas tali kenyal (1 unit daya).
3. Hitungkan pecutan troli daripada carta pita detik yang diperoleh dan catatkan dalam Jadual 2.10.
4. Ulangi langkah 2 hingga 3 menggunakan dua utas tali kenyal dan tiga utas tali kenyal, masing-masing diregangkan kepada panjang yang sama seperti dalam langkah 2.
5. Plotkan graf pecutan, a melawan daya, F dan seterusnya nyatakan hubungan antara pecutan, a dengan daya, F .



Rajah 2.51

Panduan menjalankan
Aktiviti 2.13



<http://bit.ly/31s8tkH>

Keputusan:

Jadual 2.10

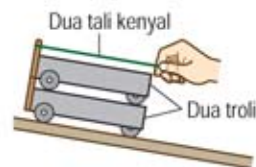
Daya, F	$u / \text{cm s}^{-1}$	$v / \text{cm s}^{-1}$	t / s	$a / \text{cm s}^{-2}$
1 tali kenyal				
2 tali kenyal				
3 tali kenyal				

B Mengkaji hubungan antara jisim dengan pecutan untuk keadaan daya tetap

Arahan:

1. Ulangi langkah 1 hingga 2 di Aktiviti A dengan menarik sebuah troli menggunakan dua utas tali kenyal yang diregangkan bersama-sama.

- Ulangi langkah 1 di Aktiviti B menggunakan dua buah troli seperti yang ditunjukkan dalam Rajah 2.52 dan kemudiannya dengan tiga buah troli.
- Hitungkan pecutan troli daripada pita detik yang diperolehi dan catatkan dalam Jadual 2.11.
- Plotkan graf pecutan, a melawan songsangan jisim, $\frac{1}{m}$ dan seterusnya nyatakan hubungan antara pecutan, a dengan jisim, m .



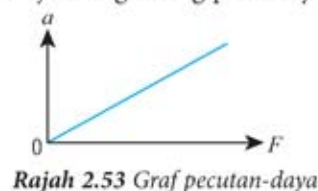
Rajah 2.52

Keputusan:

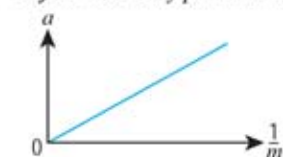
Jadual 2.11

Jisim	$u / \text{cm s}^{-1}$	$v / \text{cm s}^{-1}$	t / s	$a / \text{cm s}^{-2}$
1 troli, m				
2 troli, $2m$				
3 troli, $3m$				

Keputusan Aktiviti 2.13 menunjukkan bahawa pecutan suatu objek bergantung pada daya yang dikenakan dan jisim objek itu.



Rajah 2.53 Graf pecutan-daya



Rajah 2.54 Graf pecutan-songsangan jisim

Pecutan berkadar terus dengan daya yang dikenakan apabila jisim objek itu malar.

$$a \propto F$$

m malar

Pecutan berkadar songsang dengan jisim objek apabila daya yang malar dikenakan.

$$a \propto \frac{1}{m}$$

F malar

$$\begin{aligned} \text{Daya} &= F \\ \text{Jisim} &= m \\ \text{Pecutan} &= a \end{aligned}$$

Gabungkan kedua-dua hubungan:

$$a \propto \frac{F}{m}$$

Maka, $F \propto ma$

Hubungan antara daya, F , jisim, m dan pecutan, a bagi suatu objek yang bergerak ialah

$$F \propto ma$$

$$F \propto m \frac{(v - u)}{t}$$

$$F \propto \frac{(mv - mu)}{t}$$

Ungkapan Hukum Gerakan Newton Kedua

Fail info

Perubahan = $mv - mu$
momentum

$$\text{Kadar perubahan} = \frac{(mv - mu)}{t}$$

momentum

Hukum Gerakan Newton Kedua menyatakan bahawa kadar perubahan momentum berkadar terus dengan daya dan bertindak pada arah tindakan daya. Daripada hubungan

$$F \propto ma$$

$$F = kma, k \text{ ialah pemalar.}$$

Dalam Unit S.I., 1 N ialah daya yang menghasilkan pecutan 1 m s^{-2} apabila bertindak ke atas jisim 1 kg. Dengan itu,

$$1 \text{ N} = k \times 1 \text{ kg} \times 1 \text{ m s}^{-2}$$

$$k = 1$$

$$\text{Maka, } F = ma$$

Menyelesaikan Masalah Melibatkan Rumus $F = ma$

Contoh 1

Seorang pekerja menarik satu beban berjisim 80 kg di sepanjang suatu permukaan mengufuk dengan daya 160 N. Jika permukaan itu adalah licin dan tiada rintangan lain yang menentang gerakan beban, berapakah pecutan beban itu?

Penyelesaian:

Langkah 1

Senaraikan maklumat yang diberi dengan simbol.

$$\left\{ \begin{array}{l} \text{Jisim, } m = 80 \text{ kg} \\ \text{Daya, } F = 160 \text{ N} \end{array} \right.$$

Langkah 2

Kenal pasti dan tulis rumus yang digunakan.

$$F = ma$$

Langkah 3

Buat gantian numerikal ke dalam rumus dan lakukan penghitungan.

$$\left\{ \begin{array}{l} 160 = 80 \times a \\ a = \frac{160}{80} \\ \quad = 2 \text{ m s}^{-2} \end{array} \right.$$

Contoh 2

Sebuah kereta berjisim 1 200 kg bergerak dengan halaju 30 m s^{-1} . Apabila brek kereta ditekan, kereta itu berhenti dalam masa 5 saat. Hitungkan daya yang dikenakan pada brek kereta itu.

Penyelesaian:

$$\begin{aligned} \text{Pecutan kereta, } a &= \frac{v - u}{t} \\ &= \frac{0 - 30}{5} \\ &= -6 \text{ m s}^{-2} \end{aligned}$$

Daya yang dikenakan pada brek kereta, $F = ma$

$$\begin{aligned} &= 1\,200 \text{ kg}(-6 \text{ m s}^{-2}) \\ &= -7\,200 \text{ N} \quad (\text{Tanda negatif menunjukkan daya} \\ &\quad \text{bertindak pada arah bertentangan arah} \\ &\quad \text{gerakan kereta}) \end{aligned}$$

Latihan Formatif

2.6

- Satu daya, F bertindak pada satu jasad berjisim 5 kg.
 - Jika jasad itu memecut secara seragam dari 2 m s^{-1} ke 8 m s^{-1} dalam masa 2 saat, tentukan nilai F .
 - Jika nilai $F = 10 \text{ N}$, tentukan sesaran jasad itu 6 saat selepas jasad mula bergerak dari keadaan rehat. 🧠
- Satu daya 80 N bertindak selama 7 saat ke atas satu objek yang pada asalnya pegun dan menyebabkan objek itu mencapai halaju 35 m s^{-1} . Hitungkan
 - jisim objek itu. 🧠
 - sesaran objek itu. 🧠

2.7 Impuls dan Daya Impuls

Gambar foto 2.8 menunjukkan tindakan seorang atlet lompat jauh yang membengkokkan kakinya semasa mendarat. Apakah kesan daripada tindakan itu?

Tindakan membengkokkan kaki itu adalah untuk mengurangkan magnitud daya impuls ke atas badannya. **Impuls** merupakan perubahan momentum.

$$\begin{aligned}\text{Impuls, } J &= mv - mu \\ &= Ft \\ F &= \text{daya yang dikenakan} \\ t &= \text{masa impak}\end{aligned}$$



Gambar foto 2.8 Atlet lompat jauh membengkokkan kakinya

Daya impuls merupakan kadar perubahan momentum dalam perlanggaran atau hentaman dalam masa yang singkat. Rumus daya impuls adalah seperti berikut:

$$\begin{aligned}\text{Daya impuls, } F &= \frac{mv - mu}{t} \\ t &= \text{masa impak} \\ mv - mu &= \text{perubahan momentum}\end{aligned}$$

Jika perubahan momentum, $mv - mu$ adalah malar, maka $F \propto \frac{1}{t}$. Jika t adalah kecil, maka magnitud F adalah besar dan sebaliknya.



Aktiviti 2.14

KIAK KMK

Tujuan: Membincangkan impuls dan daya impuls

Arahan:

1. Jalankan aktiviti ini secara berkumpulan.
2. Cari maklumat berikut dalam laman sesawang yang sesuai.
 - (a) kesan tindakan ikut lajak ke atas magnitud impuls
 - (b) situasi dan aplikasi dalam kehidupan harian yang melibatkan impuls
 - (c) situasi dan aplikasi dalam kehidupan harian yang melibatkan daya impuls, termasuk ciri-ciri keselamatan dalam kenderaan.
3. Sediakan satu persembahan multimedia yang ringkas dan bentangkannya.

Video impuls, momentum dan daya impuls



<http://bit.ly/2CBLV5e>

Sebenarnya, semua situasi yang anda kaji dalam Aktiviti 2.14 melibatkan sepasang daya, iaitu daya tindakan dan daya tindak balas. Hubungan antara daya tindakan dan daya tindak balas dijelaskan oleh Hukum Gerakan Newton Ketiga. **Hukum Gerakan Newton Ketiga** menyatakan untuk setiap daya tindakan terdapat satu daya tindak balas yang sama magnitud tetapi bertentangan arah. Teliti contoh-contoh situasi dan penerangan yang diberikan di bawah.

Daya tindakan dan daya tindak balas



<http://bit.ly/2R7ROMO>

Menambah magnitud impuls melalui tindakan ikut lajak



Rajah 2.55 Pemain bola sepak melakukan sepakan

Sepakan yang kuat diikuti tindakan ikut lajak akan menghasilkan impuls yang besar. Dengan itu, bola mengalami perubahan momentum yang besar dan bergerak dengan halaju yang tinggi.

Mengurangkan daya impuls dengan memanjangkan masa impak



Perlanggaran menyebabkan kereta dihentikan dan mengalami suatu perubahan momentum. Bahagian hadapan kereta yang mudah remuk memanjangkan masa impak semasa perlanggaran. Dengan itu, magnitud daya impuls ke atas kereta dikurangkan.

Gambar foto 2.9 Ujian perlanggaran kereta

Meningkatkan daya impuls dengan mengurangkan masa impak

Alu yang bergerak pada halaju yang tinggi dihentikan oleh lesung yang keras dalam sela masa yang singkat. Daya impuls yang besar dihasilkan.



Gambar foto 2.10 Penggunaan batu lesung dan alu

Menyelesaikan Masalah Melibatkan Impuls dan Daya Impuls

Contoh 1

Sebiji bebola plastisin yang berjisim 0.058 kg dilontarkan pada halaju 10 m s^{-1} dan menghentam dinding. Bebola plastisin itu melekat pada dinding. Berapakah impuls yang terhasil pada bebola plastisin itu?

Penyelesaian:

Langkah 1

Senaraikan maklumat yang diberi dengan simbol.

Jisim, $m = 0.058 \text{ kg}$
 Halaju awal, $u = 10 \text{ m s}^{-1}$
 Halaju akhir, $v = 0 \text{ m s}^{-1}$

Langkah 2

Kenal pasti dan tulis rumus yang digunakan.

Impuls, $J = mv - mu$

Langkah 3

Buat gantian numerikal ke dalam rumus dan lakukan penghitungan.

$J = 0.058(0) - 0.058(10)$
 $= 0 - 0.058(10)$
 $= 0 - 0.58$
 $= -0.58 \text{ N s}$ (pada arah bertentangan dengan halaju plastisin)

Contoh 2

Seorang pemain golf memukul bola golf berjisim 45.93 g pada halaju 50 m s^{-1} . Jika masa impak ialah 0.005 s, berapakah daya impuls yang dikenakan pada bola golf oleh kayu golf?

Penyelesaian:

$m = 0.04593 \text{ kg}$, $u = 0 \text{ m s}^{-1}$, $v = 50 \text{ m s}^{-1}$, $t = 0.005 \text{ s}$

$$\begin{aligned} \text{Daya impuls, } F &= \frac{mv - mu}{t} \\ &= \frac{0.04593(50) - 0.04593(0)}{0.005} \\ &= 459.3 \text{ N (bertindak pada arah sama dengan halaju bola golf)} \end{aligned}$$

Latihan Formatif

2.7

- Dalam suatu ujian perlanggaran kereta, sebuah kereta berjisim 1 500 kg melanggar dinding dengan kelajuan 15 m s^{-1} . Kereta itu melantun semula dengan kelajuan 2.6 m s^{-1} . Jika masa perlanggaran ialah 0.15 s, hitungkan,
 - impuls yang terhasil dalam perlanggaran, dan
 - daya impuls yang dikenakan pada kereta.
- Seorang pemain bola sepak menendang sebiji bola yang berjisim 450 g dengan daya 1 500 N. Masa sentuhan kasutnya dengan bola ialah 0.008 s. Berapakah impuls yang dikenakan pada bola? Jika masa sentuhan itu ditambahkan sehingga 0.013 s, berapakah halaju bola itu? 🍌

2.8 Berat

Gambar foto 2.11 menunjukkan seorang atlet acara angkat berat menjuak barbel. Daya tarikan graviti Bumi yang bertindak ke atas barbel itu menyumbang kepada berat barbel tersebut. Berat barbel menyebabkan atlet itu berasa sukar untuk mengangkatnya.

Barbel itu akan jatuh ke lantai dengan suatu pecutan apabila atlet itu melepaskannya. Menurut Hukum Gerakan Newton Kedua,

$$F = ma$$



$$W = mg$$

- Daya graviti yang bertindak ke atas barbel ialah beratnya, W .
- Pecutan barbel itu ialah pecutan graviti, g .

Berat ialah kuantiti vektor yang bertindak ke arah pusat Bumi.

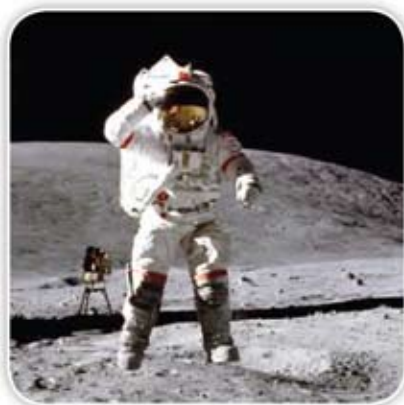
Unit bagi berat: N
Unit bagi jisim: kg

$$W = mg$$
$$g = \frac{W}{m}$$

Unit bagi g : N kg^{-1}

Kuantiti fizik, g dengan unit N kg^{-1} ialah kekuatan medan graviti. Kekuatan medan graviti, g ialah daya yang bertindak per unit jisim disebabkan tarikan graviti. Bagi objek di permukaan Bumi, kekuatan medan graviti ialah, $g = 9.81 \text{ N kg}^{-1}$, iaitu setiap 1 kg jisim akan mengalami daya graviti 9.81 N. Bolehkah anda menghitung berat anda di permukaan Bumi?

Gambar foto 2.12 menunjukkan seorang angkasawan yang memakai sut angkasawan semasa meneroka Bulan. Angkasawan berasa sukar untuk berjalan di atas permukaan Bumi berbanding dengan Bulan. Mengapakah keadaan ini berlaku?



Gambar foto 2.12 Angkasawan yang memakai sut angkasawan di Bulan

Pergerakan angkasawan di Bulan



<http://bit.ly/2ZzPq70>



Malaysia
KEBANGGAANKU

Dato Dr. Sheikh Muszaphar Shukor bin Sheikh Mustapha merupakan angkasawan pertama negara kita.



Gambar foto 2.11 Menjuak barbel

Jisim sut angkasawan di Bumi ialah 81.65 kg.

$$\begin{aligned}W_{\text{Bumi}} &= 81.65 \text{ kg} \times 9.81 \text{ N kg}^{-1} \\&= 800.99 \text{ N}\end{aligned}$$

Kekuatan medan graviti di Bulan ialah $\frac{1}{6}$ daripada kekuatan medan graviti Bumi.

$$\begin{aligned}W_{\text{Bulan}} &= \frac{1}{6} \times 800.99 \text{ N} \\&= 133.50 \text{ N}\end{aligned}$$



Aktiviti 2.15

KIAK STEM

Tujuan: Mereka cipta model kenderaan yang mengaplikasikan Hukum Gerakan Newton.

Arahan:

- Jalankan aktiviti ini secara berkumpulan. Kumpulkan maklumat berkaitan aplikasi Hukum-hukum Gerakan Newton dalam reka cipta kereta. Antara perkara yang perlu diberikan penekanan ialah:
 - rupa bentuk model kenderaan
 - jenis enjin, sistem penghantaran, sistem ampaian, sistem stereng dan sistem brek
 - aspek keselamatan pemandu dan penumpang
 - aspek keselesaan pemandu dan penumpang
 - jenis bahan api yang digunakan
- Bincangkan maklumat yang diperlukan dan lengkapkan Borang Strategi Data K-W-L sebagai panduan dalam pencarian maklumat.
- Reka cipta model kenderaan.
- Bentangkan aplikasi Hukum Gerakan Newton dalam reka cipta kumpulan anda.

Borang Strategi Data K-W-L



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

Latihan Formatif

2.8

- Apakah maksud kekuatan medan graviti?
- Nyatakan perbezaan antara jisim dengan berat.
- Satu objek 10 kg mempunyai berat 150 N di atas sebuah planet.
 - Berapakah kekuatan medan graviti planet tersebut? 🧠
 - Adakah planet itu lebih besar berbanding dengan Bumi? Berikan sebab untuk jawapan anda. 🧠
- Seorang angkasawan berjisim 60 kg ditugaskan untuk melaksanakan penerokaan di Bulan. Berapakah berat angkasawan itu di permukaan Bulan? 🧠

REFLEKSI KENDIRI

- Perkara baharu yang saya pelajari dalam bab daya dan gerakan I ialah .
- Perkara paling menarik yang saya pelajari dalam bab daya dan gerakan I ialah .
- Perkara yang saya masih kurang fahami atau kuasai ialah .
- Prestasi saya dalam bab ini.
 Kurang  1 2 3 4 5  Sangat baik
 baik
- Saya perlu  untuk meningkatkan prestasi saya dalam bab ini.

Muat turun dan cetak
Refleksi Kendiri Bab 2



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



Penilaian Prestasi

- Sebuah kereta memecut daripada keadaan pegun dengan pecutan 2.0 m s^{-2} . Hitungkan
 - halaju kereta selepas 5.0 s ,
 - jarak yang dilalui dalam 5.0 s , dan
 - jarak yang dilalui dalam saat kelima.
- En. Nizam sedang memandu kereta pada laju 108 km j^{-1} . Tiba-tiba beliau nampak sebuah kereta di hadapannya bergerak dengan sangat perlahan. Maka, En. Nizam pun memperlambatkan kereta beliau sehingga mencapai kelajuan 72 km j^{-1} . Sesaran yang dilalui oleh kereta itu ialah 125 m . Jika pecutan yang dialami oleh kereta adalah seragam, hitungkan
 - pecutan yang dialami oleh kereta En. Nizam, dan
 - masa yang diambil semasa kelajuan kereta berkurang dari 108 km j^{-1} ke 72 km j^{-1} .
- Swee Lan mendayung sebuah sampan ke hadapan. Dia menggunakan dayung untuk menolak air ke belakang. Mengapakah sampan itu dapat digerakkan ke hadapan dengan cara ini?
- Sebuah kereta berjirim $1\,200 \text{ kg}$ yang pegun digerakkan dengan daya 150 N . Tentukan pecutan kereta itu dan masa yang diambil untuk kereta itu mencapai halaju 1.5 m s^{-1} .
- Kekuatan medan graviti di permukaan Bulan ialah 6 kali lebih rendah daripada permukaan Bumi. Jika seketul batu yang beratnya 2 N dibawa pulang dari Bulan ke Bumi, hitungkan berat batu itu di Bumi.
- Sebutir peluru yang berjirim 10 g ditembak keluar dari senapang yang berjirim 2.0 kg . Jika halaju senapang yang tersentak selepas tembakan dilepaskan ialah 0.5 m s^{-1} , hitungkan halaju peluru yang ditembak keluar.

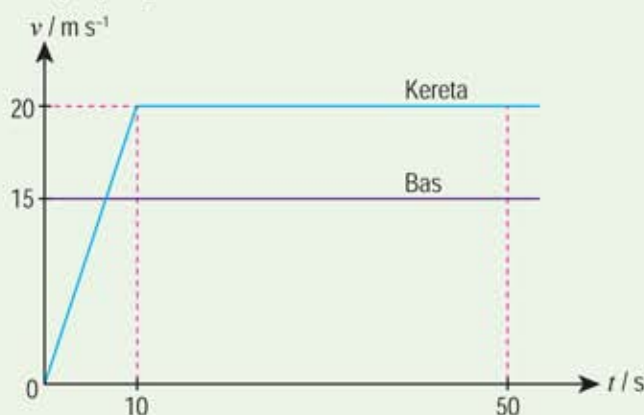
7. Gambar foto 1 menunjukkan sebuah kereta yang bergerak di atas jalan raya. Pada awalnya kereta itu bergerak dengan halaju seragam 18 m s^{-1} selama 15 s . Kemudian, kereta tersebut memecut dengan pecutan 1.5 m s^{-2} selama 5 s . Selepas itu, halaju kereta mula berkurang kepada 15 m s^{-1} dalam masa 5 s . Kereta itu terus bergerak dengan halaju yang sama selama 10 s dan akhirnya halaju berkurang sehingga berhenti pada $t = 50 \text{ s}$.



Gambar foto 1

Berdasarkan maklumat yang diberikan, lakarkan graf halaju-masa bagi gerakan kereta itu. Tunjukkan nilai-nilai yang penting dalam lakaran anda. 🧠

8. Sebiji bola getah dilepaskan dari ketinggian, H . Bola itu jatuh tegak ke bawah dan apabila sampai ke lantai, melantun balik setinggi h ($h < H$). Jika halaju semasa bergerak ke bawah adalah negatif, lakarkan graf halaju-masa untuk pergerakan bola getah itu. 🧠
9. Sebuah kereta mula bergerak daripada keadaan rehat apabila sebuah bas yang bergerak dengan halaju seragam 15 m s^{-1} melintas sisinya. Kereta tersebut mencapai halaju 20 m s^{-1} dalam masa 10 saat dan terus bergerak dengan halaju yang malar dalam arah yang sama dengan arah pergerakan bas. Graf dalam Rajah 1 menunjukkan pergerakan kereta dan bas tersebut di atas jalan raya yang lurus.



Rajah 1

- (a) Hitungkan masa yang diambil untuk kereta itu mencapai laju yang sama dengan bas tersebut. 🧠
- (b) Berapakah sesaran untuk kereta mencapai kelajuan bas itu? 🧠
- (c) Hitungkan jarak yang dilalui oleh kereta dan bas pada masa $t = 50 \text{ s}$. 🧠
- (d) Adakah kereta berada di hadapan bas atau sebaliknya pada masa $t = 50 \text{ s}$? 🧠

10. Gambar foto 2 menunjukkan sebuah kapal angkasa yang dilancarkan menggunakan roket dari tapak pelancaran.



Gambar foto 2

- (a) Terangkan bagaimana pelepasan gas panas melalui ekzos roket dapat memecutkan roket ke atas. 🍌
- (b) Bagaimanakah pecutan roket ini boleh ditambahkan? 🍌
11. Gambar foto 3 menunjukkan sebuah hoverkraf yang dapat bergerak di darat atau di atas permukaan air dengan pantas kerana disokong oleh suatu lapisan udara yang terperangkap di bawahnya. Hoverkraf yang berjisim 25 000 kg, bermula daripada keadaan rehat dan kipas enjinnya menjanakan satu daya tujahan, F sebanyak 22 000 N.
- (a) Tentukan pecutan awal hoverkraf itu dengan menganggap bahawa tiada kesan geseran pada ketika itu. 🍌
- (b) Apakah fungsi lapisan udara yang terperangkap di bawah hoverkraf itu? 🍌



Gambar foto 3



Sudut Pengayaan

12. Kok Chew dan Zulkefli ingin menentukan pecutan graviti Bumi. Mereka bercadang menggunakan bola pingpong yang akan dilepaskan dari tingkat tiga bangunan sekolah mereka. Bincangkan kesesuaian penggunaan bola pingpong dalam eksperimen ini. 🍌
13. Andaikan diri anda sebagai seorang jurutera yang ditugaskan untuk mencipta model kereta api laju di Malaysia. Kereta api ini perlu bergerak laju dengan cara terapung di atas landasan. Lukiskan model kereta api anda dan senaraikan ciri-cirinya dengan mengambil kira rupa bentuk, bahan, cara pergerakan dan aspek keselamatan yang digunakan oleh model kereta api anda. 🍌