

Tema 2

Mekanik Newton

Mekanik Newton merupakan suatu cabang fizik yang berkaitan dengan gerakan objek. Topik dalam tema ini mengkaji konsep dan faktor-faktor yang menyebabkan perubahan keadaan gerakan objek.



DAYA DAN GERAKAN I

Bagaimanakah gerakan linear sesuatu objek dikaji?

Apakah yang menyebabkan perubahan keadaan gerakan suatu objek?

Mengapakah Hukum-hukum Gerakan Newton penting dalam kajian mekanik gerakan suatu objek?

Marilah Kita Mempelajari

- 2.1 Gerakan Linear
- 2.2 Graf Gerakan Linear
- 2.3 Gerakan Jatuh Bebas
- 2.4 Inersia
- 2.5 Momentum
- 2.6 Daya
- 2.7 Impuls dan Daya Impuls
- 2.8 Berat





Pernakah anda melihat *PT* (*personal transporter*)? *PT* ialah sejenis alat pengangkutan peribadi pintar seperti yang ditunjukkan dalam gambar foto ini. Alat ini digunakan oleh pegawai keselamatan untuk meronda di kawasan lapangan terbang atau pusat beli-belah. Alat ini juga kini digunakan oleh pelancong untuk melancong secara mesra alam di kawasan pelancongan seperti Taman Botani Perdana dan Putrajaya.

Alat ini adalah mesra alam kerana menggunakan bateri. Bateri yang dicas penuh membolehkan penunggang bergerak sejauh 28 km di atas jalan yang rata.

Tahukah anda alat pengangkutan ini tidak mempunyai pedal pemecut atau brek? Jadi, bagaimanakah kenderaan ini dipecutkan atau diberhentikan? Penunggang hanya perlu mencondongkan badannya ke hadapan untuk bergerak. Jika ingin membelok, penunggang perlu mengiringkan badannya ke kiri atau ke kanan. Bagi menghentikan alat ini pula, penunggang perlu berdiri secara tegak.

Video cara pergerakan *PT*



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

Standard Pembelajaran
dan Senarai Rumus Bab 2



2.1 Gerakan Linear

Gambar foto 2.1 menunjukkan pelbagai jenis objek yang bergerak. Bagaimanakah anda boleh menghuraikan pergerakan dalam kehidupan harian? Pergerakan dalam satu lintasan yang lurus dinamakan **gerakan linear**.



Gambar foto 2.1 Pelbagai jenis objek yang bergerak

Gerakan linear boleh diuraikan dari segi **jarak**, **sesaran**, **laju**, **halaju** dan **pecutan**. Rajah 2.1 menunjukkan sebuah teksi yang sedang menunggu penumpang di tempat letak kereta. Kedudukan teksi itu tidak berubah dengan masa. Justeru, teksi itu dikatakan berada dalam keadaan **pegun**.



Rajah 2.1 Teksi yang pegun



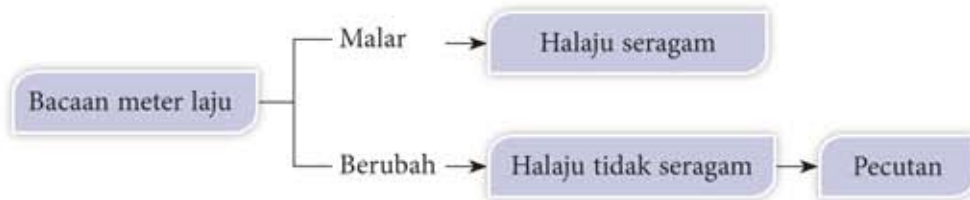
Rajah 2.2 Perjalanan dari Bagan Datoh ke Sungkai

Puan Chong hendak menaiki teksi itu dari Bagan Datoh ke Sungkai. Rajah 2.2 menunjukkan paparan aplikasi peta yang menunjukkan bahawa teksi itu perlu bergerak melalui laluan berwarna biru dengan panjang lintasan sejauh 83.00 km. Setelah tiba di Sungkai, kedudukan teksi itu ialah 57.22 km ke Timur dari Bagan Datoh. Sebenarnya, nilai 83.00 km dan 57.22 km ke Timur masing-masing ialah **jarak** dan **sesaran** bagi pergerakan teksi tersebut. Jadual 2.1 menunjukkan perbandingan antara jarak dengan sesaran.

Jadual 2.1 Perbandingan antara jarak dengan sesaran

Jarak	Sesaran
Panjang lintasan yang dilalui oleh pergerakan suatu objek	Jarak terpendek antara kedudukan awal dengan kedudukan akhir pergerakan suatu objek pada satu arah tertentu
Nilainya bergantung pada laluan yang diambil oleh pergerakan objek itu.	Nilainya sama dengan panjang garis lurus antara kedudukan awal dengan kedudukan akhir.
Kuantiti skalar	Kuantiti vektor

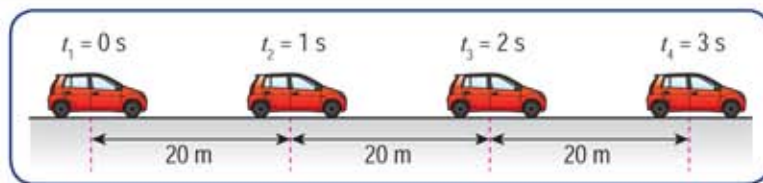
Semasa menaiki teksi, Puan Chong mendapati bahawa bacaan meter laju teksi kadangkala malar dan kadangkala berubah-ubah walaupun di jalan raya yang lurus. Pemerhatian tersebut boleh dirumuskan seperti dalam Rajah 2.3.



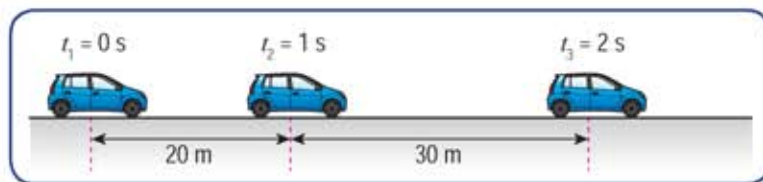
Rajah 2.3 Bacaan meter dan pergerakan kereta

Rajah 2.4 menggambarkan perbezaan pergerakan antara halaju seragam dengan tidak seragam sebuah kereta. Perhatikan sesaran dan sela masa kedua-dua kereta tersebut. Andaikan pergerakan ke kanan adalah positif, dan ke kiri adalah negatif.

Andaikan arah kanan sebagai arah positif



Kereta bergerak dengan **halaju seragam** kerana kadar perubahan sesaran adalah sama.

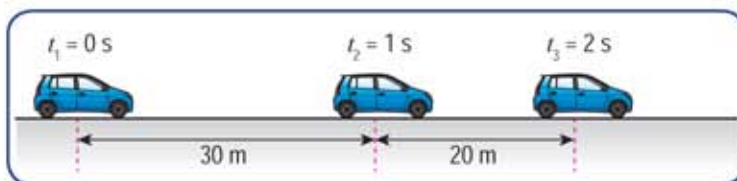


Kereta bergerak dengan **halaju yang semakin bertambah** kerana kadar perubahan sesaran semakin bertambah.

Rajah 2.4 Pergerakan dengan halaju seragam dan tidak seragam

Dalam Rajah 2.4, sesaran kereta biru bertambah untuk sela masa yang sama. Maka, kereta biru bergerak dengan halaju yang bertambah. Dalam hal ini, kereta biru dikatakan mengalami pecutan pada arah yang sama dengan arah gerakan kereta.

Sebaliknya, jika sesaran berkurang untuk sela masa yang sama seperti yang ditunjukkan dalam Rajah 2.5, kereta bergerak dengan halaju yang berkurang. Kereta mengalami pecutan tetapi pada arah yang bertentangan dengan arah gerakan kereta.



Contoh pergerakan dengan halaju tidak seragam



<http://bit.ly/2Y72dki>

Rajah 2.5 Pergerakan dengan halaju yang berkurang

Menentukan Jarak, Sesaran, Laju, Halaju dan Pecutan

Pergerakan suatu objek dikaji dengan menentukan nilai jarak, sesaran, laju, halaju dan pecutan. Berikut ialah cara menentukan laju, halaju dan pecutan:

$$\begin{aligned}\text{Laju} &= \text{kadar perubahan jarak} \\ &= \frac{\text{jarak yang dilalui}}{\text{masa diambil}} \\ v &= \frac{d}{t}\end{aligned}$$

$$\begin{aligned}\text{Halaju} &= \text{kadar perubahan sesaran} \\ &= \frac{\text{sesaran yang dilalui}}{\text{masa diambil}} \\ v &= \frac{s}{t}\end{aligned}$$

$$\begin{aligned}\text{Pecutan} &= \text{kadar perubahan halaju} \\ &= \frac{\text{halaju akhir} - \text{halaju awal}}{\text{masa perubahan halaju}} \\ a &= \frac{v - u}{t}\end{aligned}$$

Terowong SMART di pusat bandar raya Kuala Lumpur mempunyai dua fungsi. Fungsinya ialah sebagai ruang dan saluran yang mengalirkan air banjir serta sebagai laluan alternatif yang mempunyai panjang lintasan yang pendek.



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

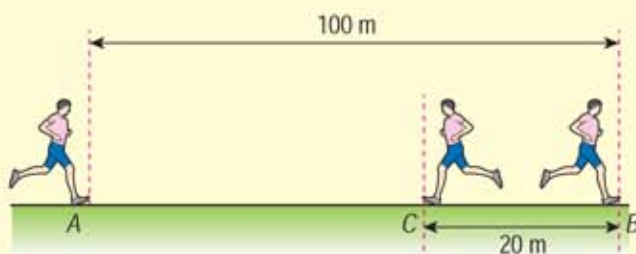
Perhatikan contoh-contoh berikut untuk memahami cara menentukan jarak, sesaran, laju, halaju dan pecutan dalam gerakan linear.

Contoh 1

Rajah 2.6 menunjukkan pergerakan Radzi yang berlari dari A ke B kemudian berpatah balik ke C. Jumlah masa yang diambil olehnya ialah 20 s.

Tentukan

- (a) jarak,
 - (b) sesaran,
 - (c) laju, dan
 - (d) halaju
- bagi larian Radzi.



Rajah 2.6

Penyelesaian:

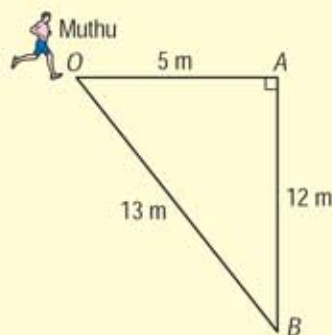
- (a) Jarak = Panjang lintasan yang dilalui
 $= AB + BC$
 $= 100 \text{ m} + 20 \text{ m}$
 $= 120 \text{ m}$
- (b) Sesaran = Panjang antara kedudukan awal dengan kedudukan akhir pada arah tertentu
 $= AB + BC$
 $= (100 \text{ m}) + (-20 \text{ m})$
 $= 80 \text{ m (ke kanan)}$
- (c) Laju = $\frac{\text{Jarak dilalui}}{\text{Masa yang diambil}}$
 $= \frac{120 \text{ m}}{20 \text{ s}}$
 $= 6 \text{ m s}^{-1}$
- (d) Halaju = $\frac{\text{Sesaran}}{\text{Masa yang diambil}}$
 $= \frac{80 \text{ m}}{20 \text{ s}}$
 $= 4 \text{ m s}^{-1} \text{ (ke kanan)}$

Contoh 2

Muthu bergerak dari O ke B melalui lintasan OAB seperti yang ditunjukkan dalam Rajah 2.7. Masa yang diambil ialah 15 s.

Tentukan

- (a) jarak,
 (b) sesaran,
 (c) laju, dan
 (d) halaju
 bagi pergerakan Muthu.



Rajah 2.7

Penyelesaian:

- (a) Jarak = $OA + AB$
 $= 5 \text{ m} + 12 \text{ m}$
 $= 17 \text{ m}$
- (b) Sesaran = Garis lurus paling pendek dari O ke B
 $= OB$
 $= \sqrt{5^2 + 12^2}$
 $= 13 \text{ m (pada arah } OB)$

$$\begin{aligned} \text{(c) Laju Muthu} &= \frac{\text{Jarak}}{\text{Masa}} \\ &= \frac{17 \text{ m}}{15 \text{ s}} \\ &= 1.13 \text{ m s}^{-1} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \text{(d) Halaju Muthu} &= \frac{\text{Sesaran}}{\text{Masa}} \\ &= \frac{13 \text{ m}}{15 \text{ s}} \\ &= 0.87 \text{ m s}^{-1} \text{ (pada arah OB)} \end{aligned}$$

Contoh 3

Selepas mendarat di atas landasan, sebuah kapal terbang diperlahankan supaya halajunya berkurang daripada 75 m s^{-1} kepada 5 m s^{-1} dalam masa 20 s. Berapakah pecutan kapal terbang itu?

Penyelesaian:

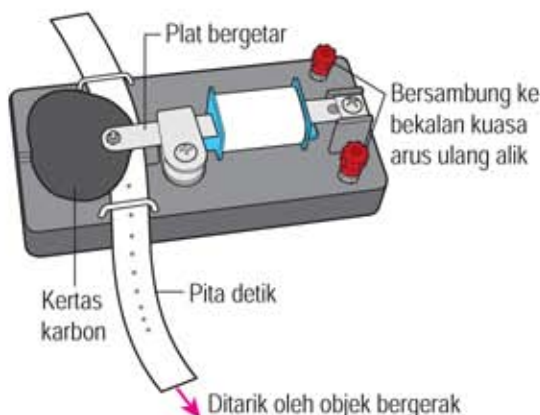
Halaju awal, $u = 75 \text{ m s}^{-1}$, halaju akhir, $v = 5 \text{ m s}^{-1}$, masa, $t = 20 \text{ s}$

$$\begin{aligned} \text{Pecutan, } a &= \frac{v - u}{t} \\ &= \frac{5 - 75}{20} \\ &= -3.5 \text{ m s}^{-2} \end{aligned}$$

Fail info

Nyahpecutan ialah keadaan pengurangan halaju gerakan satu objek.

Jangka masa detik bersama pita detik seperti yang ditunjukkan dalam Rajah 2.8 boleh digunakan untuk mengkaji gerakan linear suatu objek di dalam makmal.



Jangka masa detik yang dikendalikan oleh arus ulang-alik berfrekuensi 50 Hz membuat 50 titik dalam masa 1 saat pada pita detik.

Sela masa antara dua titik berturutan dikenali sebagai 1 detik.

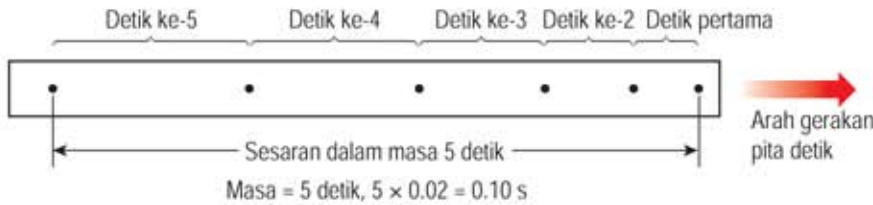
$$\text{Oleh itu, 1 detik: } \frac{1}{50} \text{ s} = 0.02 \text{ s}$$

$$5 \text{ detik: } 5 \times 0.02 \text{ s} = 0.10 \text{ s}$$

$$10 \text{ detik: } 10 \times 0.02 \text{ s} = 0.2 \text{ s}$$

Rajah 2.8 Jangka masa detik dan pita detik

Rajah 2.9 menunjukkan sebahagian daripada pita detik yang ditarik oleh suatu objek yang bergerak secara linear.



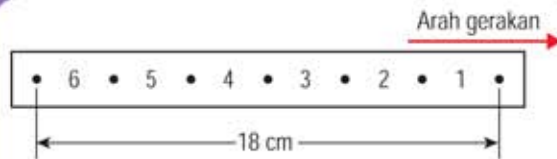
Fail info

Apabila suatu objek bergerak sepanjang satu garis lurus dan tidak berpatah balik, jarak dan sesarannya mempunyai nilai yang sama.

Rajah 2.9 Sebahagian daripada pita detik yang ditarik oleh objek

Pita detik merekod sesaran bagi objek bergerak dan juga masa yang diambil. Seterusnya, halaju dan pecutan boleh dihitung. Rajah 2.10 dan 2.11 menunjukkan kaedah menghitung halaju dan pecutan bagi gerakan linear suatu objek.

Menghitung halaju



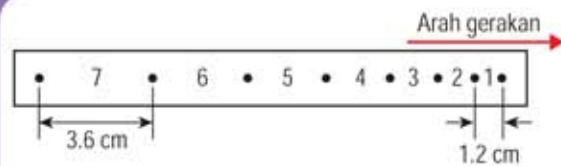
Rajah 2.10

Sesaran, $s = 18 \text{ cm}$

Masa yang diambil, $t = 6 \text{ detik}$
 $= 6 \times 0.02 \text{ s}$
 $= 0.12 \text{ s}$

$$\begin{aligned} \text{Halaju, } v &= \frac{s}{t} \\ &= \frac{18 \text{ cm}}{0.12 \text{ s}} \\ &= 150 \text{ cm s}^{-1} \end{aligned}$$

Menghitung pecutan



Rajah 2.11

$$\begin{aligned} \text{Halaju awal, } u &= \text{halaju pada detik pertama} \\ &= \frac{1.2 \text{ cm}}{0.02 \text{ s}} \\ &= 60 \text{ cm s}^{-1} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \text{Halaju akhir, } v &= \text{halaju pada detik ketujuh} \\ &= \frac{3.6 \text{ cm}}{0.02 \text{ s}} \\ &= 180 \text{ cm s}^{-1} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \text{Masa perubahan halaju} \\ t &= (7 - 1) \text{ detik} \\ &= 6 \text{ detik} \\ &= 6 \times 0.02 \text{ s} \\ &= 0.12 \text{ s} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \text{Pecutan, } a &= \frac{v - u}{t} \\ &= \frac{(180 - 60) \text{ cm s}^{-1}}{0.12 \text{ s}} \\ &= 1000 \text{ cm s}^{-2} \end{aligned}$$

Kita telah mengetahui kaedah menghitung halaju dan pecutan bagi gerakan linear suatu objek dengan merujuk kepada titik-titik pada pita detik.

Marilah kita jalankan aktiviti menggunakan jangka masa detik dan pita detik untuk menentukan halaju serta pecutan trol.





Aktiviti 2.1

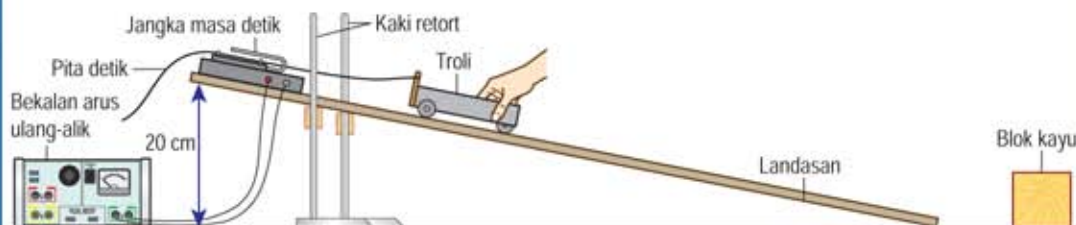
Tujuan: Menggunakan pita detik untuk menentukan sesaran, halaju dan pecutan sebuah troli

Radas: Jangka masa detik, troli, landasan, bekalan arus ulang-alik, kaki retort dan blok kayu

Bahan: Pita detik berkarbon dan dawai penyambung

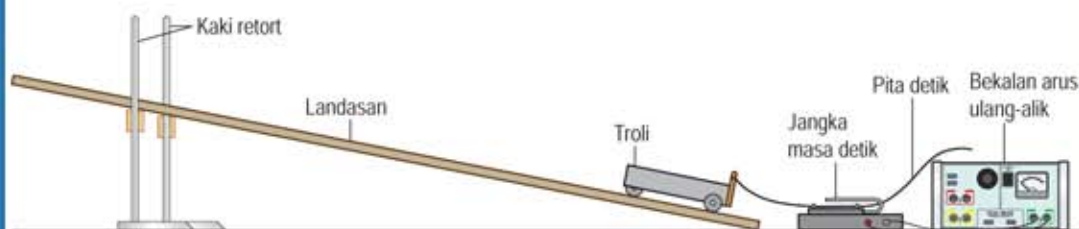
Arahan:

1. Susunkan radas seperti yang ditunjukkan dalam Rajah 2.12. Tinggikan satu hujung landasan sehingga ketinggian 20 cm supaya troli itu boleh bergerak menuruni landasan.



Rajah 2.12

2. Lekatkan pita detik yang panjangnya 100 cm pada troli, hidupkan jangka masa detik dan lepaskan troli itu. Perhatikan pita detik yang diperoleh.
3. Daripada pita detik itu, tentukan sesaran dan hitungkan halaju purata troli itu.
4. Tinggikan lagi hujung landasan supaya troli boleh bergerak dengan halaju yang semakin tinggi menuruni landasan itu.
5. Ulangi langkah 2 dan 3. Kemudian, hitungkan pecutan troli.
6. Susun semula radas seperti yang ditunjukkan dalam Rajah 2.13.



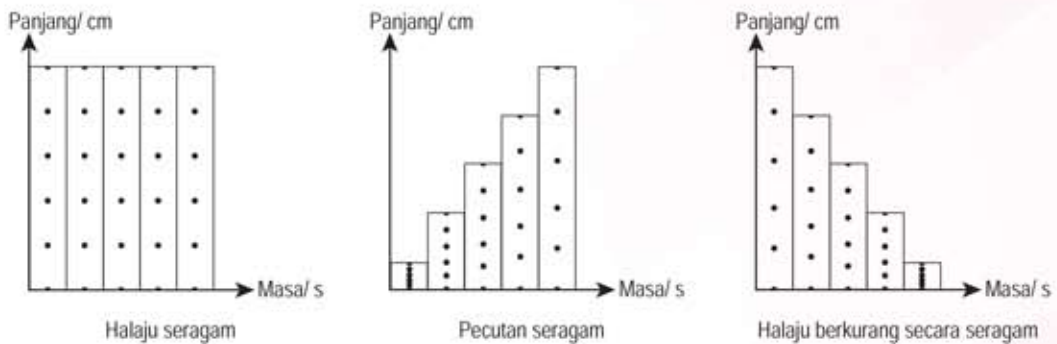
Rajah 2.13

7. Tolak troli dari bawah landasan tersebut dan biarkannya bergerak ke atas landasan.
8. Hentikan troli di atas landasan sebaik sahaja troli mula menuruni landasan.
9. Daripada pita detik yang diperoleh, tentukan pecutan troli itu.

Perbincangan:

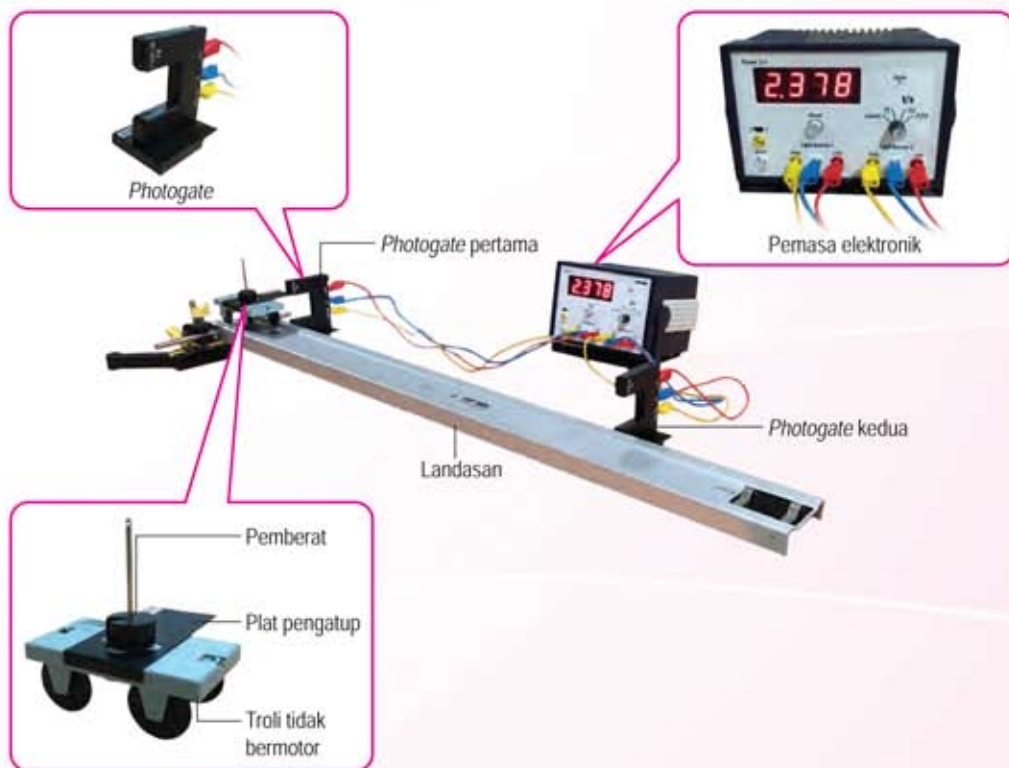
Bincangkan pergerakan bagi pita detik yang diperoleh.

Jika pita detik yang panjang digunakan, lebih banyak titik dapat dirakam pada pita detik itu. Dalam hal ini, pita detik itu boleh dibahagi kepada jalur-jalur yang mempunyai bilangan detik yang sama. Jalur-jalur itu dipotong dan dilekat sebelah-menyebelah di atas kertas graf untuk membentuk carta pita seperti yang ditunjukkan dalam Rajah 2.14.



Rajah 2.14 Carta pita detik

Selain daripada jangka masa detik, **sistem photogate dan pemasa elektronik** boleh digunakan untuk mengkaji pergerakan linear dengan lebih jitu. Rajah 2.15 menunjukkan sistem photogate dan pemasa elektronik yang digunakan bersama troli tidak bermotor yang bergerak di atas landasan aluminium yang dicondongkan.



Rajah 2.15 Sistem photogate dan pemasa elektronik

Tujuan: Menggunakan sistem *photogate* dan pemasa elektronik untuk menentukan halaju dan pecutan pergerakan troli

Radas: Sistem *photogate* dan pemasa elektronik, troli, landasan dan pelaras ketinggian landasan

Arahan:

1. Sediakan susunan radas dengan merujuk kepada manual di dalam QR code.
2. Tinggikan satu hujung landasan sehingga ketinggian 15 cm.
3. Laraskan jarak pemisahan antara dua *photogate* kepada $s = 40.0$ cm.
4. Laraskan suis pemasa elektronik ke simbol $\begin{array}{|c|} \hline \downarrow \\ \hline \end{array} \begin{array}{|c|} \hline \downarrow \\ \hline \end{array}$. Lepaskan troli dari hujung tinggi landasan dan sambut troli setelah melalui *photogate* kedua.
5. Catatkan jumlah masa, t dalam Jadual 2.2.
6. Keluarkan *photogate* pertama.
7. Laraskan suis pada pemasa elektronik kepada $\begin{array}{|c|} \hline \uparrow \\ \hline \end{array} \begin{array}{|c|} \hline \uparrow \\ \hline \end{array}$. Lepaskan troli sekali lagi dari titik asal yang sama.
8. Catatkan sela masa, Δt dalam Jadual 2.2.
9. Ulangi langkah 3 hingga 8 untuk $s = 50.0$ cm, 60.0 cm, 70.0 cm dan 80.0 cm.

Manual penggunaan sistem *photogate* dan pemasa elektronik



<http://bit.ly/2FFiKC4>

Keputusan:

Jadual 2.2

Jarak pemisahan antara dua <i>photogate</i> , s / cm	40.0	50.0	60.0	70.0	80.0
Jumlah masa, t / s					
Sela masa, Δt / s					
Halaju akhir, $v = \frac{s}{\Delta t}$ / cm s ⁻¹					
Pecutan, $a = \frac{v}{t}$ / cm s ⁻²					

Perbincangan:

1. Berdasarkan keputusan dalam jadual, tentukan pecutan purata pergerakan troli.
2. Mengapakah jumlah masa, t bertambah tetapi sela masa, Δt berkurang apabila s bertambah dari 40.0 cm ke 80.0 cm?

Kaedah menggunakan sistem *photogate* dan pemasa elektronik adalah lebih jitu kerana tiada pita detik dilekatkan pada troli. Oleh itu, gerakan troli dalam sistem *photogate* kurang mengalami masalah geseran antara pita detik dengan jangka masa detik. Pemasa elektronik boleh mengesan sela masa sehingga kejituan 0.001 saat berbanding dengan 0.02 saat untuk jangka masa detik. Sela masa yang sangat pendek ini membolehkan kita menentukan halaju dan pecutan troli dengan lebih jitu.

Menyelesaikan Masalah Gerakan Linear dengan Menggunakan Persamaan Gerakan Linear

Rajah 2.16 menunjukkan sebuah kereta yang bergerak dengan pecutan seragam.



Rajah 2.16 Kereta yang bergerak dengan pecutan seragam

Lima kuantiti fizik dalam gerakan linear dengan pecutan seragam boleh diwakili dengan empat persamaan gerakan linear.

Persamaan gerakan linear pertama

$$\begin{aligned} \text{Pecutan} &= \frac{\text{Halaju akhir} - \text{halaju awal}}{\text{Masa perubahan halaju}} \\ a &= \frac{v - u}{t} \\ at &= v - u \\ v &= u + at \quad (1) \end{aligned}$$

Persamaan gerakan linear kedua

$$\begin{aligned} \text{Sesaran} &= \text{Halaju purata} \times \text{masa} \\ \text{Sesaran} &= \left(\frac{\text{Halaju awal} + \text{halaju akhir}}{2} \right) \times \text{masa} \\ s &= \frac{1}{2}(u + v)t \quad (2) \end{aligned}$$

Persamaan gerakan linear ketiga

Gantikan persamaan (1) ke persamaan (2)

$$\begin{aligned} s &= \frac{1}{2}[u + (u + at)]t \\ s &= \frac{1}{2}(2u + at)t \\ s &= ut + \frac{1}{2}at^2 \quad (3) \end{aligned}$$

Persamaan gerakan linear keempat

Kuasa duakan persamaan (1)

$$\begin{aligned} v^2 &= (u + at)^2 \\ v^2 &= u^2 + 2uat + a^2t^2 \\ v^2 &= u^2 + 2a\left(ut + \frac{1}{2}at^2\right) \\ v^2 &= u^2 + 2as \quad (4) \end{aligned}$$

Daripada persamaan (3)
 $s = ut + \frac{1}{2}at^2$

Contoh 1

Sebuah bas sekolah bergerak dari keadaan pegun dengan pecutan 2 m s^{-2} selama 5 s . Hitungkan halajunya selepas 5 s .

Penyelesaian:

Langkah 1

Senaraikan maklumat yang diberi dengan simbol.

$$\begin{cases} \text{Halaju awal, } u = 0 \text{ m s}^{-1} \\ \text{Masa, } t = 5 \text{ s} \\ \text{Pecutan, } a = 2 \text{ m s}^{-2} \\ \text{Halaju akhir, } v = ? \end{cases}$$

Langkah 2

Kenal pasti dan tulis rumus yang digunakan.

$$v = u + at$$

Langkah 3

Buat gantian numerikal ke dalam rumus dan lakukan penghitungan.

$$\begin{cases} v = 0 + (2)(5) \\ = 10 \text{ m s}^{-1} \end{cases}$$

Contoh 2

Ketika sebuah kereta lumba melalui trek yang lurus, halajunya ialah 40 m s^{-1} . Selepas 3 saat, kereta lumba tersebut telah mencapai 50 m s^{-1} . Hitungkan sesaran yang telah dilalui.

Penyelesaian:

Halaju awal, $u = 40 \text{ m s}^{-1}$	$s = \frac{1}{2}(u + v)t$ $= \frac{1}{2}(40 + 50)(3)$ $= 135 \text{ m}$
Halaju akhir, $v = 50 \text{ m s}^{-1}$	
Masa, $t = 3 \text{ s}$	
Sesaran, $s = ?$	

Contoh 3

Seorang atlet memulakan larian daripada keadaan pegun dan mencapai halaju maksimum setelah memecut secara seragam selama 8.0 s. Jika sesaran yang dicapai oleh atlet itu ialah 40 m, tentukan pecutan beliau dalam larian tersebut.

Penyelesaian:

Halaju awal, $u = 0 \text{ m s}^{-1}$	$s = ut + \frac{1}{2}at^2$ $40 = (0)(8) + \frac{1}{2}(a)(8^2)$ $40 = 0 + \frac{64a}{2}$ $a = \frac{2 \times 40}{64}$ $= 1.25 \text{ m s}^{-2}$
Masa, $t = 8.0 \text{ s}$	
Sesaran, $s = 40 \text{ m}$	
Pecutan, $a = ?$	

Contoh 4

Maria mengayuh basikal pada halaju 8 m s^{-1} . Dia menekan brek basikal secara tiba-tiba dan berjaya berhenti setelah bergerak sejauh 2 m. Berapakah pecutan yang dialami oleh Maria dan basikalnya?

Penyelesaian:

Halaju awal, $u = 8 \text{ m s}^{-1}$	$v^2 = u^2 + 2as$ $0^2 = 8^2 + 2(a)(2)$ $-4a = 64$ $a = -16 \text{ m s}^{-2}$
Halaju akhir, $v = 0 \text{ m s}^{-1}$	
Sesaran, $s = 2 \text{ m}$	
Pecutan, $a = ?$	

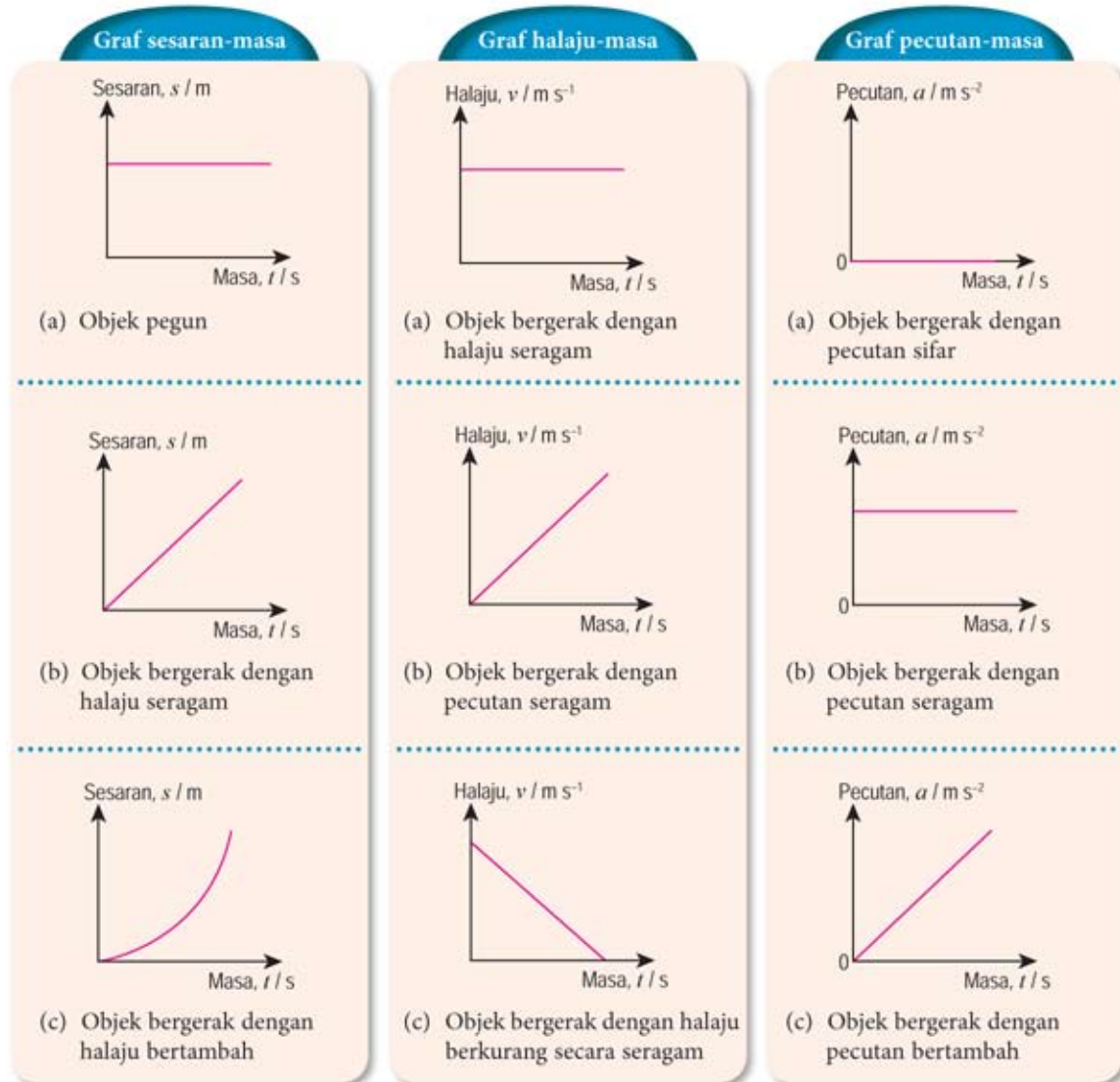
Tanda negatif menunjukkan Maria mengalami pecutan 16 m s^{-2} dalam arah bertentangan dengan gerakan basikal.

Latihan Formatif**2.1**

- Jelaskan perbezaan antara
(a) jarak dengan sesaran
(b) laju dengan halaju
- Sebuah kereta yang bergerak di atas jalan raya dengan halaju 30 m s^{-1} mengalami pengurangan halaju dengan kadar seragam sehingga berhenti selepas 5 s. Berapakah pecutan yang dialami oleh kereta itu? 🌂
- Aina menunggang sebuah alat pengangkutan peribadi pintar di Taman Botani Perdana. Alat itu memecut secara seragam daripada halaju 1 m s^{-1} ke halaju 5 m s^{-1} dalam masa 0.5 minit. Hitungkan sesaran alat itu. 🌂

2.2 Graf Gerakan Linear

Bagi gerakan linear, pentafsiran graf adalah penting bagi memahami jenis gerakan linear suatu objek. Rajah 2.17 menunjukkan pentafsiran jenis gerakan daripada graf.



Bagi graf sesaran-masa:
Kecerunan graf = halaju

Bagi graf halaju-masa:
Kecerunan graf = pecutan
Luas di bawah graf = sesaran

Rajah 2.17 Pentafsiran jenis gerakan linear daripada graf

Menganalisis Graf Sesaran-Masa untuk Menentukan Jarak, Sesaran dan Halaju

Rajah 2.18 menunjukkan titik asal dan titik akhir bagi sebuah motosikal yang ditunggang ke arah kanan (arah positif) dan kemudian berpatah balik ke kiri (arah negatif). Graf sesaran-masa dalam Rajah 2.19 menunjukkan gerakan linear motosikal tersebut.



Rajah 2.18 Pergerakan sebuah motosikal yang ditunggang

Bahagian AB:

Motosikal ditunggang sejauh 100 m ke kanan selama 5 saat.

$$\text{Kecerunan graf} = \frac{100 - 0}{5 - 0} = 20 \text{ m s}^{-1}$$

Maka, halaju motosikal ialah 20 m s^{-1} ke kanan.

Bahagian BC:

Motosikal berhenti selama 3 saat.

$$\text{Kecerunan graf} = 0 \text{ m s}^{-1}$$

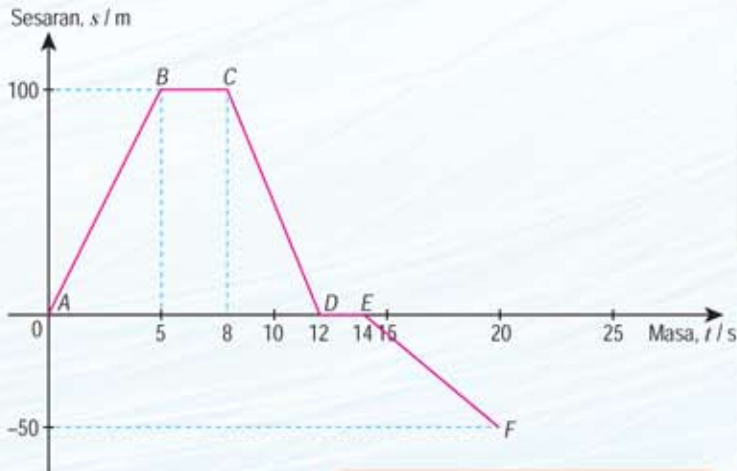
Maka, halaju motosikal ialah 0 m s^{-1} .

Bahagian CD:

Motosikal berpatah balik dan ditunggang kembali ke titik asal dalam masa 4 saat.

$$\text{Kecerunan graf} = \frac{0 - 100}{12 - 8} = -25 \text{ m s}^{-1}$$

Maka, halaju motosikal ialah 25 m s^{-1} ke kiri.



Bahagian DE:

Motosikal berada dalam keadaan pegun di titik asal selama 2 saat.

$$\text{Kecerunan graf} = 0 \text{ m s}^{-1}$$

Maka, halaju motosikal ialah 0 m s^{-1} .

Bahagian EF:

Motosikal ditunggang ke kiri sejauh 50 m selama 6 saat.

$$\text{Kecerunan graf} = \frac{-50 - 0}{20 - 14} = -8.33 \text{ m s}^{-1}$$

Maka, halaju motosikal ialah 8.33 m s^{-1} ke kiri.

Bagaimanakah laju purata dan halaju purata ditentukan daripada graf sesaran-masa?

$$\text{Jumlah jarak yang dilalui} = 100 + 100 + 50 = 250 \text{ m}$$

$$\text{Jumlah sesaran} = 100 + (-100) + (-50) = -50 \text{ m}$$

Rajah 2.19 Menganalisis graf sesaran-masa

Jumlah jarak yang dilalui ialah 250 m dengan jumlah masa 20 s. Maka laju puratanya ialah

$$= \frac{250}{20} = 12.5 \text{ m s}^{-1}$$

Sesaran keseluruhan ialah -50 m dengan jumlah masa 20 s. Maka halaju purata ialah

$$= \frac{-50}{20} = -2.5 \text{ m s}^{-1}$$

Menganalisis Graf Halaju-Masa untuk Menentukan Jarak, Sesaran, Halaju dan Pecutan

Rajah 2.20 menunjukkan gerakan linear sebuah basikal. Rajah 2.21 menunjukkan graf halaju-masa yang menunjukkan gerakan basikal tersebut.



Rajah 2.20 Gerakan linear sebuah basikal

Sela masa: 0 – 50 saat

Kecerunan graf = 0 m s^{-2}

Maka, basikal ini bergerak ke kanan dengan halaju seragam 10 m s^{-1} .

Sela masa: 50 – 70 saat

Kecerunan graf = $\frac{15 - 10}{70 - 50}$
 $= 0.25 \text{ m s}^{-2}$

Maka, basikal ini bergerak ke kanan dengan pecutan seragam 0.25 m s^{-2} .

Sela masa: 70 – 100 saat

Kecerunan graf = $\frac{0 - 15}{100 - 70}$
 $= -0.5 \text{ m s}^{-2}$

Pecutan basikal = -0.5 m s^{-2}

Halaju basikal semakin berkurang. Basikal mengalami pecutan -0.5 m s^{-2} (pada arah bertentangan dengan arah pergerakan basikal).

Sela masa: 100 – 120 saat

Kecerunan graf = 0 m s^{-2}

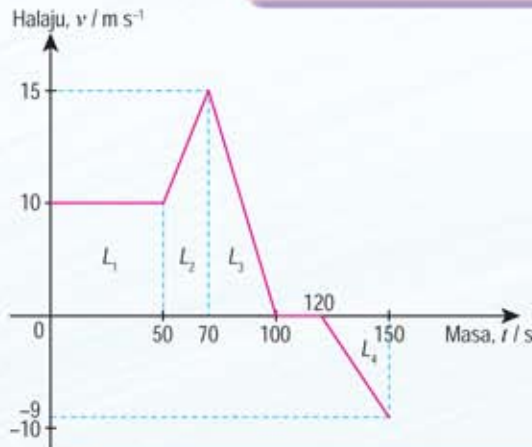
Halajunya adalah 0 m s^{-1} . Basikal berhenti dan pegun selama 20 saat.

Sela masa: 120 – 150 saat

Kecerunan graf = $\frac{-9 - 0}{150 - 120}$
 $= -0.3 \text{ m s}^{-2}$

Pecutan basikal = -0.3 m s^{-2}

Halaju basikal semakin bertambah. Basikal memecut secara seragam -0.3 m s^{-2} (pada arah pergerakan basikal, iaitu ke kiri).



Luas, $L_1 = 500 \text{ m}$, $L_2 = 250 \text{ m}$, $L_3 = 225 \text{ m}$, $L_4 = 135 \text{ m}$

Jumlah jarak keseluruhan = $L_1 + L_2 + L_3 + L_4$
 $= 500 + 250 + 225 + 135$
 $= 1110 \text{ m}$

Sesaran ke kanan = $L_1 + L_2 + L_3$
 $= 500 + 250 + 225$
 $= 975 \text{ m}$

Sesaran ke kiri = L_4
 $= 135 \text{ m}$

Jumlah sesaran = $L_1 + L_2 + L_3 + L_4$
 $= 500 + 250 + 225 + (-135)$
 $= 840 \text{ m ke kanan}$

Rajah 2.21 Menganalisis graf halaju-masa

Laju purata dan halaju purata boleh ditentukan daripada kadar perubahan jarak keseluruhan dan kadar perubahan sesaran keseluruhan. Cuba anda tentukan laju purata dan halaju purata bagi graf halaju-masa di atas.

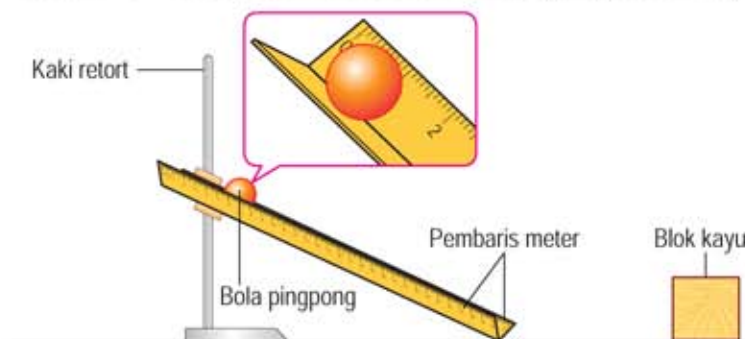
Tujuan: Menggunakan aplikasi *Tracker* untuk memetakan gerakan sebiji bola pingpong dalam bentuk graf

Radas: Kaki retort, bongkah kayu dan pembaris meter

Bahan: Bola pingpong dan pita selofan

Arahan:

1. Jalankan aktiviti ini secara berkumpulan.
2. Muat turun perisian *Tracker* pada komputer dari laman sesawang yang diberikan di bawah.
3. Susunkan radas seperti yang ditunjukkan dalam Rajah 2.22 menggunakan dua batang pembaris yang disusun dalam bentuk "V" untuk membentuk landasan yang condong.



Rajah 2.22

Muat turun perisian *Tracker*



<https://physlets.org/tracker/>

Video panduan menggunakan perisian *Tracker*



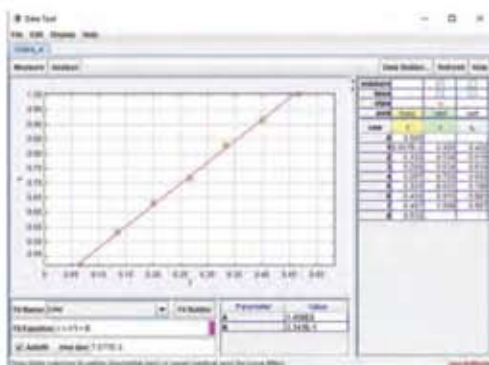
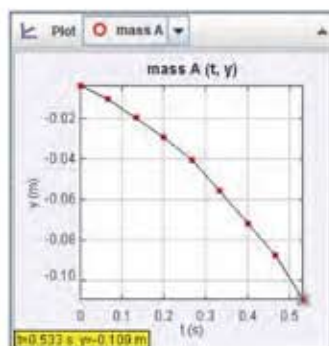
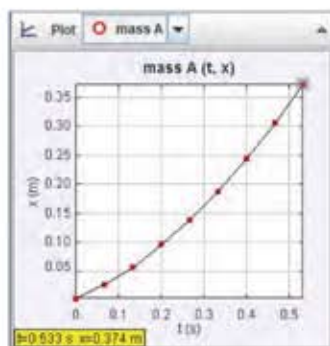
<http://bit.ly/2RFz1O2>

4. Rakamkan video pergerakan bola pingpong dalam garis lurus.
5. Gunakan perisian *Tracker* untuk menganalisis pergerakan bola pingpong dalam video melalui graf sesaran-masa, halaju-masa dan pecutan-masa.
6. Rajah 2.23 menunjukkan contoh-contoh graf yang anda akan perolehi melalui perisian ini.

Graf sesaran ufuk
melawan masa

Graf sesaran menegak
melawan masa

Graf laju melawan masa



Rajah 2.23 Contoh-contoh graf yang diperolehi

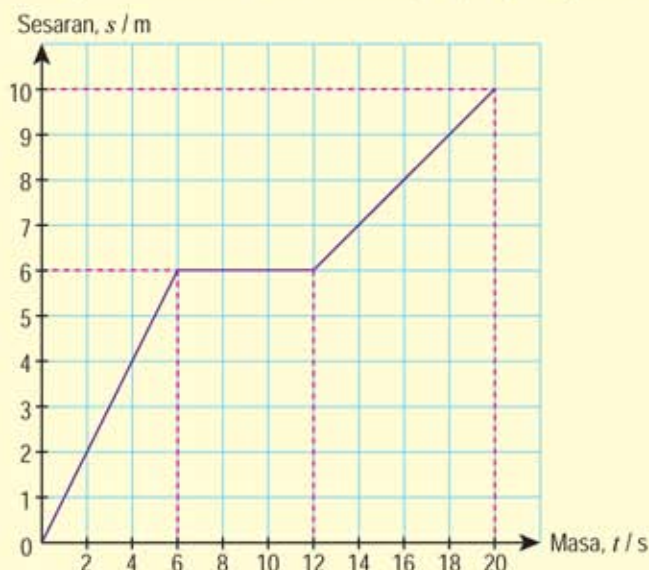
7. Bincangkan dan tafsirkan gerakan bola pingpong berdasarkan graf-graf yang diperolehi.
8. Analisis gerakan bola pingpong dari graf-graf yang diperolehi.
9. Bentangkan tafsiran dan analisis graf-graf yang diperolehi.

Menterjemah dan Melakar Graf

Graf sesaran-masa dapat diterjemahkan untuk melakarkan graf halaju-masa dan sebaliknya. Graf halaju-masa pula dapat diterjemahkan kepada graf pecutan-masa dan sebaliknya. Kemahiran menterjemah dan melakar graf adalah penting dalam menyelesaikan masalah yang melibatkan gerakan linear. Teliti contoh menterjemah dan melakar graf yang diberikan.

Contoh 1

Rajah 2.24 menunjukkan graf sesaran-masa suatu objek yang bergerak secara linear.



Rajah 2.24

- Tentukan halaju pergerakan objek ini untuk setiap satu peringkat pergerakannya.
- Terjemahkan graf sesaran-masa dalam Rajah 2.24 untuk melakarkan graf halaju-masa.

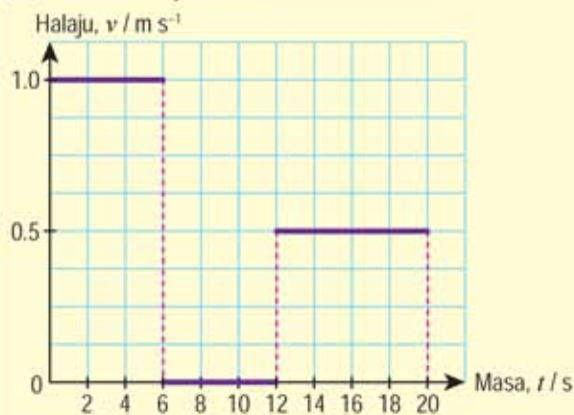
Penyelesaian:

- Halaju = Kecerunan graf sesaran-masa

Jadual 2.3

0 hingga 6 s	$v_1 = \frac{6 - 0}{6 - 0} = 1 \text{ m s}^{-1}$
6 s hingga 12 s	$v_2 = \frac{6 - 6}{12 - 6} = 0 \text{ m s}^{-1}$
12 s hingga 20 s	$v_3 = \frac{10 - 6}{20 - 12} = 0.5 \text{ m s}^{-1}$

- Graf halaju-masa

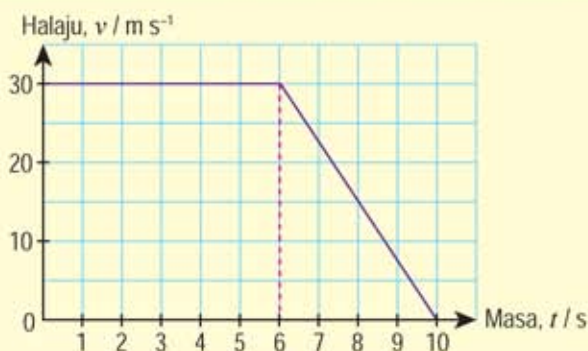


Rajah 2.25

Rajah 2.26 menunjukkan graf halaju-masa yang diplot berdasarkan gerakan linear kereta yang dipandu oleh Encik Kassim. Beliau memandu keretanya pada halaju 30 m s^{-1} dan menekan brek apabila melihat halangan di jalan raya.

Terjemahkan graf halaju-masa bagi pergerakan kereta Encik Kassim dan lakarkan

- graf sesaran-masa, dan
- graf pecutan-masa.



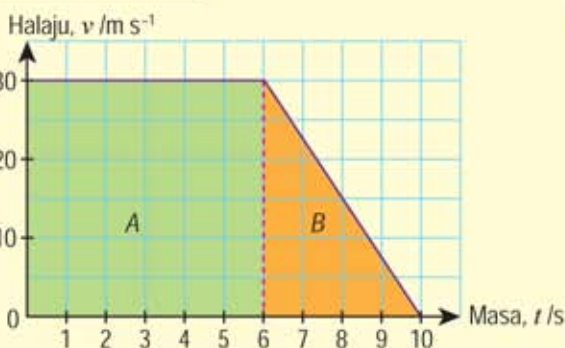
Rajah 2.26

Jadual 2.4

Masa	Sesaran	Pecutan
0 – 6 s	Sesaran = luas A = 30×6 = 180 m	Pecutan = kecerunan graf = 0 m s^{-2}
6 – 10 s	Sesaran = luas B = $\frac{1}{2} \times 30 \times 4$ = 60 m	Pecutan = $\frac{0 - 30}{10 - 6}$ = -7.5 m s^{-2}

INFO BESTARI

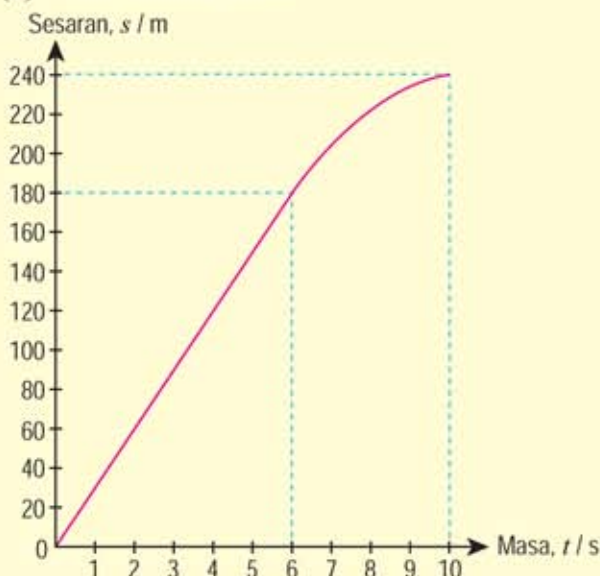
Untuk menentukan sesaran, luas di bawah graf perlu dihitung. Untuk memudahkan kiraan luas, graf boleh dibahagikan kepada beberapa bahagian seperti dalam Rajah 2.27.



Rajah 2.27

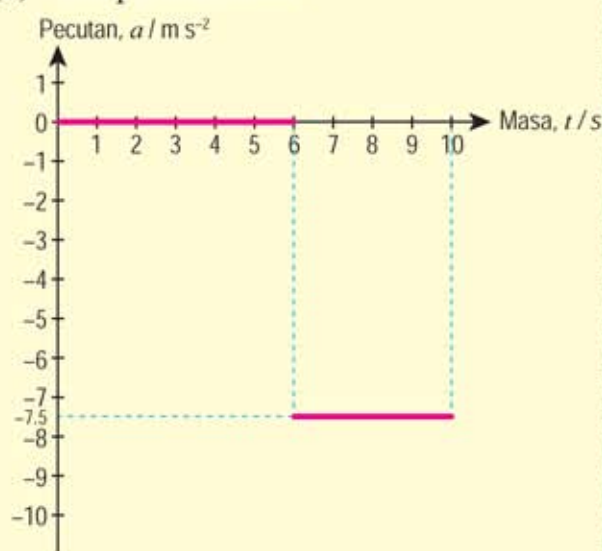
Sesaran selepas 10 s,
 $s = 180 + 60$
 $= 240 \text{ m}$

- Graf sesaran-masa



Rajah 2.28

- Graf pecutan-masa



Rajah 2.29

Menyelesaikan Masalah Melibatkan Graf Gerakan Linear

Contoh 1

Graf halaju-masa dalam Rajah 2.30 menunjukkan pergerakan Hasri. Tentukan

- pecutan,
- sesaran, dan
- halaju purata.

Penyelesaian:

- Pecutan = kecerunan graf

Dari 0 – 3 s:

$$\begin{aligned} \text{Pecutan } a_1 &= \frac{6 - 0}{3} \\ &= 2 \text{ m s}^{-2} \end{aligned}$$

Dari 3 s – 6 s:

$$\text{Pecutan } a_2 = 0$$

Dari 6 s – 10 s:

$$\begin{aligned} \text{Pecutan } a_3 &= \frac{0 - 6}{4} \\ &= -1.5 \text{ m s}^{-2} \end{aligned}$$



Rajah 2.30

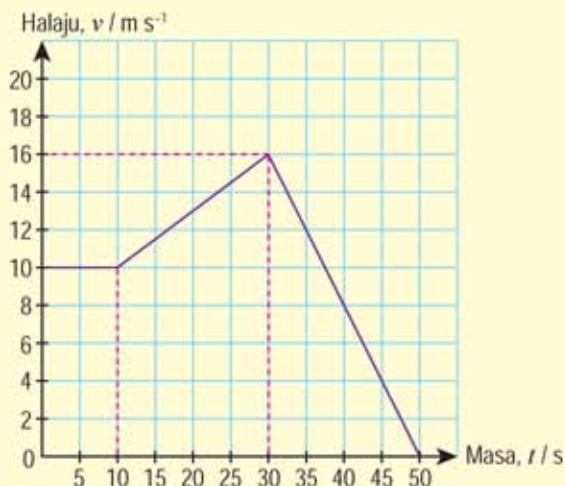
- Jumlah sesaran, s = luas di bawah graf
= luas trapezium
$$= \frac{1}{2}(3 + 10)(6)$$
$$= 39 \text{ m}$$
- Halaju purata, $v = \frac{\text{Jumlah sesaran}}{\text{Jumlah masa}}$
$$= \frac{39}{10}$$
$$= 3.9 \text{ m s}^{-1}$$

Contoh 2

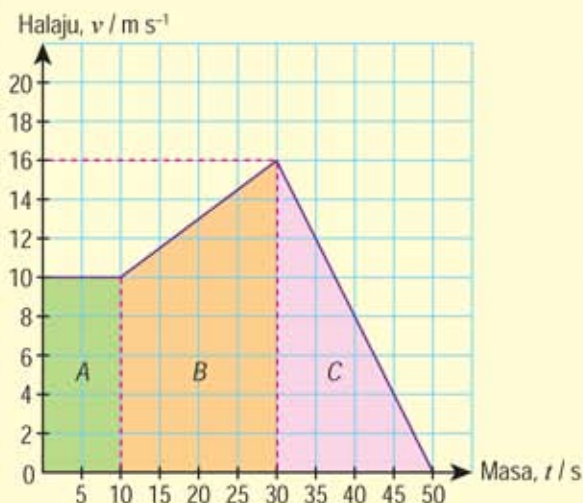
Rajah 2.31 menunjukkan graf halaju-masa bagi gerakan linear sebuah kereta.

Terjemahkan graf halaju-masa itu dan lakarkan

- graf sesaran melawan masa, dan
- graf pecutan melawan masa.



Rajah 2.31

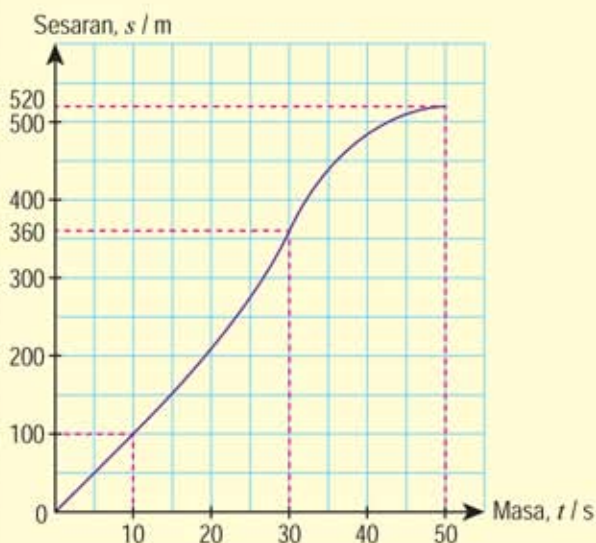


Rajah 2.32

Sesaran selepas 30 s = $100 + 260$
= 360 m

Sesaran selepas 50 s = $100 + 260 + 160$
= 520 m

(a) Graf sesaran-masa

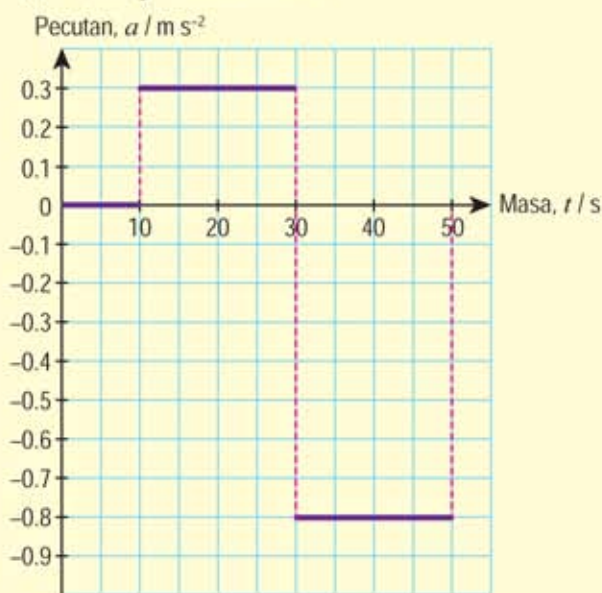


Rajah 2.33

Jadual 2.5

Masa	Sesaran	Pecutan
0 – 10 s	Sesaran = luas A = 10×10 = 100 m	Pecutan = kecerunan graf = 0 m s^{-2}
10 – 30 s	Sesaran = luas B = $\frac{1}{2}(10 + 16)(20)$ = 260 m	Pecutan = $\frac{16 - 10}{30 - 10}$ = 0.3 m s^{-2}
30 – 50 s	Sesaran = luas C = $\frac{1}{2} \times 20 \times 16$ = 160 m	Pecutan = $\frac{0 - 16}{50 - 30}$ = -0.8 m s^{-2}

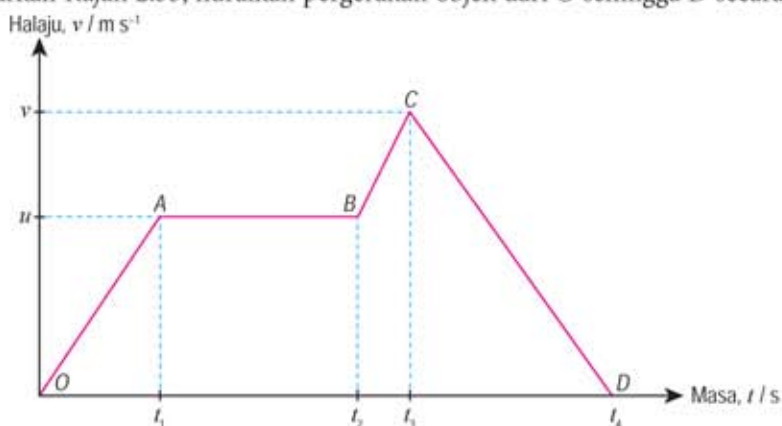
(b) Graf pecutan-masa



Rajah 2.34

Latihan Formatif 2.2

1. Bagaimanakah anda boleh menentukan
 - (a) halaju daripada graf sesaran melawan masa?
 - (b) pecutan daripada graf halaju melawan masa?
 - (c) sesaran daripada graf halaju melawan masa?
2. Berdasarkan Rajah 2.35, huraikan pergerakan objek dari O sehingga D secara kualitatif.



Rajah 2.35

3. Rajah 2.36 menunjukkan Rokiah mengambil masa 3 minit untuk berjalan ke kedai runcit yang berada 400 m di sebelah kanan rumahnya. Selepas 1 minit, dia membeli aiskrim dan berjalan ke padang permainan yang terletak 300 m dari kedai runcit dalam masa 2 minit. Dia duduk dan berehat di bangku berhampiran padang permainan selama 2 minit. Kemudian, menggunakan jalan pintas kembali ke rumahnya. Rokiah tiba di rumahnya dalam masa 2 minit.



Rajah 2.36

- (a) Berapakah halaju purata pergerakan Rokiah dari
 - (i) rumah ke kedai?
 - (ii) kedai ke padang permainan?
 - (iii) padang permainan ke rumah?
 - (b) Hitungkan laju purata bagi keseluruhan pergerakan Rokiah.
4. Sebuah kereta dipandu dari keadaan pegun sehingga mencapai pecutan 4 m s^{-2} dalam masa 8 saat di lebuh raya yang lurus. Kereta itu kemudiannya dipandu pada halaju seragam selama 20 saat sebelum breknya ditekan. Kereta mengalami pengurangan halaju pada kadar 2 m s^{-2} sehingga berhenti. Lakarkan graf
 - (a) pecutan melawan masa,
 - (b) halaju melawan masa, dan
 - (c) sesaran melawan masa.

2.3 Gerakan Jatuh Bebas

Gerakan Jatuh Bebas dan Pecutan Gravitasi

Suatu objek dikatakan mengalami **gerakan jatuh bebas** jika pergerakan objek itu dipengaruhi oleh **daya graviti** sahaja. Hal ini bermakna objek yang jatuh bebas **tidak mengalami tindakan daya yang lain** seperti rintangan udara atau geseran.

Gambar foto 2.2 menunjukkan sebiji buah kelapa yang jatuh dari pokok kelapa. Adakah pergerakan buah kelapa itu merupakan gerakan jatuh bebas?

Jalankan Aktiviti 2.4 dan Aktiviti 2.5 tentang gerakan jatuh bebas.



Gambar foto 2.2 Buah kelapa jatuh dari pokok kelapa



Aktiviti 2.4

Tujuan: Menonton video menunjukkan gerakan jatuh bebas

Arahan:

Imbas QR code atau layari laman sesawang yang diberikan di sebelah untuk menonton video gerakan jatuh bebas.

Perbincangan:

Apakah pemerhatian anda terhadap gerakan jatuh bebas dalam video tersebut?

Video gerakan jatuh bebas



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



Aktiviti 2.5

Tujuan: Mengkaji gerakan jatuh objek

Bahan: Bola pingpong dan kertas A4

Arahan:

1. Jalankan aktiviti ini secara berpasangan.
2. Pegang sehelai kertas di tangan kanan dan sebiji bola pingpong di tangan kiri seperti dalam Gambar foto 2.3.
3. Lepaskan kertas dan bola pingpong pada masa dan ketinggian yang sama.
4. Perhatikan pergerakan kertas dan bola pingpong.
5. Ulangi langkah 2 hingga 4 dengan kertas yang direnyukkan menjadi bentuk bebola.

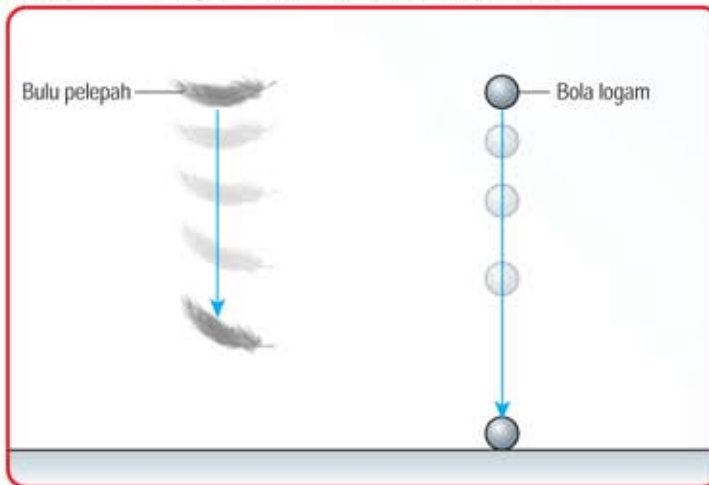
Perbincangan:

1. Mengapakah pada cubaan pertama, kertas dan bola pingpong yang jatuh mengambil masa yang berbeza untuk tiba ke lantai?
2. Kertas yang digunakan di langkah 2 dan langkah 5 ialah kertas yang sama. Mengapakah kertas sebelum dan selepas direnyukkan jatuh pada kadar yang berbeza?



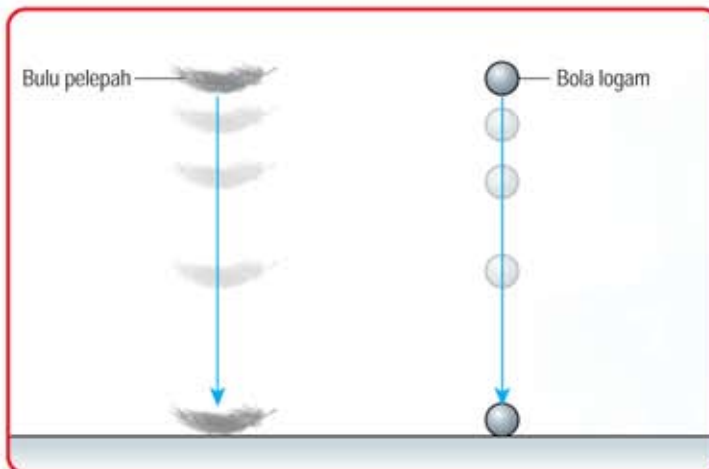
Gambar foto 2.3

Dalam kehidupan harian, kita akan melihat objek yang berat akan jatuh dan sampai ke permukaan Bumi dengan lebih cepat daripada objek yang ringan. Hal ini disebabkan oleh daya yang lain seperti rintangan udara. Perhatikan Rajah 2.37.



Rajah 2.37 Gerakan jatuh objek dalam udara

Objek yang berlainan jisim akan jatuh dengan pecutan yang sama jika rintangan udara tidak wujud. Keadaan ini akan berlaku dalam keadaan vakum. Teliti Rajah 2.38. Bulu pelepah dan bola logam yang dilepaskan dalam ruang vakum akan mencecah lantai pada masa yang sama. Gerakan jatuh bebas yang anda tonton dalam video di Aktiviti 2.4 sebenarnya telah dijalankan dalam keadaan vakum.



Rajah 2.38 Gerakan jatuh bebas dalam keadaan vakum

Pecutan objek yang jatuh bebas disebabkan oleh daya tarikan graviti dinamakan **pecutan graviti**, g . Nilai purata bagi pecutan graviti Bumi ialah 9.81 m s^{-2} . Halaju objek yang jatuh bebas akan bertambah sebanyak 9.81 m s^{-1} setiap saat dalam medan graviti seragam berhampiran permukaan Bumi. Apabila suatu objek jatuh dalam medan graviti, dan rintangan udara diabaikan, objek tersebut dikatakan mengalami **jatuh bebas**.

2.3.1

INTEGRASI SEJARAH

Pada 384-322 S.M, Aristotle menyimpulkan bahawa kadar objek yang jatuh bergantung kepada berat, bentuk dan orientasi objek. Akan tetapi, Galileo Galilei (1564 – 1642) melalui demonstrasi mendapati objek-objek akan jatuh dengan pecutan yang sama jika rintangan udara dapat diabaikan.

Video objek yang jatuh dalam keadaan biasa dan vakum



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

Menentukan Nilai Pecutan Graviti

Objek yang jatuh bebas dalam medan graviti akan mengalami pecutan yang dikenali pecutan graviti. Oleh yang demikian, nilai pecutan graviti boleh ditentukan dengan mengukur pecutan objek berat seperti bola keluli di makmal fizik. Mari kita menggunakan sistem *photogate* dan pemasa elektronik untuk menentukan nilai pecutan graviti, g .



Rajah 2.39 Melepaskan bola keluli



Eksperimen

2.1

Tujuan: Menentukan nilai pecutan graviti Bumi

Radas: Sistem *photogate* dan pemasa elektronik, pelepas elektromagnet dan bekas untuk menangkap bola keluli yang dilepaskan.

Prosedur:

1. Imbas QR code atau layari laman sesawang yang diberikan untuk memuat turun manual penggunaan *photogate* dan pemasa elektronik ini.
2. Susun bahan dan radas seperti yang ditunjukkan dalam Gambar foto 2.4.



Gambar foto 2.4

Manual penggunaan *photogate* dan pemasa elektronik untuk eksperimen jatuh bebas



<http://bit.ly/2V8qi7S>

Kaedah alternatif menggunakan pita detik



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

3. Letakkan *photogate* kedua pada jarak pemisahan, 30.0 cm dari *photogate* pertama.
4. Pastikan bola keluli boleh jatuh melalui kedua-dua *photogate* ke dalam bekas.
5. Lepaskan bola keluli yang dipegang oleh pelepas elektromagnet.
6. Catat masa yang diambil untuk bola keluli melalui *photogate* yang pertama sebagai t_1 dan *photogate* kedua sebagai t_2 dalam Jadual 2.6.
7. Ulangi langkah 3 hingga 6 untuk jarak pemisahan 40.0 cm, 50.0 cm, 60.0 cm dan 70.0 cm.

Keputusan:

Jadual 2.6

Jarak pemisahan antara dua photogate, h / cm	Masa gerakan melalui dua photogate		Pecutan graviti, g / m s^{-2}
	t_1 / s	t_2 / s	
30.0			
40.0			
50.0			
60.0			
70.0			

Analisis data:

1. Tentukan nilai g menggunakan rumus $g = \frac{2h}{t_2^2 - t_1^2}$.
2. Daripada lima nilai g yang anda peroleh, hitungkan nilai puratanya.

Kesimpulan:

Apakah kesimpulan yang dapat dibuat daripada eksperimen ini?

Sediakan laporan yang lengkap bagi eksperimen ini.

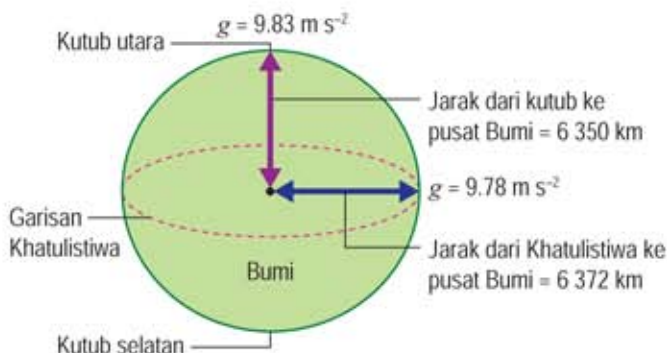
Perbincangan:

1. Bandingkan nilai purata g daripada eksperimen ini dengan nilai piawai g di Khatulistiwa, 9.78 m s^{-2} . Mengapakah terdapat perbezaan antara dua nilai tersebut?
2. Nyata dan terangkan satu langkah berjaga-jaga yang perlu diambil untuk memperbaiki kejituan keputusan eksperimen ini.



Nilai pecutan graviti, g berubah dari satu tempat ke tempat yang lain. Misalnya nilai g di Khatulistiwa ialah 9.78 m s^{-2} , manakala nilai g di kutub Bumi ialah 9.83 m s^{-2} . Hal ini kerana Bumi sebenarnya bukan berbentuk sfera yang sempurna.

Rajah 2.40 menunjukkan bahawa jarak dari Khatulistiwa ke pusat Bumi lebih jauh daripada jarak dari kutub ke pusat Bumi. Oleh yang demikian, nilai g lebih kecil di Khatulistiwa daripada di kutub Bumi. Secara umum, nilai pecutan graviti, g di permukaan Bumi yang digunakan dalam penghitungan ialah 9.81 m s^{-2} .



Rajah 2.40 Jarak yang berbeza dari pusat Bumi

Penyelesaian Masalah yang Melibatkan Objek yang Jatuh Bebas

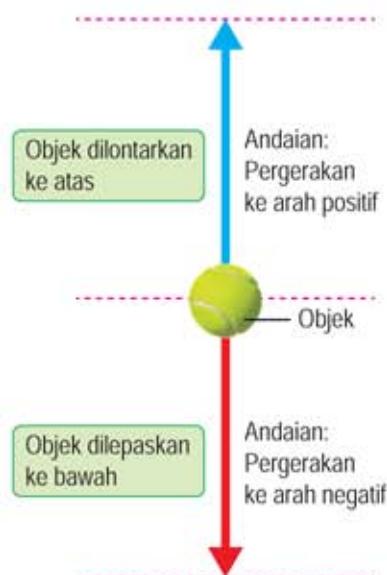
Objek yang dilontarkan ke atas dan objek yang dilepaskan ke bawah mengalami pecutan graviti, g . Oleh itu, persamaan gerakan linear di bawah boleh diaplikasi terhadap objek yang jatuh bebas.

$$v = u + gt$$

$$s = ut + \frac{1}{2}gt^2$$

$$v^2 = u^2 + 2gs$$

Dalam penyelesaian masalah, kita membuat andaian bahawa, pergerakan ke atas sebagai pergerakan ke arah positif dan pergerakan ke bawah sebagai pergerakan ke arah negatif seperti yang ditunjukkan dalam Rajah 2.41.



Rajah 2.41 Andaian arah pergerakan objek yang dilontarkan ke atas atau dilepaskan ke bawah

Contoh 1

Amirah melontarkan sebiji bola ke atas secara menegak dengan halaju awal 10 m s^{-1} . Hitungkan

- masa untuk bola itu mencapai tinggi maksimum, dan
 - tinggi maksimum yang boleh dicapai oleh bola itu.
- Abaikan rintangan udara. [$g = 9.81 \text{ m s}^{-2}$]

Penyelesaian:

(a) Langkah 1

Senaraikan maklumat yang diberi dengan simbol.

Halaju awal, $u = 10 \text{ m s}^{-1}$

Halaju akhir pada ketinggian maksimum, $v = 0 \text{ m s}^{-1}$

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

Langkah 2

Kenal pasti dan tulis rumus yang digunakan.

$$v = u + gt$$

Langkah 3

Buat gantian numerikal ke dalam rumus dan lakukan penghitungan.

$$0 = 10 - 9.81t$$

$$t = \frac{10}{9.81}$$

$$= 1.02 \text{ s}$$

$$(b) v^2 = u^2 + 2gs$$

$$0 = 10^2 + 2(-9.81)s$$

$$s = \frac{10^2}{2 \times 9.81}$$

$$= 5.10 \text{ m}$$

INFO BESTARI

Bola bergerak ke atas, maka u ialah positif tetapi g ialah negatif.

INFO BESTARI

Persamaan $s = ut + \frac{1}{2}gt^2$ juga boleh digunakan

$$\begin{aligned} s &= ut + \frac{1}{2}gt^2 \\ &= 10(1.02) + \frac{1}{2}(-9.81)(1.02)^2 \\ &= 5.10 \text{ m} \end{aligned}$$

Contoh 2

Chan melepaskan sebiji batu dari satu tebing setinggi 10 m. Tentukan
 (a) masa untuk batu itu sampai ke tanah di bahagian bawah tebing, dan
 (b) halaju batu sebelum menyentuh tanah.
 Abaikan rintangan udara. [$g = 9.81 \text{ m s}^{-2}$]

Penyelesaian:

$$\begin{aligned} \text{(a)} \quad s &= ut + \frac{1}{2}gt^2 \\ -10 &= (0)t + \frac{1}{2}(-9.81)t^2 \\ 2 \times (-10) &= (-9.81)t^2 \\ t &= \pm \sqrt{\frac{-20}{-9.81}} \\ &= 1.43 \text{ s} \\ (t = -1.43 \text{ tidak diambil kira}) \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \text{(b)} \quad v^2 &= u^2 + 2gs \\ &= 2 \times (-9.81) \times (-10) \\ v &= \pm \sqrt{2 \times (-9.81) \times (-10)} \\ &= \pm 14.0 \text{ m s}^{-1} \\ v &= -14.0 \text{ m s}^{-1} \\ (v = 14.0 \text{ m s}^{-1} \text{ tidak diambil kira kerana batu bergerak ke arah bawah}). \end{aligned}$$

INFO BESTARI

Persamaan $v = u + at$
 juga boleh digunakan
 $v = -9.81 \times 1.43$
 $= -14.0 \text{ m s}^{-1}$

Latihan Formatif

2.3

- Apakah maksud jatuh bebas?
- Sebiji bola plastik dan sebiji bola keluli yang sama saiz dilepaskan dari tebing bukit. Adakah bola-bola itu akan sampai ke kaki bukit pada masa yang sama? Jelaskan jawapan anda.
- Suatu objek yang dilontarkan ke atas secara menegak mencapai ketinggian maksimum 5.0 m. Hitungkan 🍌
 - halaju objek itu semasa dilontarkan,
 - masa untuk objek sampai ke tinggi maksimum, dan
 - masa yang diperlukan untuk objek kembali ke aras asalnya.
 Abaikan rintangan udara. [$g = 9.81 \text{ m s}^{-2}$]
- Sebiji bola tenis yang dilepaskan jatuh secara menegak dari sebuah bangunan setinggi 50 m. Hitungkan 🍌
 - masa untuk bola sampai ke tapak bangunan,
 - halaju bola sebaik sebelum memecah lantai, dan
 - jarak tegak yang dilalui pada saat ketiga.
 Abaikan rintangan udara. [$g = 9.81 \text{ m s}^{-2}$]