

# Fisika Umum (MA301)

## Topik hari ini:

- Gerak dalam satu dimensi
  - Posisi dan Perpindahan
  - Kecepatan
    - ✓ rata-rata
    - ✓ sesaat
  - Percepatan
    - ✓ Gerak dengan percepatan konstan
- Gerak dalam dua dimensi

# Gerak dalam Satu Dimensi

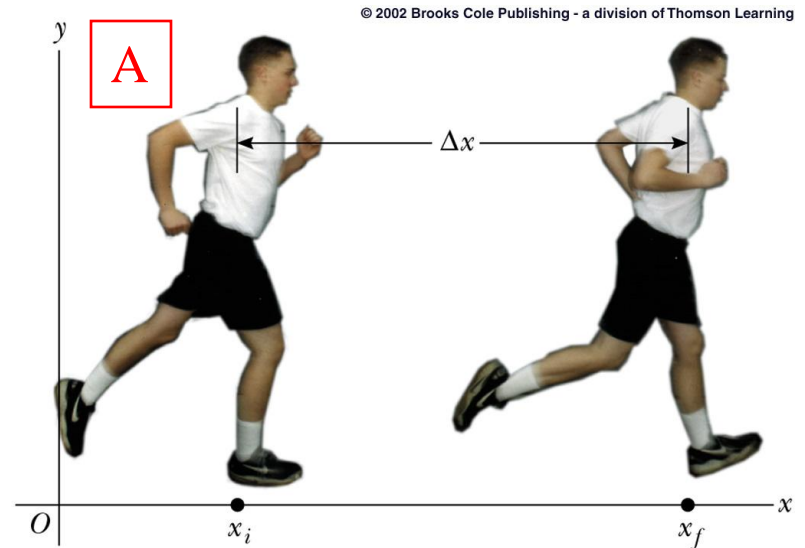
# Mekanika

- Bagian dari ilmu fisika yang mengkaji gerak suatu benda dan pengaruh lingkungan terhadap gerak benda tersebut
- ***Kinematika*** adalah bagian dari mekanika yang mengkaji gerak benda tanpa mempedulikan penyebab gerak atau bagaimana lingkungan mempengaruhi gerak tersebut
- ***Dinamika*** adalah bagian dari mekanika yang mengkaji bagaimana pengaruh lingkungan terhadap gerak tersebut

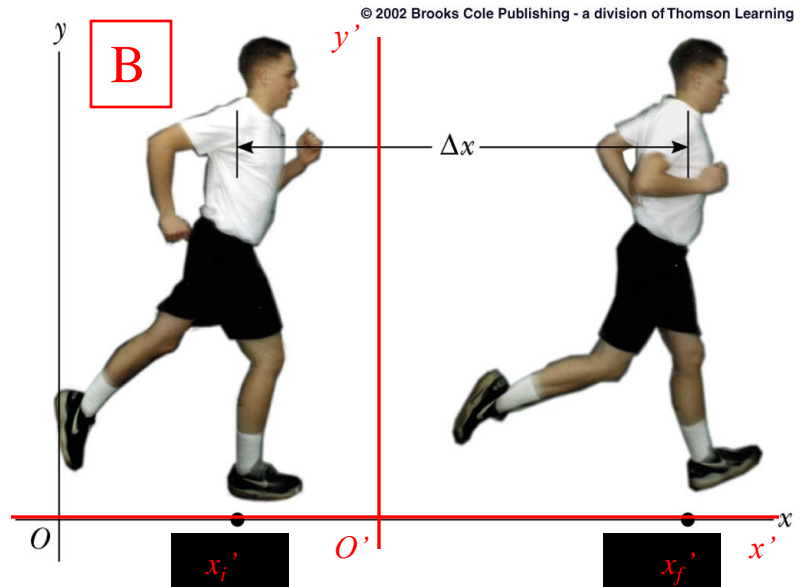
# Posisi dan Perpindahan

- **Posisi** didefinisikan dalam sebuah **kerangka acuan**

**Kerangka A:**  $x_i > 0$  and  $x_f > 0$



**Kerangka B:**  $x'_i < 0$  but  $x'_f > 0$



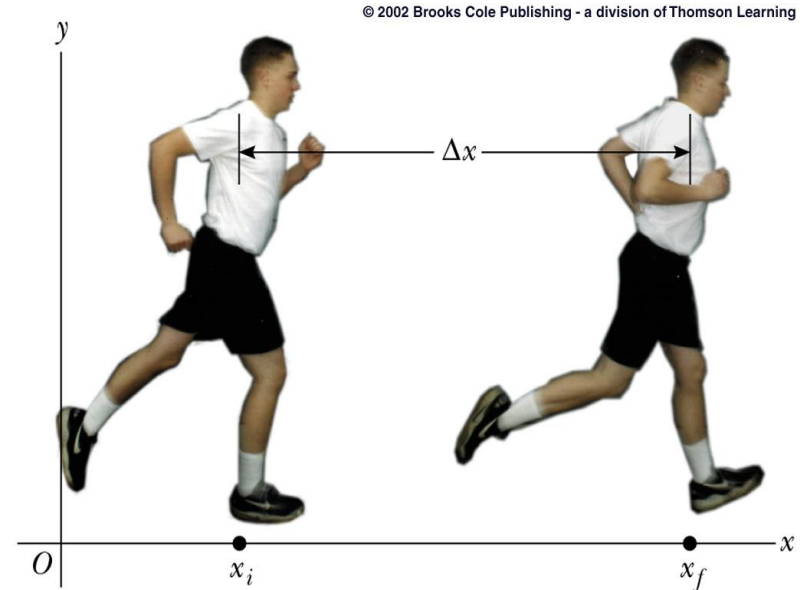
- Satu Dimensi, sehingga kita hanya perlu sumbu **x** atau sumbu **y** saja

# Posisi dan Perpindahan

(lanjutan)

- **Perpindahan** mengukur **perubahan posisi**

- Direpresentasikan oleh  $\Delta x$  (jika horizontal) atau  $\Delta y$  (jika vertikal)
- Kuantitas Vektor (karena perlu informasi arah)
  - Tanda + atau – dapat digunakan untuk menyatakan arah **gerak satu dimensi**

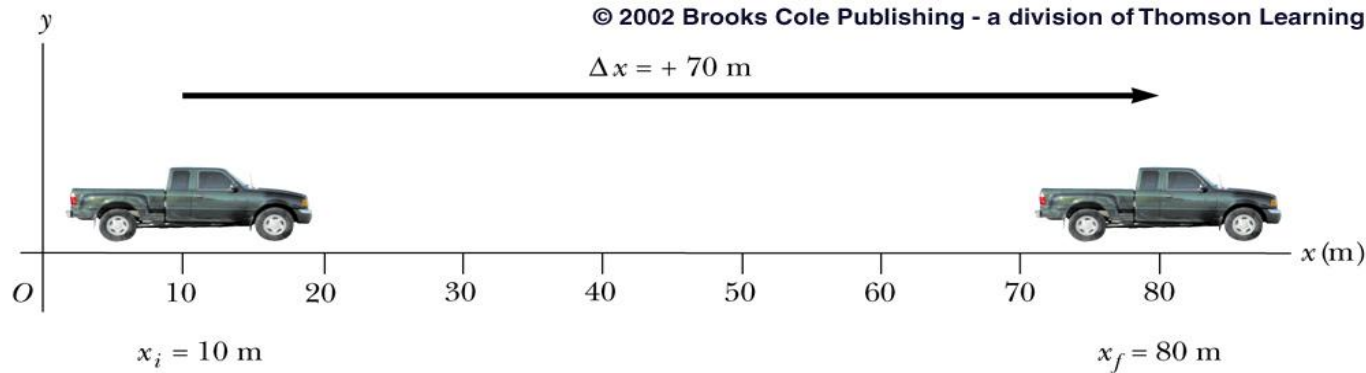


Satuan	
SI	Meters (m)
CGS	Centimeters (cm)
USA & UK	Feet (ft)

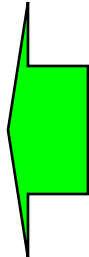
# Perpindahan

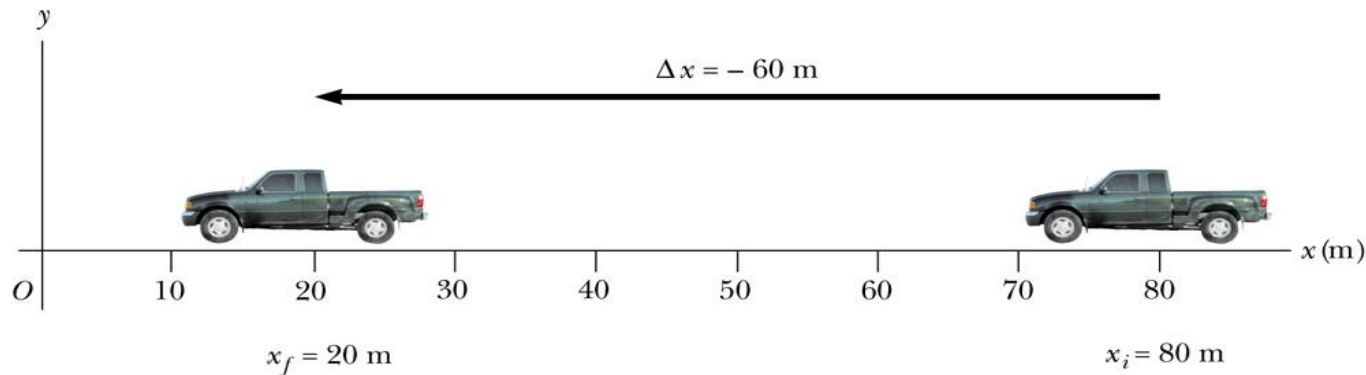
- Perpindahan mengukur perubahan posisi

- Direpresentasikan oleh  $\Delta x$  atau  $\Delta y$

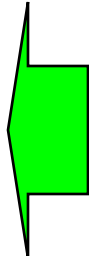


(a)

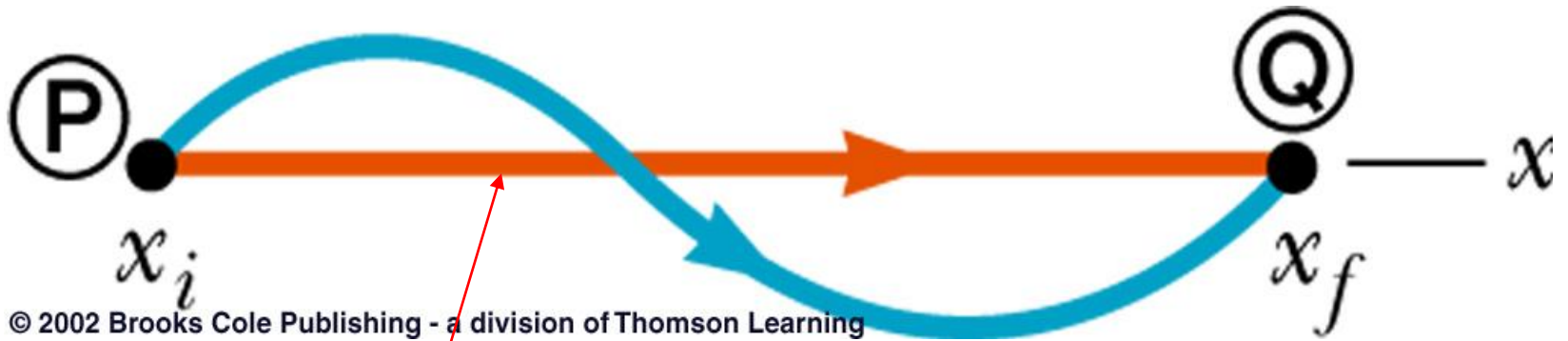

$$\begin{aligned}\Delta x_1 &= x_f - x_i \\ &= 80 \text{ m} - 10 \text{ m} \\ &= \underline{+70 \text{ m}} \checkmark\end{aligned}$$



(b)


$$\begin{aligned}\Delta x_2 &= x_f - x_i \\ &= 20 \text{ m} - 80 \text{ m} \\ &= \underline{-60 \text{ m}} \checkmark\end{aligned}$$

# Jarak atau Perpindahan?



Perpindahan  
(garis merah)

Jarak yang ditempuh  
(kurva biru)

# Test Konsep 1

Sebuah benda (misal mobil) bergerak dari suatu titik dalam ruang ke titik yang lain. Setelah sampai ditujuan, maka **perpindahannya** adalah

- a. Lebih besar atau sama
- b. Selalu lebih besar
- c. Selalu sama
- d. Lebih kecil atau sama
- e. Lebih kecil atau lebih besar

dengan **jarak** yang ditempuh.

**Jawab : d**



# Kecepatan Rata-rata

- Membutuhkan waktu untuk sebuah objek ketika mengalami perpindahan
- Kecepatan rata-rata adalah perbandingan antara perpindahan dengan selang waktu yang terjadi

$$\vec{v}_{rata-rata} = \frac{\Delta \vec{x}}{\Delta t} = \frac{\vec{x}_f - \vec{x}_i}{\Delta t}$$

- **Arahnya** sama dengan arah perpindahan ( $\Delta t$  selalu positif)

# Kecepatan Rata-rata (Lanjutan)

- Satuan dari kecepatan:

Satuan	
SI	Meter per sekon (m/s)
CGS	Centimeter per sekon (cm/s)
USA & UK	Feet per sekon (ft/s)

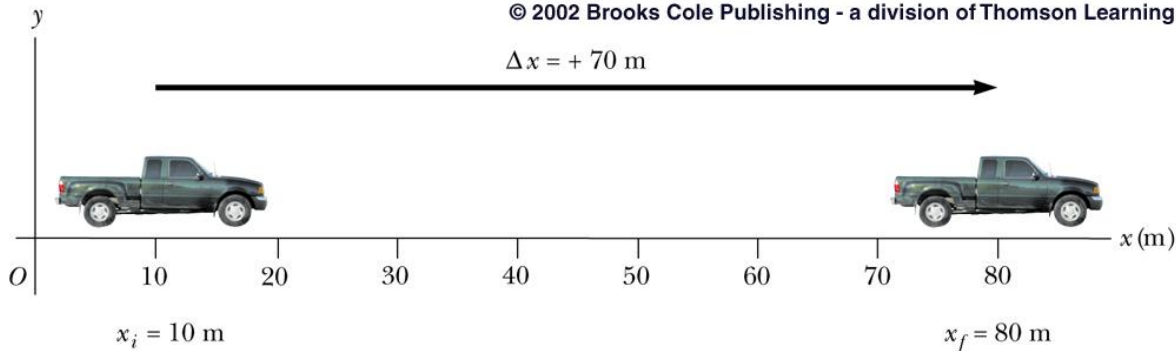
- **Cat:** satuan lain mungkin diberikan dalam kasus tertentu, **tetapi kita perlu mengkonversinya**

# Contoh:

Anggap di kedua kasus truk menempuh jarak tersebut dalam waktu **10 sekon**:

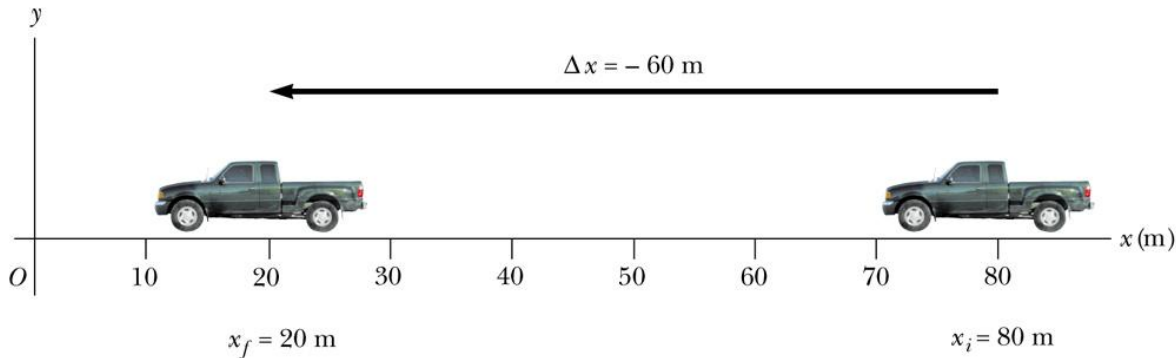
© 2002 Brooks Cole Publishing - a division of Thomson Learning

$\Delta x = +70 \text{ m}$



(a)

$$\begin{aligned}\vec{v}_{1 \text{ rata-rata}} &= \frac{\Delta \vec{x}_1}{\Delta t} = \frac{+70 \text{ m}}{10 \text{ s}} \\ &= \underline{+7 \text{ m/s}}\end{aligned}$$



(b)

$$\begin{aligned}\vec{v}_{2 \text{ rata-rata}} &= \frac{\Delta \vec{x}_2}{\Delta t} = \frac{-60 \text{ m}}{10 \text{ s}} \\ &= \underline{-6 \text{ m/s}}\end{aligned}$$

# Kecepatan Sesaat

- **Kecepatan sesaat** didefinisikan sebagai **limit dari kecepatan rata-rata** dengan selang waktu yang sangat singkat (infinitesimal), atau selang waktunya mendekati nol

$$\vec{v}_{inst} = \lim_{\Delta t \rightarrow 0} \frac{\Delta \vec{x}}{\Delta t} = \lim_{\Delta t \rightarrow 0} \frac{\vec{x}_f - \vec{x}_i}{\Delta t}$$

- Kecepatan sesaat menunjukkan apa yang terjadi di setiap titik waktu

# Laju

- Laju adalah besaran skalar (tidak memerlukan informasi tanda/arah)
  - Satuannya sama dengan kecepatan
  - Laju rata-rata = total jarak / total waktu
- Laju menyatakan besar dari kecepatan

# Kecepatan Tetap

- Kecepatan tetap = kecepatan konstan
- Kecepatan sesaat di setiap titik akan selalu sama
  - Kecepatan sesaat akan sama dengan kecepatan rata-rata

# Percepatan Rata-rata

- Perubahan kecepatan (tidak konstan) berarti menghadirkan **percepatan**
- **Percepatan rata-rata** adalah perbandingan **perubahan kecepatan** terhadap **selang waktu** (laju perubahan kecepatan)

$$\vec{a}_{\text{rata-rata}} = \frac{\Delta \vec{v}}{\Delta t} = \frac{\vec{v}_f - \vec{v}_i}{\Delta t}$$

- Kecepatan rata-rata adalah besaran **vektor** (jadi mempunyai besar dan arah)

# Percepatan Rata-rata (Lanjutan)

- Ketika **tanda** dari **kecepatan** dan **percepatan** sama (positif atau negatif), **laju bertambah**
- Ketika **tanda** dari **kecepatan** dan **percepatan** berlawanan, **laju berkurang**

Satuan	
SI	Meter per sekon kuadrat ( $\text{m/s}^2$ )
CGS	Centimeter per sekon kuadrat ( $\text{cm/s}^2$ )
USA & UK	Feet per sekon kuadrat ( $\text{ft/s}^2$ )



# Percepatan Sesaat dan Percepatan Konstan

- Percepatan sesaat adalah limit dari percepatan rata-rata dengan selang waktu mendekati nol

$$\vec{a}_{inst} = \lim_{\Delta t \rightarrow 0} \frac{\Delta \vec{v}}{\Delta t} = \lim_{\Delta t \rightarrow 0} \frac{\vec{v}_f - \vec{v}_i}{\Delta t}$$

- Ketika percepatan sesaat selalu sama, percepatannya akan tetap (konstan)
  - Kecepatan sesaat akan sama dengan percepatan rata-rata

# Contoh 1: Sketsa Gerak



- **Kecepatan tetap** (ditunjukkan oleh tanda panah merah yang arah dan ukurannya sama)
- Percepatan sama dengan **nol**

# Contoh 2:



- Kecepatan dan percepatan **dalam arah yang sama**
- Percepatan **konstan** (arah dan panjang panah biru yang sama)
- Kecepatan **bertambah** (panah merah bertambah panjang)

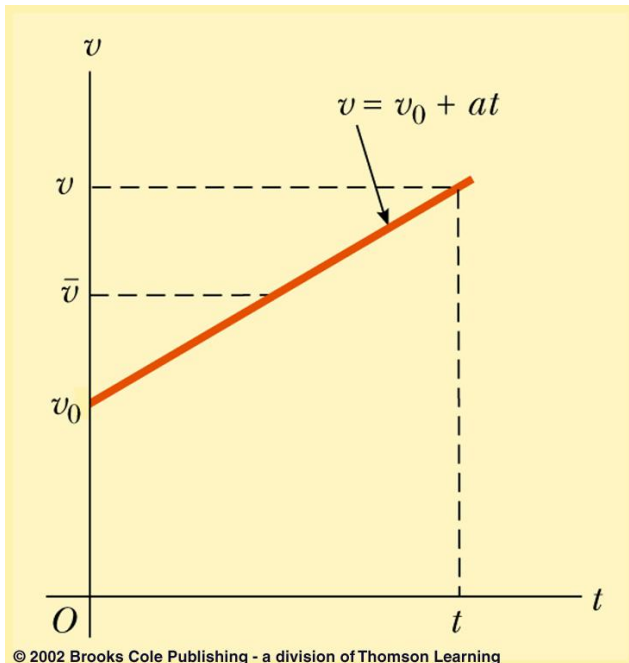
# Contoh 3:



- Percepatan dan kecepatan dalam arah yang **berlawanan**
- Percepatan **tetap** (panjang panah biru sama)
- Kecepatan **berkurang** (panjang panah merah semakin pendek)

# Gerak Satu Dimensi dengan Percepatan Konstan (GLBB)

- Jika percepatan konstan ( $\bar{\mathbf{a}} = \mathbf{a}$ ):



$$a = \frac{v_f - v_o}{t_f - t_0} = \frac{v_f - v_o}{t} \text{ maka:}$$

$$v_f = v_o + at$$

- Menunjukkan bahwa **kecepatan** adalah fungsi dari **percepatan** dan **waktu**

# Gerak Satu Dimensi dengan Percepatan Konstan (Lanjutan)

- Digunakan pada saat **percepatan konstan**

$$\Delta \mathbf{X} = \mathbf{v}_{\text{rata2}} \mathbf{t} = \left( \frac{\mathbf{v}_o + \mathbf{v}_f}{2} \right) \mathbf{t}$$

$$v_f = v_o + at$$

$$\Delta x = v_o t + \frac{1}{2} at^2$$

$$v_f^2 = v_o^2 + 2a\Delta x$$

Kecepatan berubah secara konstan!!!

# Catatan pada Persamaan

$$\Delta x = v_{average} t = \left( \frac{v_o + v_f}{2} \right) t$$

- Perpindahan sebagai fungsi dari kecepatan dan waktu

$$\Delta x = v_o t + \frac{1}{2} a t^2$$

- Perpindahan sebagai fungsi dari waktu, kecepatan dan percepatan

$$v_f^2 = v_o^2 + 2a\Delta x$$

- Kecepatan sebagai fungsi dari percepatan dan perpindahan

# Jatuh Bebas

- Setiap benda bergerak yang hanya dipengaruhi oleh gravitasi disebut **jatuh bebas**
- Setiap benda yang jatuh dekat permukaan bumi memiliki **percepatan konstan**
- Percepatan ini disebut **percepatan gravitasi**, dan disimbolkan dengan  **$g$**



# Percepatan Gravitasi

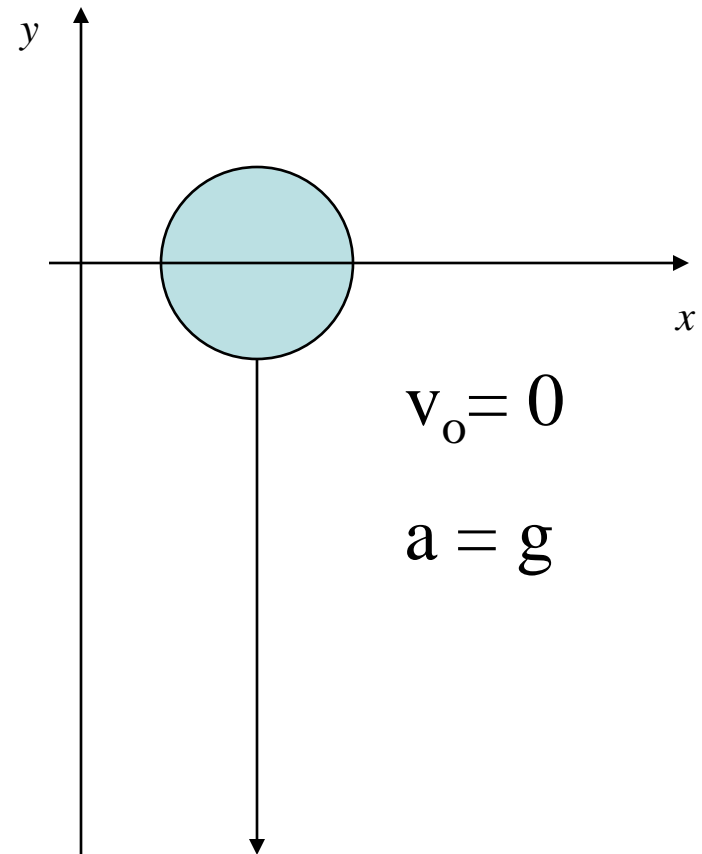
- Disimbolkan oleh  $g$
- $g = 9.8 \text{ m/s}^2$  (dapat digunakan  $g = 10 \text{ m/s}^2$ )
- $g$  arahnya selalu ke bawah
  - menuju ke pusat bumi

# Jatuh Bebas – Benda dilepaskan

- Kecepatan awal = nol
- Kerangka: ke atas positif
- Gunakan persamaan kinematika
  - Umumnya menggunakan  $y$  karena vertikal

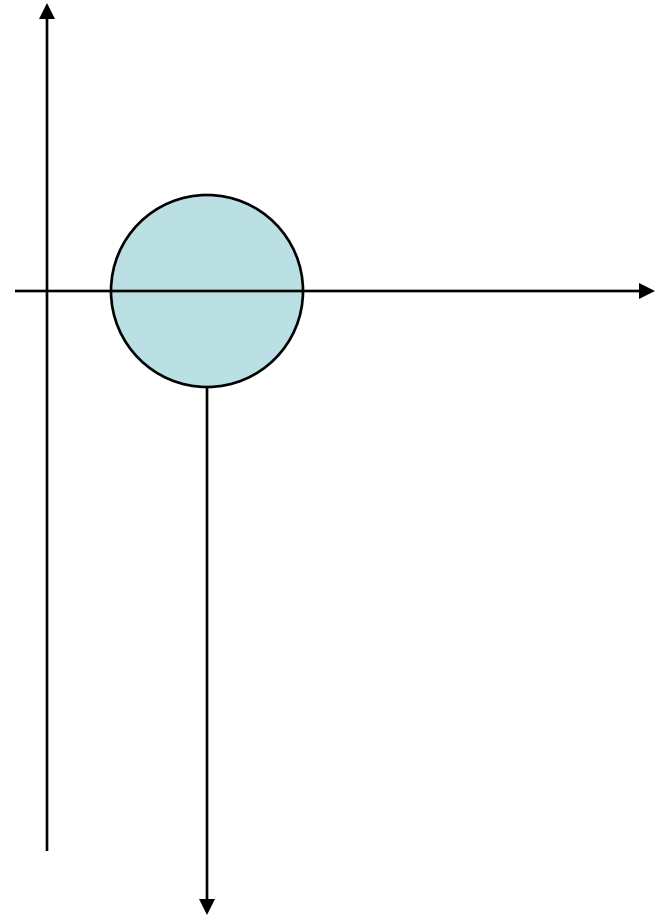
$$\Delta y = \frac{1}{2} at^2$$

$$a = -9.8 m/s^2$$



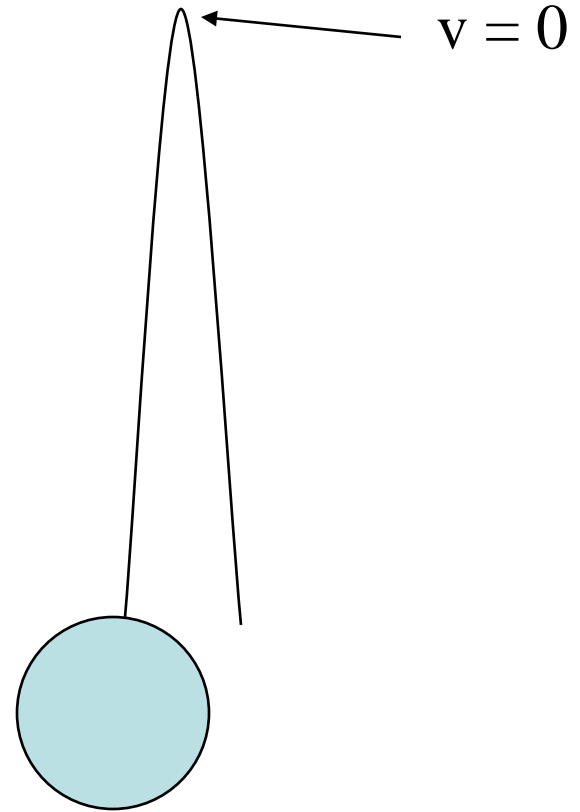
# Jatuh Bebas – benda dilempar ke bawah

- $a = g$ 
  - Ke atas positif, maka percepatan akan negatif,  $g = -9.8 \text{ m/s}^2$
- Kecepatan awal  $\neq 0$ 
  - Ke atas positif, maka kecepatan awal akan negatif



# Jatuh Bebas – benda dilempar ke atas

- Kecepatan awal **ke atas**, sehingga **positif**
- Kecepatan sesaat pada tinggi maksimum adalah **nol**
- $a = g$  everywhere in the motion
  - **$g$**  arahnya selalu ke bawah, sehingga **negatif**

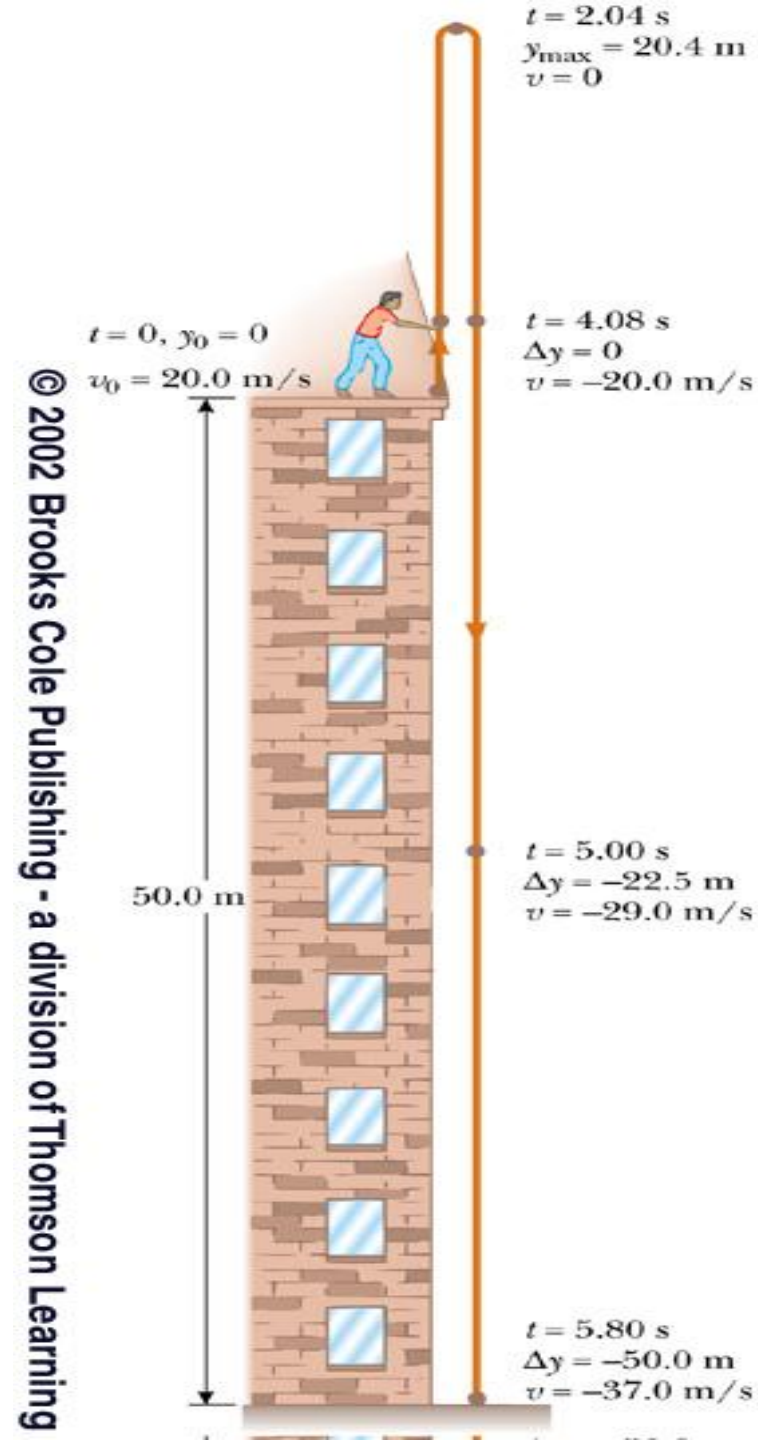


# Lemparan ke Atas

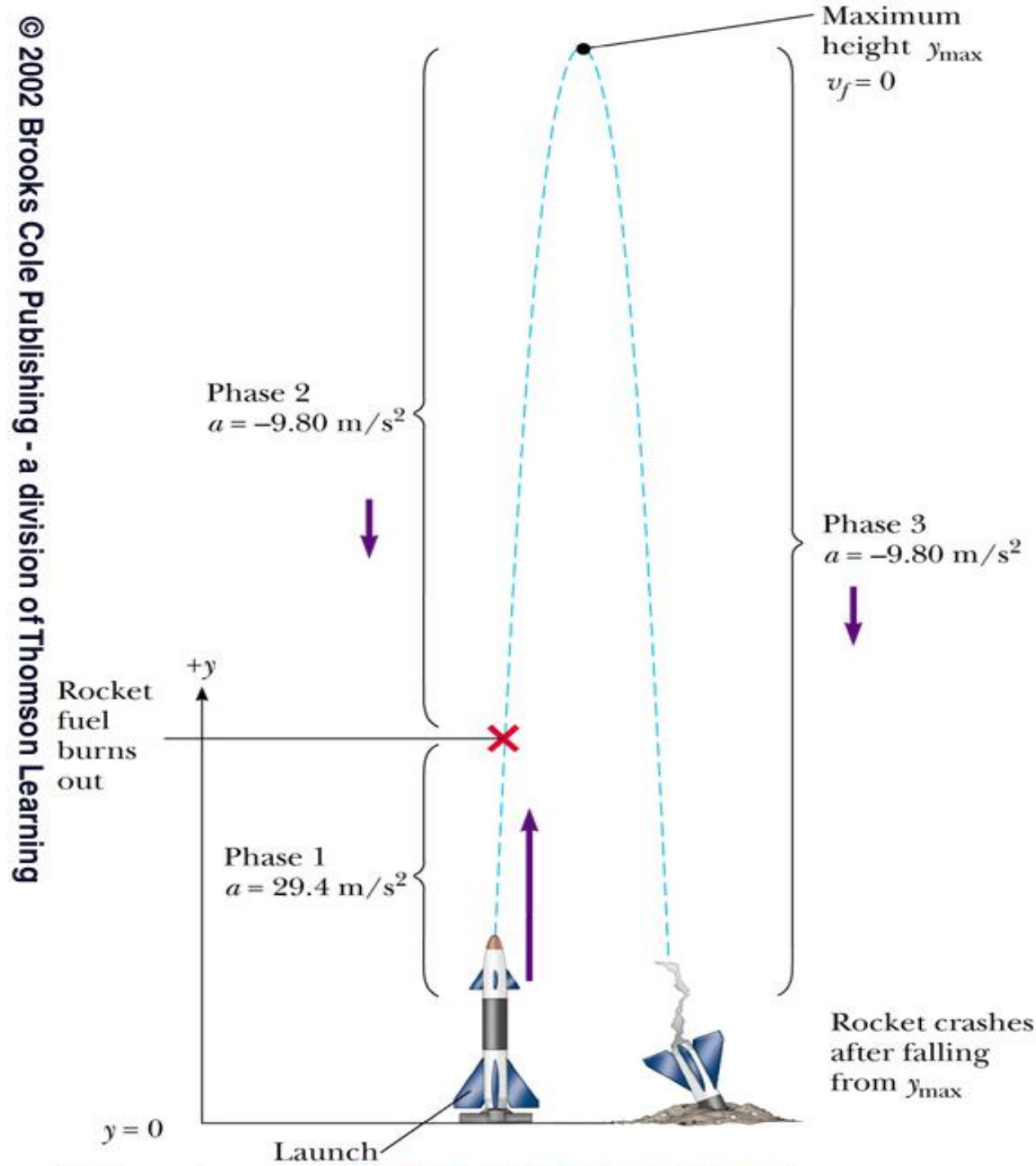
- Geraknya simetri, sehingga
  - $t_{\text{atas}} = t_{\text{bawah}}$
  - $V_f = -V_o$
- Geraknya tidak simetri
  - Geraknya dibagi menjadi beberapa bagian

# Jatuh Bebas Tidak Simetri

- Geraknya perlu dibagi menjadi beberapa bagian
- Kemungkinannya meliputi:
  - Gerak ke atas dan ke bawah
  - Bagian simetri (kembali ke titik benda dilempar) dan kemudian bagian non-simetri



# Kombinasi Gerak



# Tes Konsep 2

Seseorang berdiri di tepi sebuah karang, kemudian melemparkan dua buah bola yang satu lurus ke atas dan yang satunya lagi lurus ke bawah dengan **kecepatan awal sama**. Abaikan hambatan udara, maka bola yang memiliki laju paling besar ketika menumbuk tanah adalah bola yang dilempar

- a. ke atas
- b. ke bawah
- c. Tidak ada - kedua bola menumbuk tanah dengan laju yang sama

**Jawab : c**





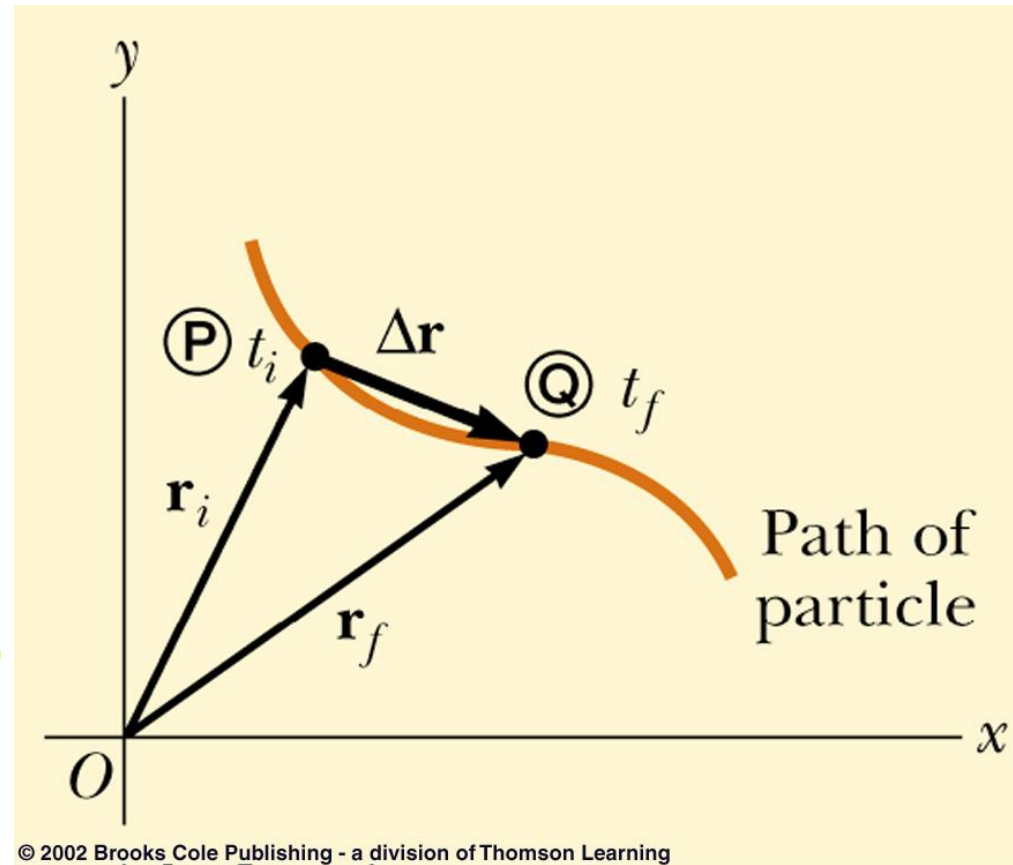
# Gerak dalam Dua Dimensi

- Menggunakan tanda + atau – **tidak** cukup untuk menjelaskan secara lengkap gerak untuk lebih dari dua dimensi
  - **Vektor** dapat digunakan untuk menjelaskan gerak lebih dari dua dimensi
- Masih meninjau perpindahan, kecepatan dan percepatan

# Perpindahan

- Posisi sebuah benda dijelaskan oleh **vektor posisinya**,  $\mathbf{r}$
- **Perpindahan** sebuah benda didefinisikan sebagai **perubahan posisinya**

$$\Delta \mathbf{r} = \mathbf{r}_f - \mathbf{r}_i$$



# Kecepatan

- **Kecepatan rata-rata** adalah perbandingan antara perpindahan dengan selang waktu dari perpindahan tersebut

$$\bar{v} = \frac{\Delta \vec{r}}{\Delta t}$$

- **Kecepatan sesaat** adalah limit dari kecepatan rata-rata dimana selang waktunya menuju nol
  - **Arah** dari kecepatan sesaat adalah sepanjang garis yang menyinggung kurva lintasan benda dan searah gerak

$$\vec{v} = \lim_{\Delta t \rightarrow 0} \frac{\Delta \vec{r}}{\Delta t}$$

# Percepatan

- **Percepatan rata-rata** didefinisikan sebagai perbandingan perubahan kecepatan terhadap selang waktu (laju perubahan kecepatan)

$$\bar{a} = \frac{\Delta \vec{v}}{\Delta t}$$

- **Percepatan sesaat** adalah limit dari percepatan rata-rata dengan selang waktu menuju nol

$$\vec{a} = \lim_{\Delta t \rightarrow 0} \frac{\Delta \vec{v}}{\Delta t}$$

# Benda Mengalami Percepatan Jika:

$$\vec{a} = \lim_{\Delta t \rightarrow 0} \frac{\Delta \vec{v}}{\Delta t}$$

- **Besarnya kecepatan** (laju) berubah
- **Arah kecepatan** berubah
  - Meskipun besar kecepataannya (laju) tetap
- **Baik besar maupun arahnya** berubah

# Contoh: Gerak Peluru

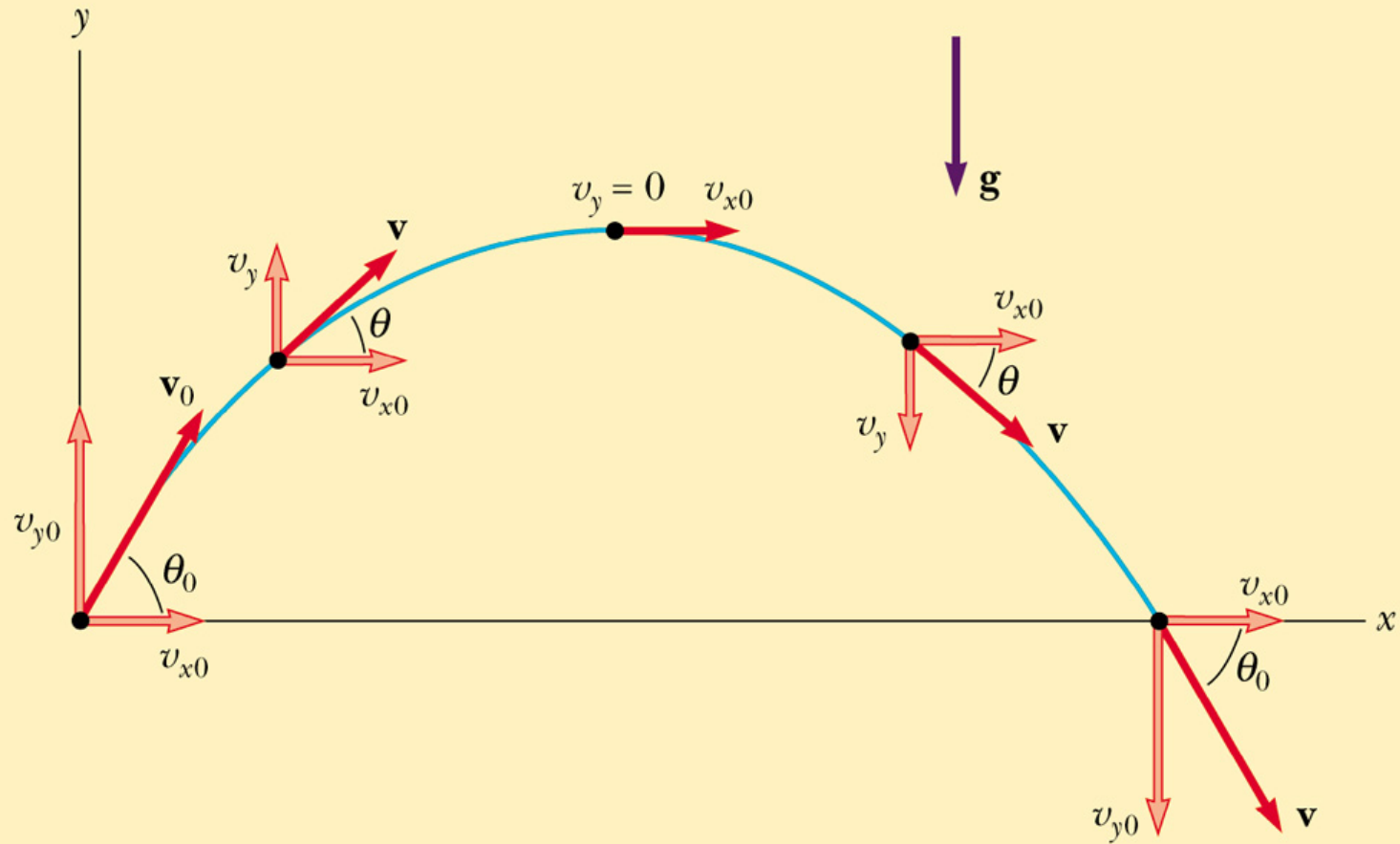
- Sebuah benda yang bergerak dalam arah  $x$  dan  $y$  secara bersamaan (dalam dua dimensi)
- Bentuk gerak dalam dua dimensi tersebut kita sepakati dengan nama gerak peluru
- Penyederhanaan:
  - » Abaikan gesekan udara
  - » Abaikan rotasi bumi
- Dengan asumsi tersebut, sebuah benda dalam gerak peluru akan memiliki lintasan berbentuk parabola

# Catatan pada Gerak Peluru:

- Ketika benda dilepaskan, hanya gaya gravitasi yang menarik benda, mirip seperti gerak ke atas dan ke bawah
- Karena gaya gravitasi menarik benda ke bawah, maka:
  - ✓ Percepatan vertial berarah ke bawah
  - ✓ Tidak ada percepatan dalam arah horisontal



# Gerak Peluru



# Aturan Gerak Peluru

- Pilih kerangka koordinat:  $y$  arah vertikal
- Komponen  $x$  dan  $y$  dari gerak dapat ditangani secara terpisah
- Kecepatan, (termasuk kecepatan awal) dapat dipecahkan ke dalam komponen  $x$  dan  $y$
- Gerak dalam arah  $x$  adalah GLB
$$a_x = 0$$
- Gerak dalam arah  $y$  adalah jatuh bebas (GLBB)
$$|a_y| = g$$

# Aturan Lebih Rinci:

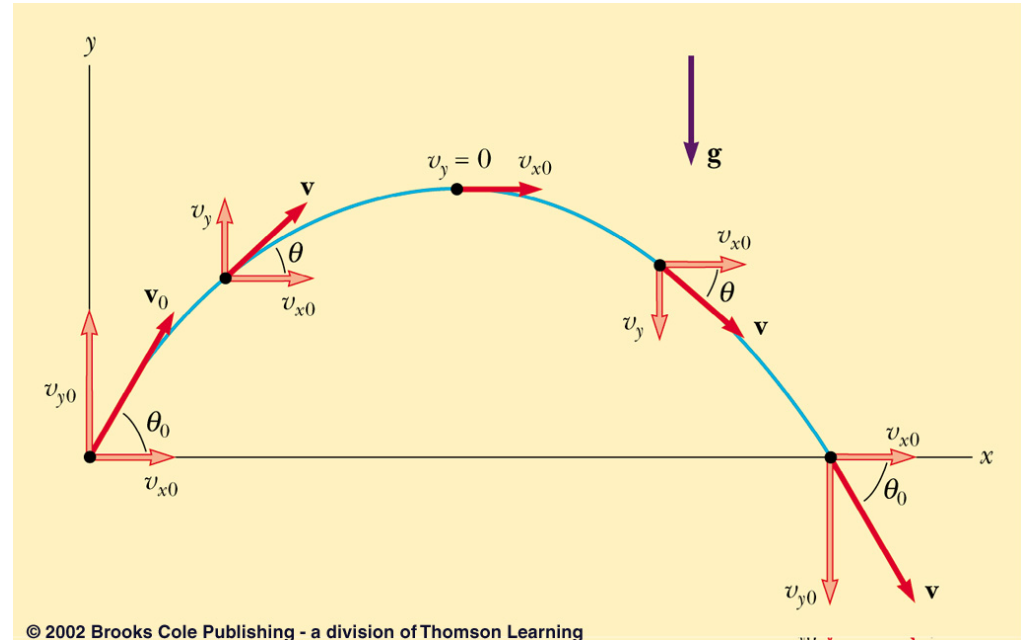
- **Arah x**

- $a_x = 0$

- $v_{x0} = v_o \cos\theta_o = v_x = \text{konstan}$

- $x = v_{x0}t$

- Persamaan ini adalah persamaan hanya dalam arah x karena dalam arah ini gerakanya adalah GLB.



© 2002 Brooks Cole Publishing - a division of Thomson Learning

# Aturan Lebih Rinci:

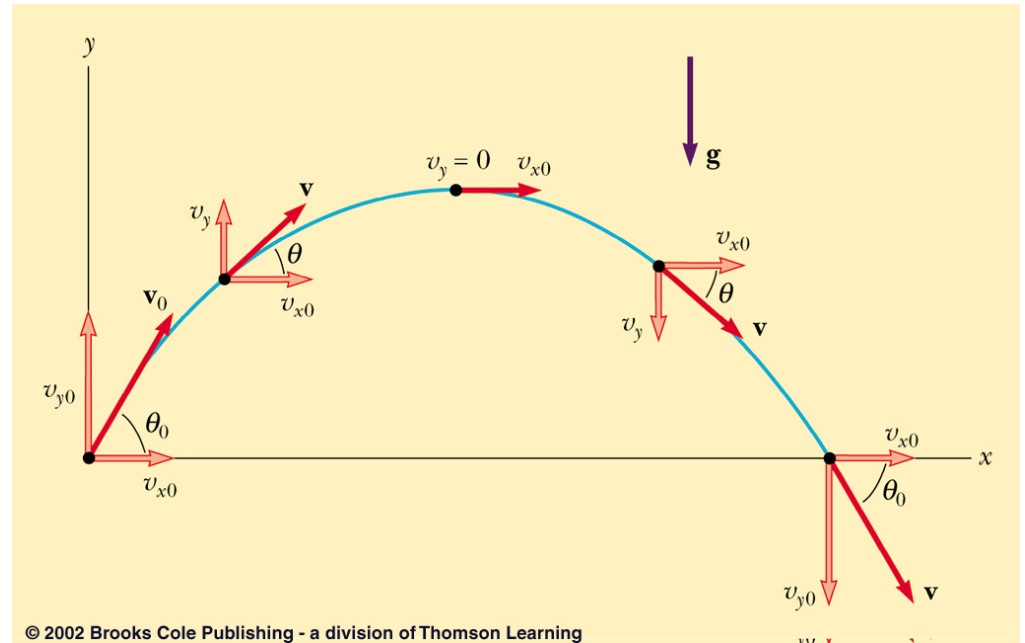
- Arah y

- $v_{y0} = v_0 \sin\theta_0$

- Ambil arah positif ke atas

- Selanjutnya: Problem jatuh bebas

- Gerak dengan percepatan konstan, persamaan gerak telah diberikan di awal



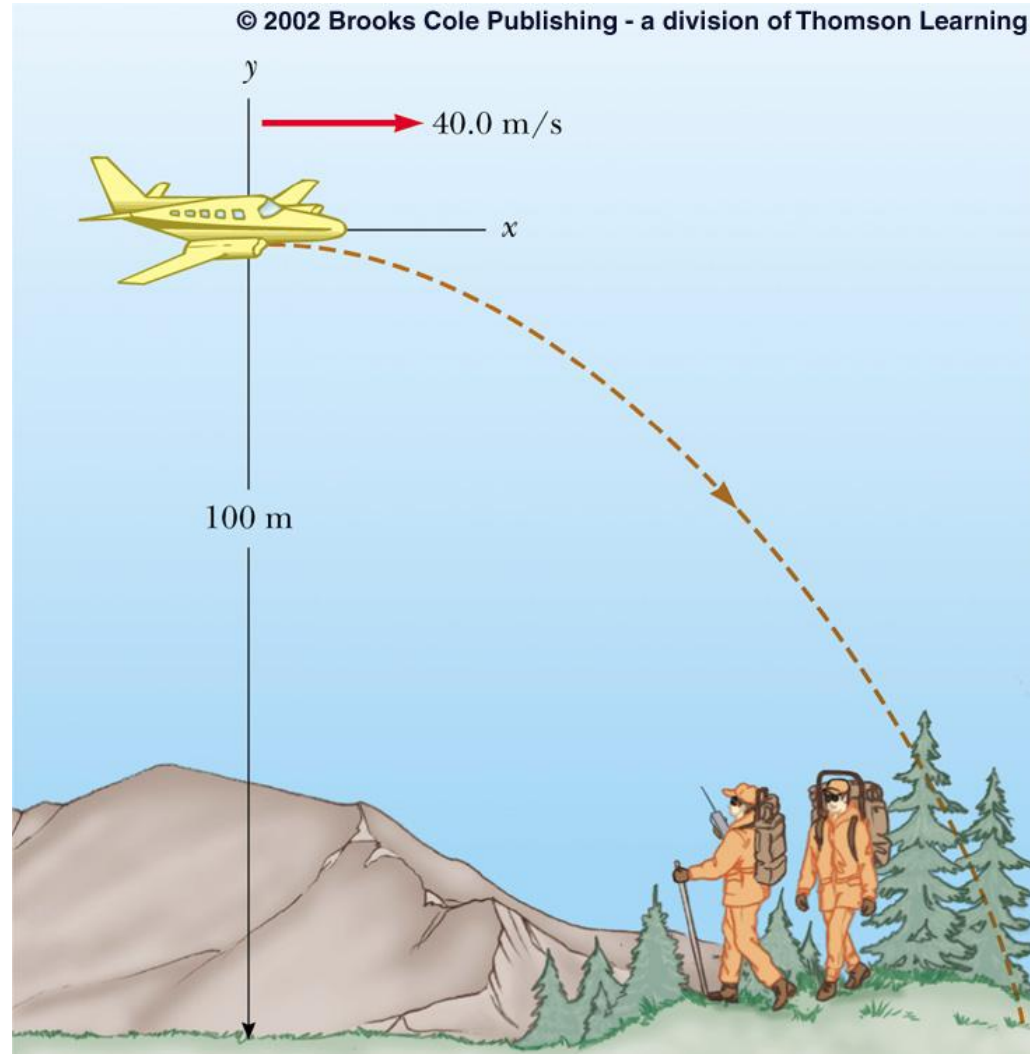
# Kecepatan dari Peluru (benda)

- Kecepatan peluru (benda) pada setiap titik dari gerakannya adalah penjumlahan vektor dari komponen x dan y pada titik-titik tersebut

$$v = \sqrt{v_x^2 + v_y^2} \quad \text{and} \quad \theta = \tan^{-1} \frac{v_y}{v_x}$$

# Contoh Gerak Peluru:

- Sebuah benda dapat ditembakkan secara horizontal
- Kecepatan awal semuanya pada arah  $x$ 
  - $v_o = v_x$  dan  $v_y = 0$
- Semua aturan tentang gerak peluru dapat diterapkan



# Gerak Peluru tidak Simetri

- Mengikuti aturan gerak peluru
- Pecah gerak arah  $y$  menjadi
  - Atas dan bawah
  - simetri (kembali ke ketinggian yang sama) dan sisa ketinggian

