

Materi Kuliah  
Fisika Mekanika

# Hukum Newton tentang Gerak

Dosen :  
**Tri Surawan, M.Si**

**Fakultas Teknik**  
**Universitas Jayabaya**

# Gaya dan Interaksi

- **Gaya** merupakan suatu besaran yang menyebabkan perubahan keadaan benda, misalnya perubahan bentuk, kecepatan, dan arah gerak benda.
  - Contoh :
    - Ketika seseorang mendorong mobil yang mogok artinya orang tersebut memberikan gaya pada mobil itu.
- Gaya dapat bekerja terhadap benda melalui dua mekanisme interaksi yaitu **interaksi langsung** dan **tidak langsung**.
  - Contoh interaksi langsung adalah gaya tarik dan gaya dorong.
  - Contoh interaksi tidak langsung adalah gaya gravitasi.
- Gaya **memiliki nilai dan arah**, sehingga gaya merupakan **besaran vektor**.
- Gaya disimbolkan dengan huruf **F**.
- Satuan Gaya menurut SI adalah **Newton (N)**.
- Untuk mengukur kekuatan gaya, dapat dilakukan dengan menggunakan **Neraca Pegas**.

# Hukum I Newton

- Hukum I Newton menyatakan bahwa:
  - *Setiap benda tetap berada dalam keadaan diam atau bergerak dengan laju tetap, kecuali jika diberi gaya total yang tidak nol.*
- Kecenderungan sebuah benda untuk mempertahankan keadaan diam atau gerak tetapnya disebut *inersia (kelembaman)*.
  - Sehingga, Hukum I Newton sering disebut juga **Hukum Inersia**.
- Hukum I Newton dapat dirumuskan :

$$\sum F = 0$$

- Artinya, jika resultan gaya yang bekerja pada benda nol maka benda dapat mempertahankan diri.

# Contoh soal

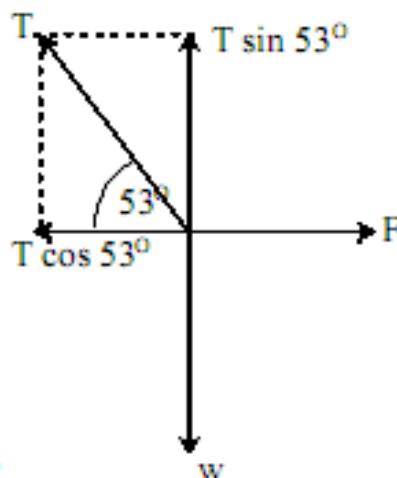
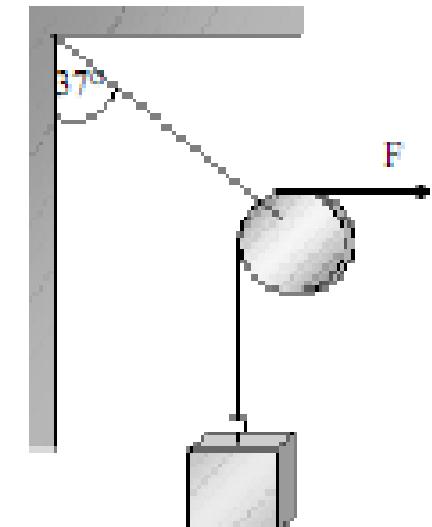
Sebuah benda bermassa 40 kg ditarik melalui katrol sehingga memiliki posisi seperti gambar di samping. Jika sistem itu diam maka berapakah gaya  $F$ ! ( $g = 10 \text{ m/s}^2$ )

## Penyelesaian

Benda yang bermassa 40 kg memiliki berat.

$$w = m g = 40 \cdot 10 = 400 \text{ N}$$

Karena sistem diam berarti berlaku hukum I Newton.



Pada Sumbu Y:

$$\sum F_y = 0$$

$$T \sin 53^\circ - w = 0$$

$$T \cdot 0,8 - 400 = 0 \text{ berarti } T = 500 \text{ N}$$

Pada Sumbu X:

$$\sum F_x = 0$$

$$F - T \cos 53^\circ = 0$$

$$F - 500 \cdot 0,6 = 0$$

$$F = 300 \text{ N}$$

# Hukum II Newton

- Hukum Newton II menyatakan bahwa :
  - *Percepatan sebuah benda berbanding lurus dengan gaya total yang bekerja padanya dan berbanding terbalik dengan massanya. Arah percepatan sama dengan arah gaya total yang bekerja padanya.*
- Secara matematis Hukum II Newton dirumuskan dalam persamaan :

$$\mathbf{a} = \frac{\sum \mathbf{F}}{m} \quad \text{atau} \quad \sum \mathbf{F} = \mathbf{m} \mathbf{a}$$

Dimana :

$a$  = percepatan ( $m/s^2$ )

$m$  = massa benda (kg)

$\sum F$  = resultan gaya (N)

- Menurut SI, satuan Gaya adalah **Newton (N)**.
  - *Satu Newton adalah gaya yang diperlukan untuk memberikan percepatan sebesar  $1 m/s^2$  kepada massa  $1 kg$ .*

$$1 \text{ N} = 1 \text{ kg} \cdot \text{m/s}^2$$

# Contoh soal

Sebuah gaya  $F$  dikerjakan pada sebuah benda bermassa  $m_1$ , menghasilkan percepatan  $10 \text{ m/s}^2$ . Jika gaya tersebut dikerjakan pada benda kedua dengan massa  $m_2$ , percepatan yang dihasilkan  $15 \text{ m/s}^2$ .

Tentukan:

- perbandingan  $m_1$  dan  $m_2$
- percepatan yang dihasilkan gaya  $F$ , apabila  $m_1$  dan  $m_2$  digabung!

Penyelesaian :

a. Pada benda I      Pada benda II      Perbandingan  $m_1$  dan  $m_2$  :

$$\begin{aligned} m_1 &= \frac{F_1}{a_1} & m_2 &= \frac{F_2}{a_2} & m_1 : m_2 &= \frac{F}{10} : \frac{F}{15} \\ &= \frac{F}{10 \text{ m/s}^2} & &= \frac{F}{15 \text{ m/s}^2} & &= \frac{1}{10} : \frac{1}{15} \\ & & & & &= 3 : 2 \end{aligned}$$

b. Apabila massa digabung, maka:

$$\begin{aligned} m &= m_1 + m_2 \\ &= \frac{F}{10} + \frac{F}{15} \\ &= \frac{5F}{30} = \frac{F}{6} \end{aligned}$$

Percepatan yang dihasilkan adalah:

$$a = \frac{F}{m} = \frac{F}{\frac{F}{6}} = 6 \text{ m/s}^2$$

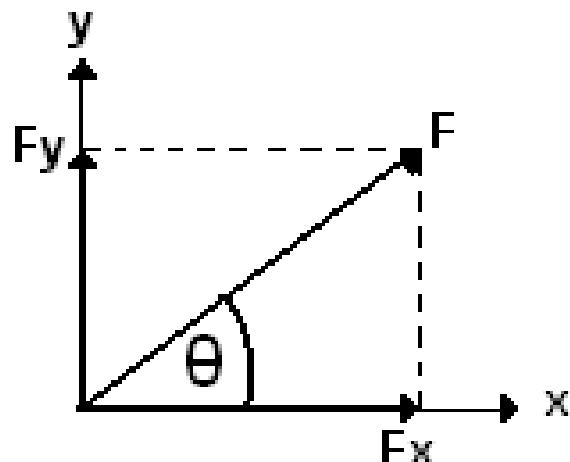
# Hukum II Newton

- Dalam sistem koordinat Kartesian, gaya dapat bekerja pada arah x, y, dan z.
- Secara umum, berdasarkan arah kerja gaya, Hukum II Newton adalah:

$$\sum \vec{F}_x = m a_x = m \frac{d\vec{v}_x(t)}{dt} \hat{i}$$

$$\sum \vec{F}_y = m a_y = m \frac{d\vec{v}_y(t)}{dt} \hat{j}$$

$$\sum \vec{F}_z = m a_z = m \frac{d\vec{v}_z(t)}{dt} \hat{k}$$



Gaya pada arah x :

$$F_x = F \cos \theta$$

Gaya pada arah y :

$$F_y = F \sin \theta$$

# Hukum III Newton

- Hukum III Newton menyatakan bahwa :
  - *Ketika suatu benda pertama memberikan gaya pada benda kedua, benda kedua tersebut memberikan gaya yang sama besar tetapi berlawanan arah terhadap benda pertama.*
- Hukum III Newton ini disebut juga sebagai **Hukum aksi-reaksi**, artinya *“untuk setiap aksi ada reaksi yang sama dan berlawanan arah”*.
- Secara matematis dapat dirumuskan sebagai berikut :

$$\mathbf{F}_{\text{aksi}} = -\mathbf{F}_{\text{reaksi}}$$

- Dua gaya aksi-reaksi memiliki sifat-sifat sebagai berikut :
  - sama besar
  - berlawanan arah
  - terjadi pada dua benda yang saling berinteraksi

# Contoh soal

Sebuah mobil bermassa 0,5 ton melaju dengan kecepatan 72 km/jam di atas jalan datar. Berapa gaya hambat yang dapat menghentikan mobil setelah menempuh jarak 1000 m?

## Penyelesaian:

Diketahui :

$$v_0 = 72 \text{ km/jam} = 20 \text{ m/s}$$

$$v_t = 0$$

$$s = \text{jarak } PQ = 1000 \text{ m}$$

$$v_0 = 72 \text{ km/jam}$$



P

$$v_t = 0 \text{ km/jam}$$



Q

Sehingga, percepatan a diperoleh:

$$v_t^2 = v_0^2 + 2.a.s$$

$$0 = (20 \text{ m/s})^2 + 2.a (1.000 \text{ m})$$

Jadi :

$$a = -0,2 \text{ m/s}^2$$

(tanda - menunjukkan perlambatan)

Massa mobil  $m = 0,5 \text{ ton} = 500 \text{ kg}$ ,  
sehingga gaya hambat:

$$F = m \cdot a$$

$$= 500 \text{ kg} \times 0,2 \text{ m/s}^2$$

$$= 100 \text{ N}$$

# Gaya Berat, Gaya Normal dan Gaya Gesek

- **Gaya Berat** adalah gaya gravitasi bumi yang dirasakan oleh benda-benda di sekitar bumi.
- Gaya Berat disimbolkan dengan **w** dan satuannya **Newton**.
- Setiap ada dua benda yang bersentuhan akan timbul gaya yang di namakan **Gaya Kontak**.
  - Gaya kontak yang tegak lurus bidang sentuh dinamakan **gaya normal**.
  - Gaya kontak yang sejajar bidang sentuh di namakan **gaya gesek**.

# Gaya Berat

- **Gaya Berat** suatu benda merupakan hasil kali massa m dengan percepatan gravitasi g.
- **Arah gaya berat selalu tegak lurus ke bawah.**
- Secara matematis dapat dirumuskan :

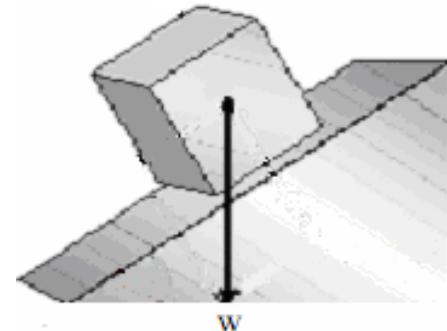
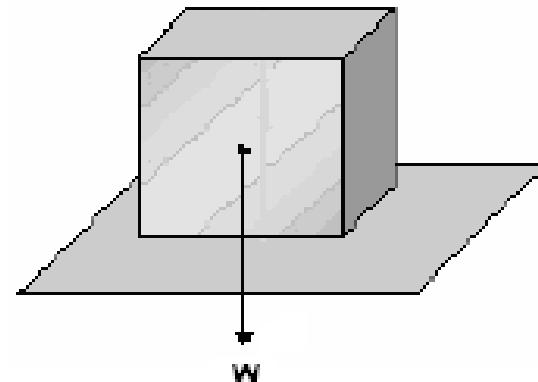
$$w = m g$$

Dimana :

$w$  = gaya berat (N)

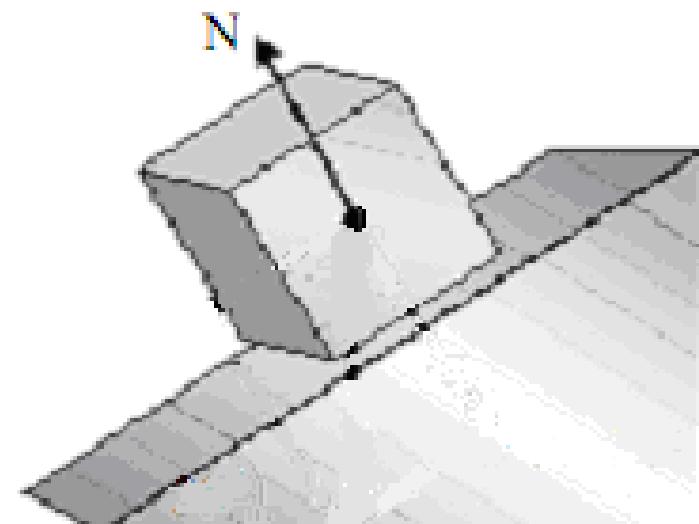
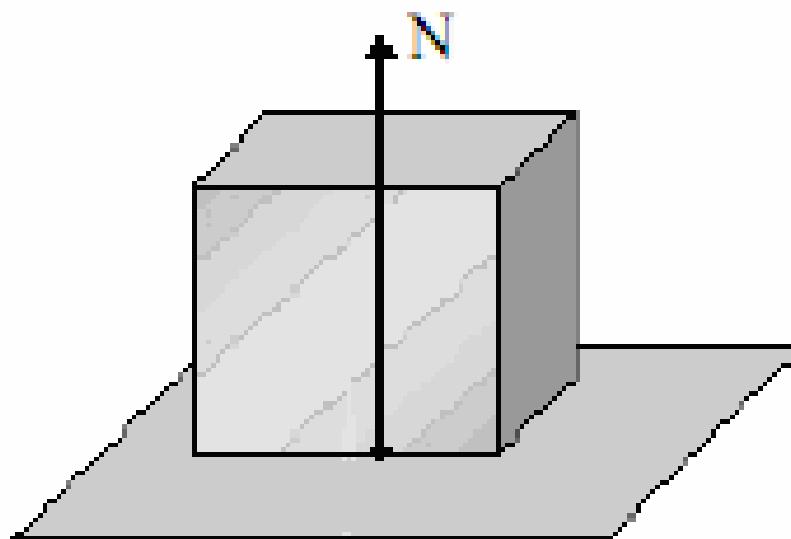
$m$  = massa benda (kg)

$g$  = percepatan gravitasi ( $m/s^2$  )



# Gaya Normal

- **Gaya Normal** adalah Gaya kontak yang arahnya tegak lurus dengan bidang sentuh.



# Contoh soal

Sebuah balok bermassa 5 kg. Jika percepatan gravitasi ( g ) = 10 m/s<sup>2</sup> maka tentukan:

- Beratnya.
- Gaya normal jika balok diletakkan di atas bidang datar,
- Gaya normal yang bekerja pada balok jika diam di atas bidang miring yang membentuk sudut 30° terhadap horisontal.

**Penyelesaian :**

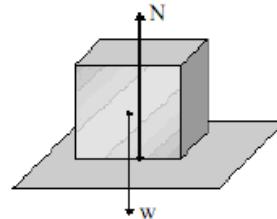
$$m = 5 \text{ kg}$$

$$g = 10 \text{ m/s}^2$$

a. Berat balok adalah :

$$w = m g = 5 \cdot 10 = 50 \text{ N}$$

b. Perhatikan Gambar berikut ini.



Karena balok tidak bergerak berarti berlaku Hukum I Newton:

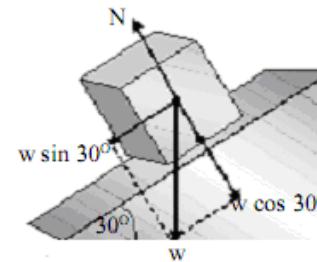
$$\Sigma F = 0$$

$$N - w = 0$$

$$N = w = 50 \text{ N}$$

Berarti Gaya Normal (N) = 50 Newton

c. Perhatikan Gambar berikut ini.



Gaya-gaya pada balok dapat di lihat pada gambar tersebut. Balok dalam keadaan diam pada arah tegak lurus bidang berarti berlaku :

$$\begin{aligned}\Sigma F &= 0 \\ N - w \cos 30^\circ &= 0\end{aligned}$$

$$\begin{aligned}N &= w \cdot \cos 30^\circ \\ &= 50 \cdot 0,87 \\ &= 43,5 \text{ N}\end{aligned}$$

Berarti Gaya Normal (N) = 43,5 Newton

# Gaya Gesek

- **Gaya Gesek** merupakan gaya kontak yang sejajar bidang sentuh.
  - Pada gerak translasi arah gaya ini akan berlawanan dengan arah gerak benda.
- Gaya gesek dapat dibagi menjadi dua, yaitu :
  - Untuk keadaan benda yang diam dinamakan *gaya gesek statis* (  $f_s$  ).
    - Gaya gesek statis maksimum sebanding dengan gaya normal N dan koefisien gesek statis  $\mu_s$ .

$$f_{s \max} = \mu_s N \quad (\mu_s = \text{koefisien gesek statis})$$

- Untuk keadaan benda yang bergerak dinamakan *gaya gesek kinetik* (  $f_k$  ).
  - Besar gaya gesek kinetik sebanding dengan gaya normal N dan koefisien gesek kinetik (  $\mu_k$  ).

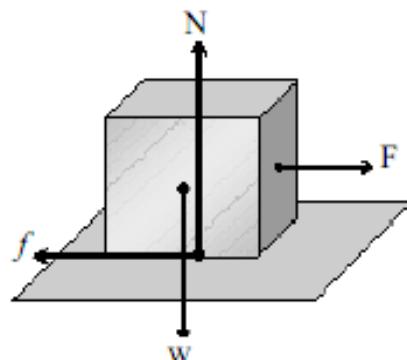
$$f_k = \mu_k N \quad (\mu_k = \text{koefisien gesek kinetik})$$

- Gaya gesek kinetik akan terjadi bila *gaya gesek statis maksimum sudah terlewati*.

## Contoh soal

Sebuah balok bermassa 20 kg berada di atas lantai mendatar yang kasar dengan koefisien gesek  $\mu_s = 0,6$  dan  $\mu_k = 0,3$ . Kemudian balok ditarik gaya sebesar  $F$  mendatar. Percepatan gravitasi ( $g$ ) = 10 m/s<sup>2</sup>. Tentukan gaya gesek yang dirasakan balok dan percepatan balok jika :

- a.  $F = 100 \text{ N}$
- b.  $F = 140 \text{ N}$



### Penyelesaian :

Diketahui :

$$\begin{aligned}m &= 20 \text{ kg}; & g &= 10 \text{ m/s}^2 \\ \mu_s &= 0,6; & \mu_k &= 0,3 \\ F_1 &= 100 \text{ N}; & F_2 &= 140 \text{ N}\end{aligned}$$

Gaya normal ( $N$ ) adalah :

$$N = w = m g = 200 \text{ N}$$

Pengaruh gaya  $F$  dapat diketahui dengan menghitung dulu  $f_s \text{ max}$ .

$$\begin{aligned}f_{s \text{ max}} &= \mu_s \cdot N \\ &= 0,6 \cdot 200 = 120 \text{ N}\end{aligned}$$

- a.  $F = 100 \text{ N}$

$F < f_{s \text{ max}}$  berarti balok diam. Berarti gaya geseknya adalah gaya gesek statis. Sesuai Hukum I Newton ( $\Sigma F = 0$ ) maka diperoleh:

$$f_s = F = 100 \text{ N}$$

$a = 0 \rightarrow$  karena balok diam.

- b.  $F = 140 \text{ N}$

$F > f_{s \text{ max}}$  berarti balok bergerak.

Gaya geseknya adalah gaya gesek kinetik, yaitu :

$$f_k = \mu_k \cdot N = 0,3 \cdot 200 = 60 \text{ N}$$

Percepatan balok ditentukan dengan Hukum II Newton sebagai berikut :

$$\begin{aligned}\Sigma F &= m a \\ F - f_k &= m \cdot a \\ 140 - 60 &= 20 \cdot a \\ a &= 4 \text{ m/s}^2\end{aligned}$$

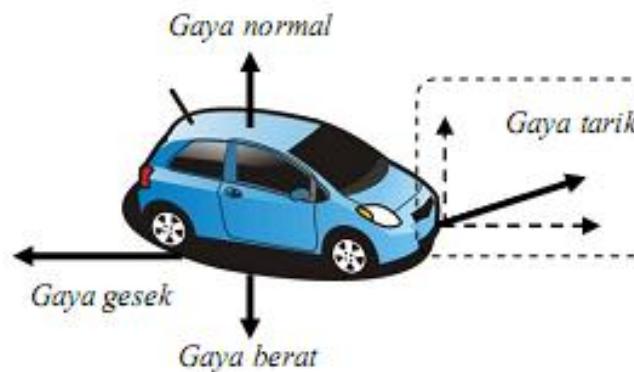
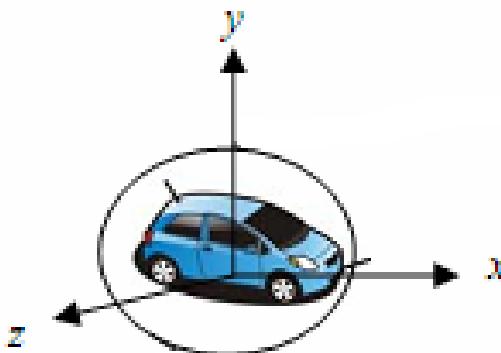
# Diagram Bebas Gaya

- Metode pembuatan diagram gaya dan penguraian gaya sering disebut dengan **diagram bebas gaya** pada benda.
- Metode tersebut memudahkan kita untuk memvisualisasikan sistem dimana terdapat **beberapa gaya** yang bekerja pada sistem tersebut.
- Untuk memudahkan identifikasi gaya-gaya yang bekerja pada benda, kita buat **sistem koordinat Kartesian**.
- Koordinat ini digunakan sebagai pemandu apabila terdapat banyak gaya yang arahnya bermacam-macam yang bekerja pada suatu sistem.

# Contoh kasus

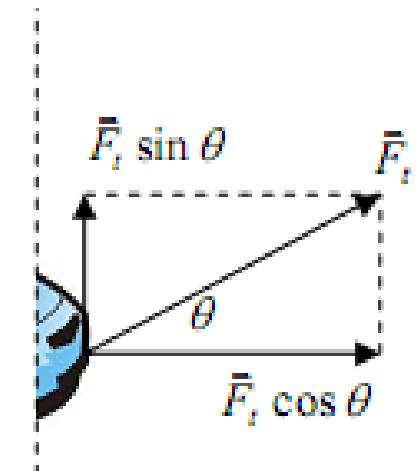


seorang anak kecil menarik mobil mainannya dengan sebuah tali.



Benda diproyeksikan pada koordinat kartesian menurut sumbu X, sumbu Y, Sumbu Z

Semua gaya yang terlibat pada benda digambarkan sesuai dengan arahnya.



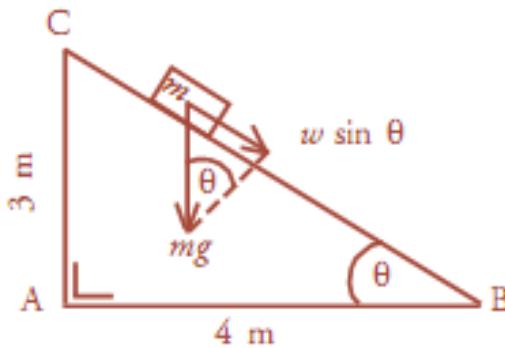
Gaya tarik diuraikan sesuai dengan komponen X dan komponen Y

# Contoh soal

Sebuah benda dengan massa 300 kg berada pada suatu bidang miring, seperti yang terlihat pada gambar di samping. Jika gaya gesek diabaikan, tentukan besar gaya yang menyebabkan benda bergerak ke bawah! ( $g = 9,8 \text{ m/s}^2$ )

Penyelesaian:

Gaya-gaya yang bekerja pada sistem tersebut digambarkan sebagai berikut :



Berdasarkan teorema Pythagoras:

$$\begin{aligned}(BC)^2 &= (AC)^2 + (AB)^2 \\ &= (3 \text{ m})^2 + (4 \text{ m})^2 \\ &= 25 \text{ m}^2\end{aligned}$$

Jadi :

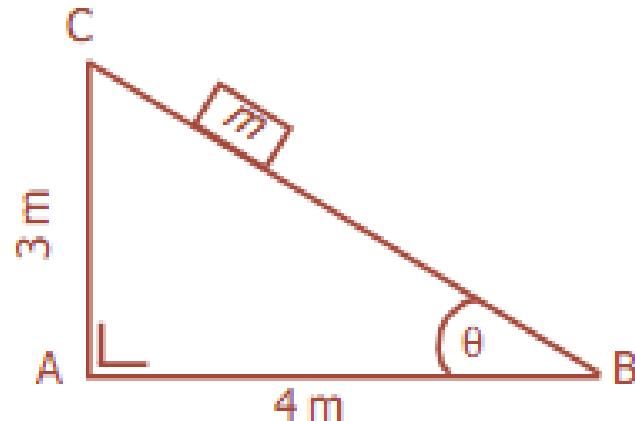
$$BC = 5 \text{ m}$$

Maka :

$$\sin \theta = \frac{AC}{BC} = \frac{3 \text{ m}}{5 \text{ m}} = 0,6$$

Benda bergerak ke bawah karena adanya gaya berat ( $w = m.g$ ) pada bidang miring BC, yaitu  $w \sin \theta$ , yang dinyatakan:

$$w \sin \theta = m.g. \sin \theta = (300 \text{ kg})(9,8 \text{ m/s}^2)(0,6) = 1764 \text{ N}$$



Terima Kasih