

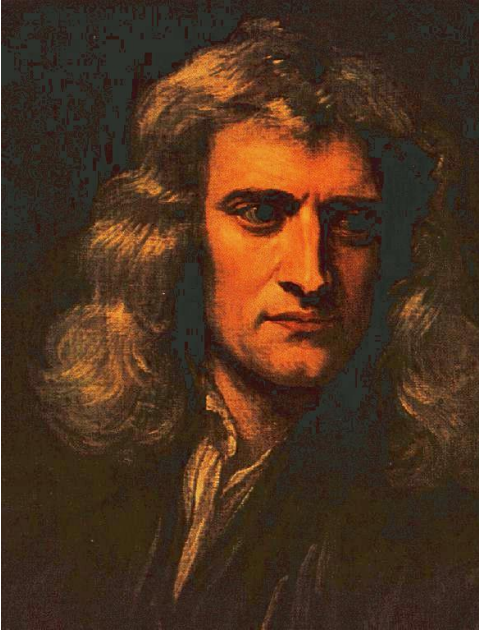
Hukum Newton

Aplikasi Hukum Newton

- Hukum pertama Newton
- Hukum kedua Newton
- Hukum ketiga Newton
- Gaya gesekan
- Aplikasi dari Hukum Newton
- Gerakan Melingkar



Karya Isaac Newton merupakan salah satu kontribusi terbesar bagi ilmu pengetahuan yang pernah dibuat oleh seorang individu.

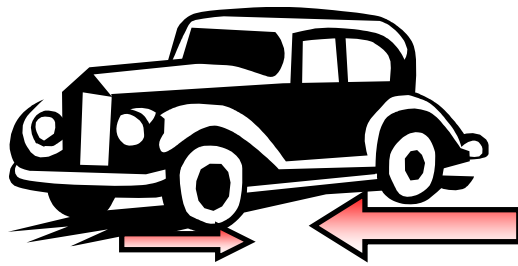


Gaya adalah vektor
Satuan Gaya dalam S.I.:

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

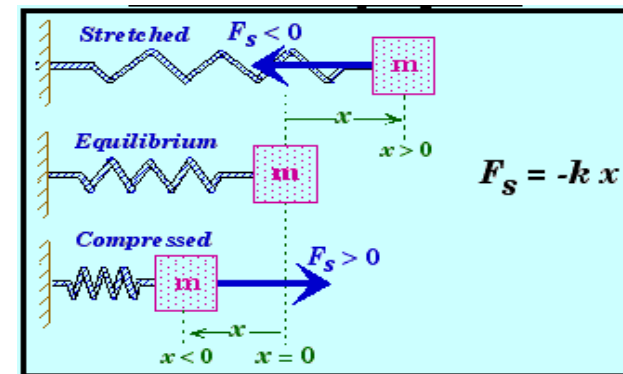
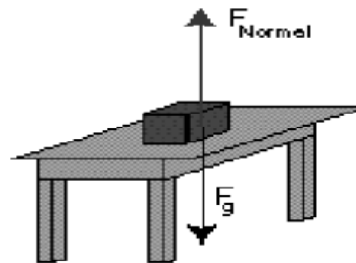
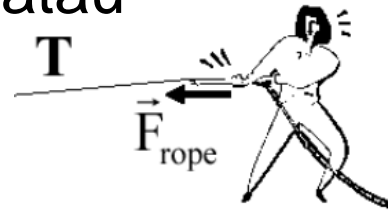
Hukum Newton

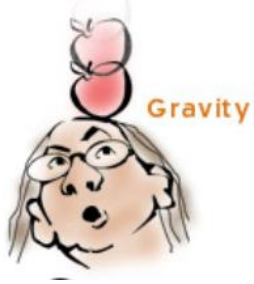
- I. Jika tidak ada **Gaya** bersih yang bekerja pada benda, maka kecepatan benda tidak dapat berubah.
- II. **Gaya** bersih pada suatu benda sama dengan produk massa dan percepatan benda.
- III. Ketika dua benda berinteraksi, **Gaya** pada benda dari satu sama lain selalu sama besarnya dan berlawanan arah.



Gaya

- Ukuran interaksi antara **dua objek**
- Kuantitas vektor: memiliki **besar** dan **arah**
- Mungkin **gaya kontak** atau **gaya medan**
- Gaya:
 - Gaya Gravitasi
 - Gaya Gesekan
 - Gaya Tegang
 - Gaya Normal
 - Gaya pegas





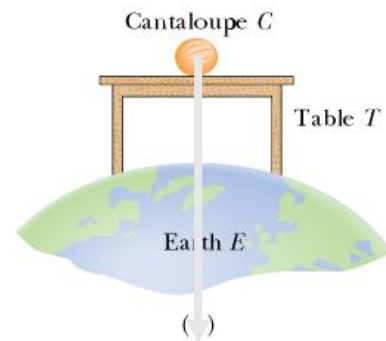
Gaya Gravitasi: mg

- Gaya gravitasi adalah vektor
- Besarnya gaya gravitasi yang bekerja pada massa objek m di dekat permukaan bumi disebut berat benda

$$F_g = G \frac{mM}{R^2}$$

$$w = mg$$

- Arah: vertikal ke bawah



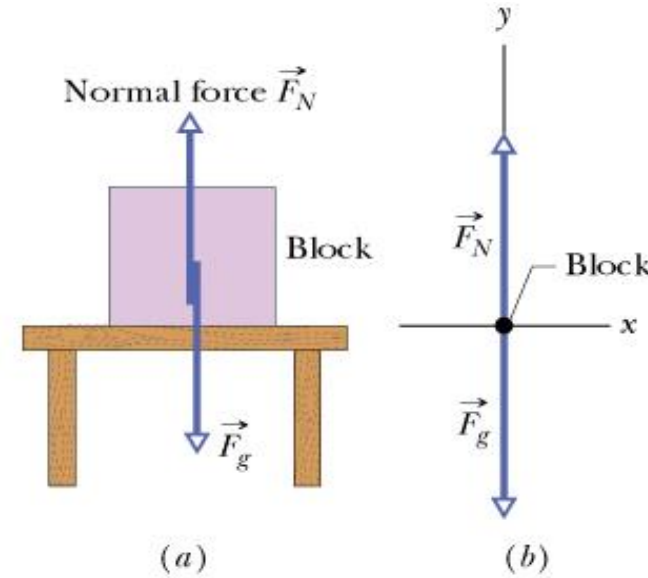
m : Massa

$$g = 9.8 \text{ m/s}^2$$



Gaya Normal N

- Gaya dari permukaan padat yang membuat objek tidak jatuh melaluinya
- Arah: selalu **tegak lurus terhadap permukaan**
- Besarnya: tidak selalu mg



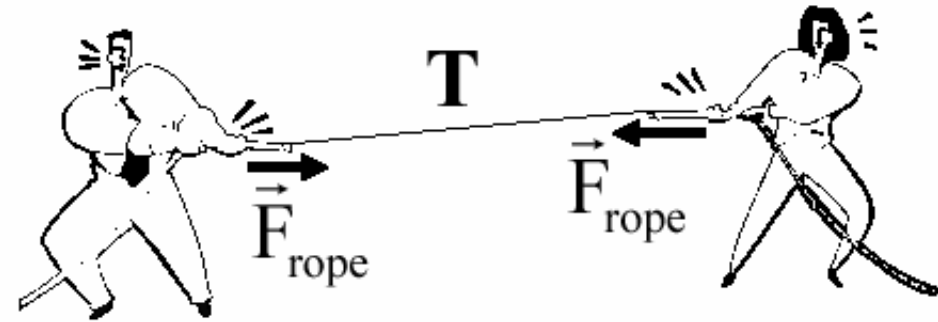
$$N - F_g = ma_y$$

$$N - mg = ma_y$$

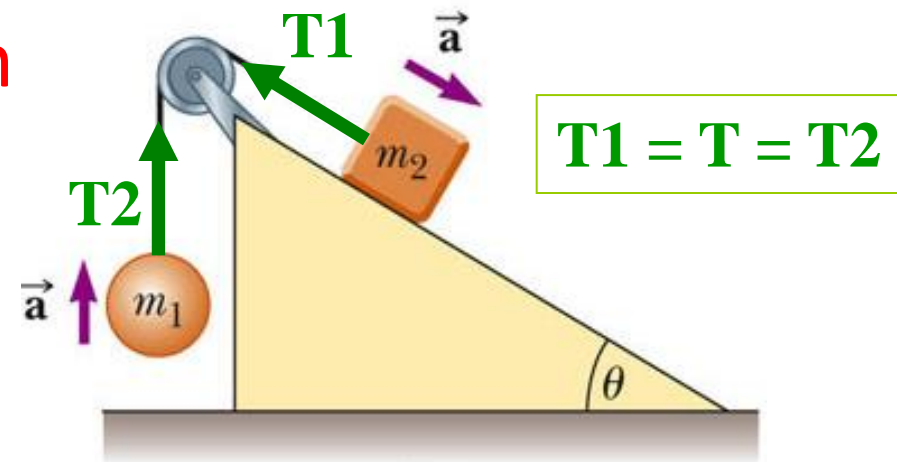
$$N = mg$$

Gaya Tegang: T

- Tali kencang mengarahkan kekuatan pada apa pun yang memegang ujungnya
- Arah: **selalu sepanjang kabel (tali, kabel, string)** dan menjauh dari objek
- Besarnya: tergantung pada situasi

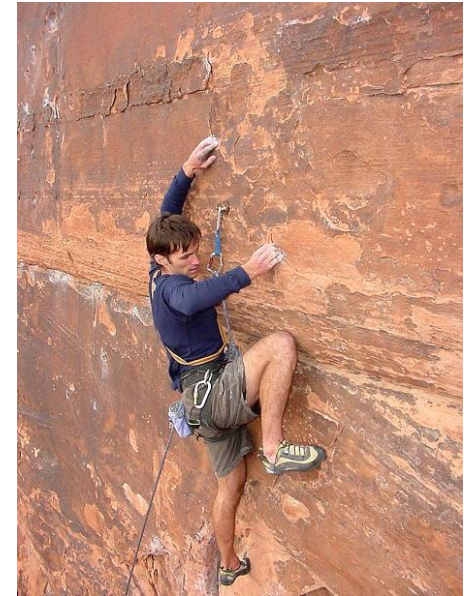


$$|\vec{F}_{\text{on A}}| = T = |\vec{F}_{\text{on B}}|$$



Gaya Gesek: f

- Ketika suatu objek bergerak di permukaan atau melalui media kental, akan ada resistensi terhadap gerakan. Resistensi ini disebut gaya gesek.
- Hal ini disebabkan oleh interaksi antara objek dan lingkungannya.
- Fokus pada dua jenis gaya gesek
- Gaya gesek statis: f_s
- Gaya gesek kinetik: f_k
- Arah: berlawanan dengan arah gerak
 - Jika bergerak: berlawanan arah dengan kecepatan
 - Jika stasioner, dalam arah jumlah vektor dari gaya lainnya



Gaya Gesek: *Besarnya*

- Besarnya: Gesekan sebanding dengan gaya normal
 - Gesek statis: $F_f = F \leq \mu_s N$
 - Gesek Kinetik: $F_f = \mu_k N$
 - μ adalah koefisien gesek
- Koefisien gesek hampir independen dari area kontak (mengapa?)

TABLE 5.1

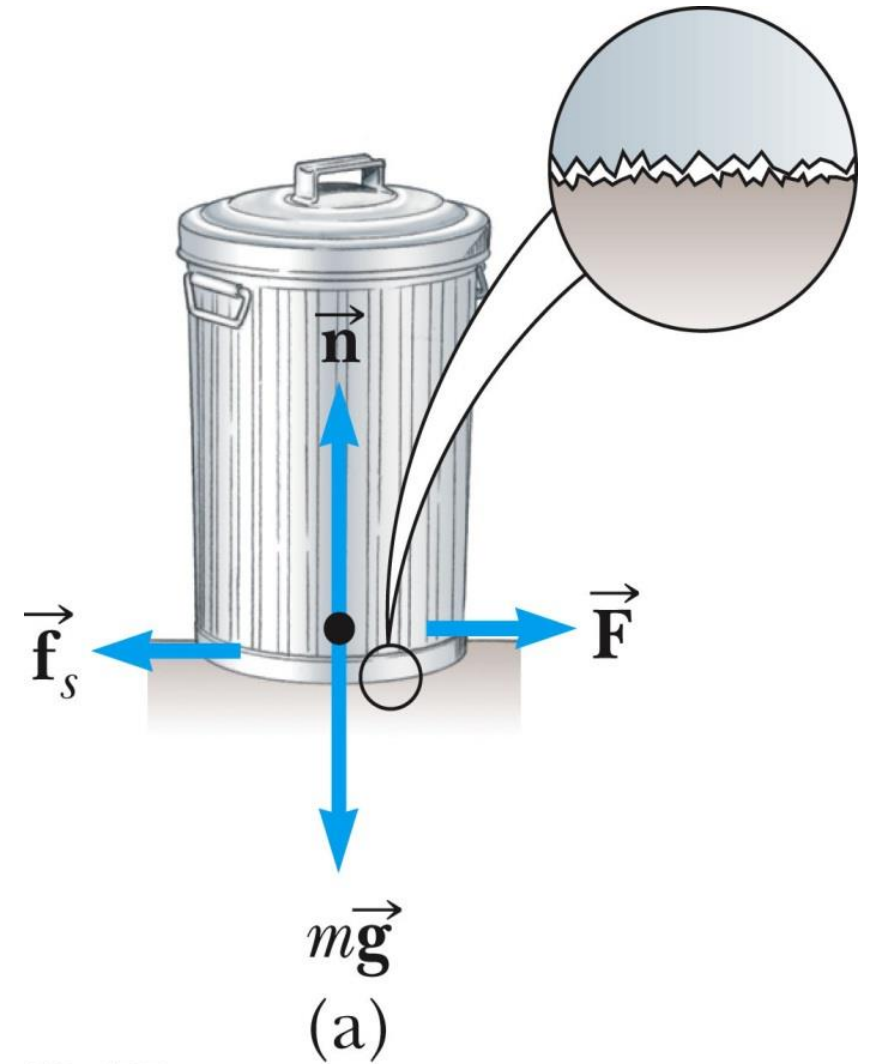
Coefficients of Friction

	μ_s	μ_k
Rubber on concrete	1.0	0.8
Steel on steel	0.74	0.57
Aluminum on steel	0.61	0.47
Glass on glass	0.94	0.4
Copper on steel	0.53	0.36
Wood on wood	0.25–0.5	0.2
Waxed wood on wet snow	0.14	0.1
Waxed wood on dry snow	—	0.04
Metal on metal (lubricated)	0.15	0.06
Teflon on Teflon	0.04	0.04
Ice on ice	0.1	0.03
Synovial joints in humans	0.01	0.003

Note: All values are approximate. In some cases, the coefficient of friction can exceed 1.0.

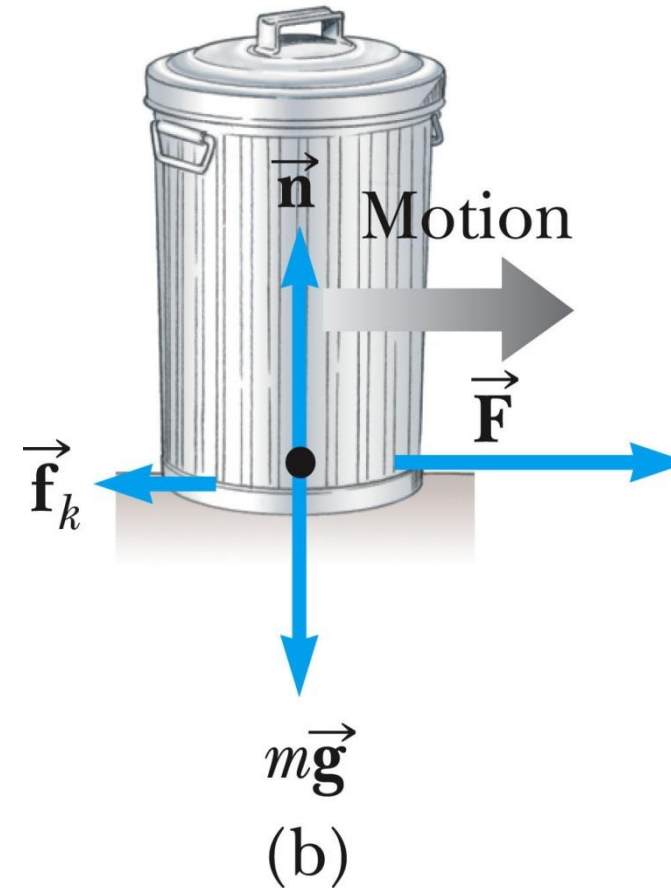
Gesek Statis

- Gesekan statis bertindak untuk menjaga objek agar tidak bergerak
- Jika \vec{F} meningkat, begitu juga \vec{f}_s
- Jika \vec{F} berkurang, begitu juga \vec{f}_s
- $f_s \leq \mu_s N$
 - Ingat, kesetaraan berlaku ketika permukaan berada di ambang tergelincir.



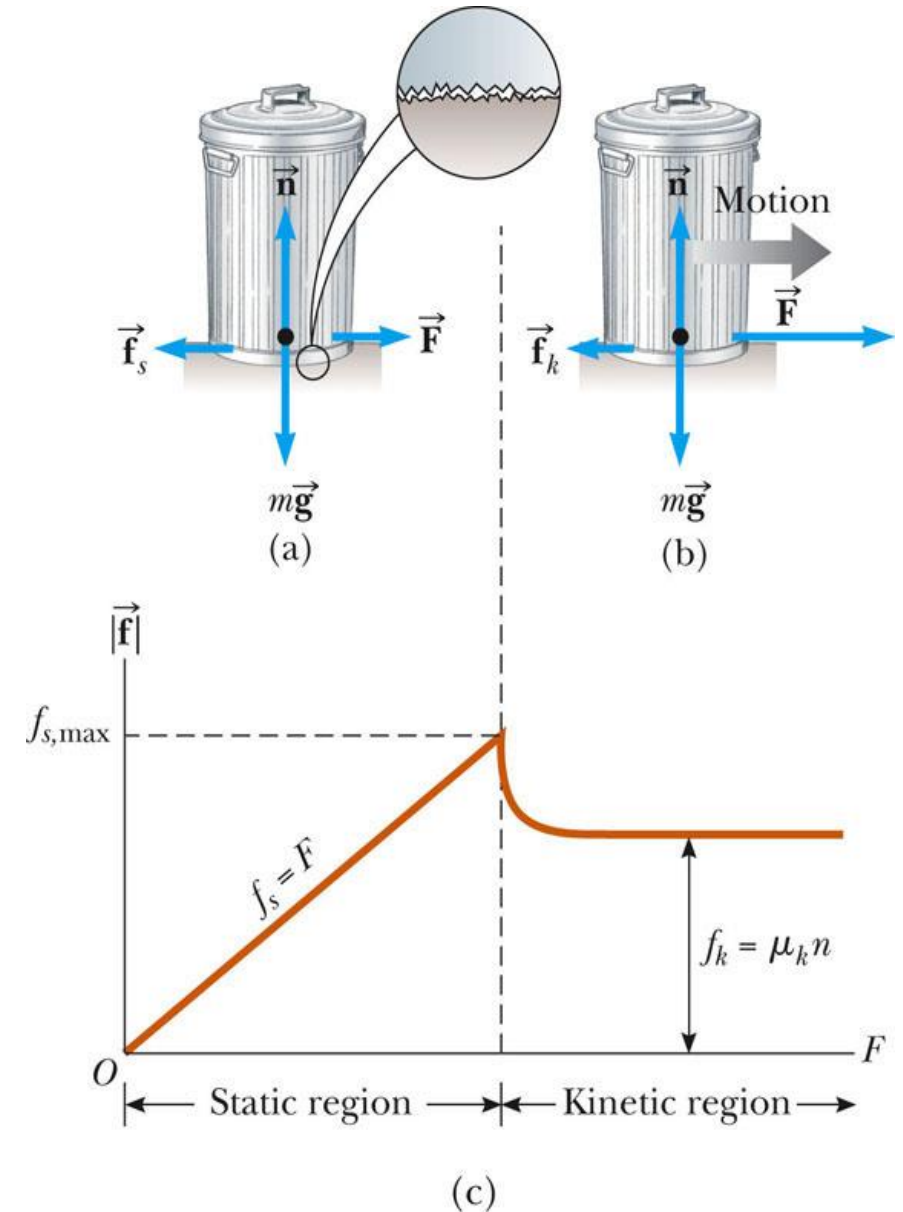
Gesek kinetik

- Gaya gesek kinetic berlaku Ketika objek tersebut bergerak
- Meskipun μ_k dapat bervariasi dengan kecepatan, varias tersebut akan diabaikan.
- $f_k = \mu_k N$



Eksplorasi Gaya Gesek

- Variasikan gaya yang diterapkan
- Perhatikan nilai gaya gesek
 - Bandingkan nilainya
- Perhatikan apa yang terjadi ketika kaleng mulai bergerak



Petunjuk untuk Pemecahan Masalah

- **Baca** masalah dengan hati-hati setidaknya sekali
- **Gambarkan** sistem, identifikasi objek yang difokuskan, dan indikasikan gaya dengan panah
- **Beri label** setiap Gaya dalam gambar secara intuitif (misalnya, T untuk ketegangan)
- **Gambar** diagram benda bebas dari objek yang diinginkan, berdasarkan gambar berlabel. Jika objek tambahan terlibat, gambar diagram benda bebas terpisah untuk objek tambahan tersebut.
- **Pilih sistem koordinat yang cocok untuk setiap objek**
- **Terapkan hukum kedua Newton.** Komponen x dan y dari hukum kedua Newton harus diambil dari persamaan vektor dan ditulis secara individual. Hal ini sering menghasilkan dua persamaan dan dua yang tidak diketahui.
- **Selesaikan** untuk jumlah yang tidak diketahui yang diinginkan, dan substitusikan nilainya

$$F_{net,x} = ma_x$$

$$F_{net,y} = ma_y$$

Objek dalam Keseimbangan

- Objek yang beristirahat atau bergerak dengan kecepatan konstan dikatakan berada dalam **keseimbangan**.
- Percepatan suatu objek dapat dimodelkan sebagai nol:

$$\vec{a} = 0$$

- Secara matematis, gaya bersih yang bekerja pada objek adalah nol.

$$\sum \vec{F} = 0$$

- Setara dengan kumpulan persamaan komponen yang diberikan oleh

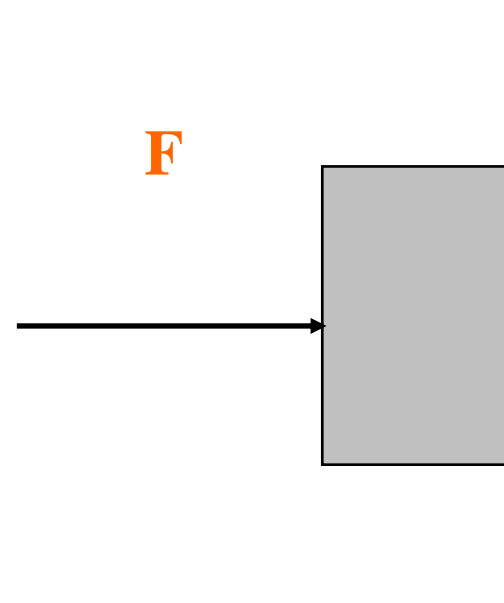
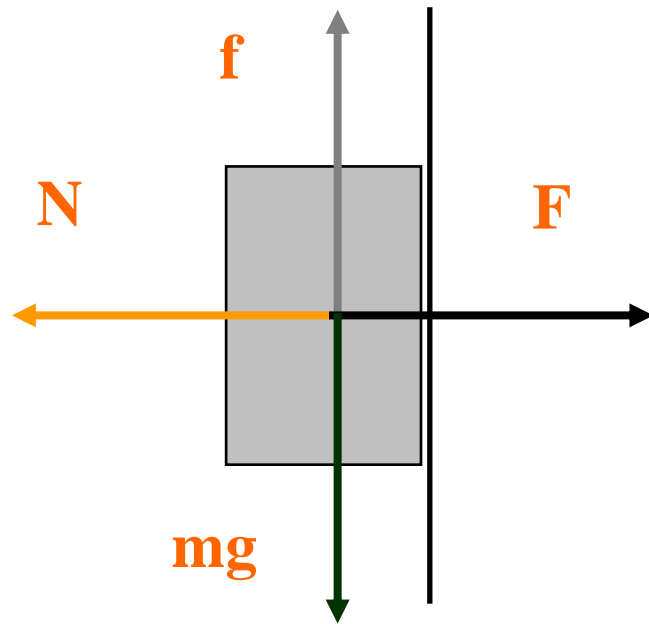
$$\sum F_x = 0$$

$$\sum F_y = 0$$

-

Keseimbangan, Contoh 1

- Berapa nilai terkecil dari Gaya F sehingga blok 2,0 kg di dinding tidak akan meluncur kebawah? Koefisien gesekan statis antara blok dan dinding adalah 0,2. ?



Mempercepat Objek

- Jika sebuah objek yang dapat dimodelkan sebagai partikel mengalami percepatan, harus ada gaya bersih nonzero yang bekerja di atasnya.
- Gambarkan diagram benda bebas
- Menerapkan Hukum Newton kedua dalam bentuk komponen

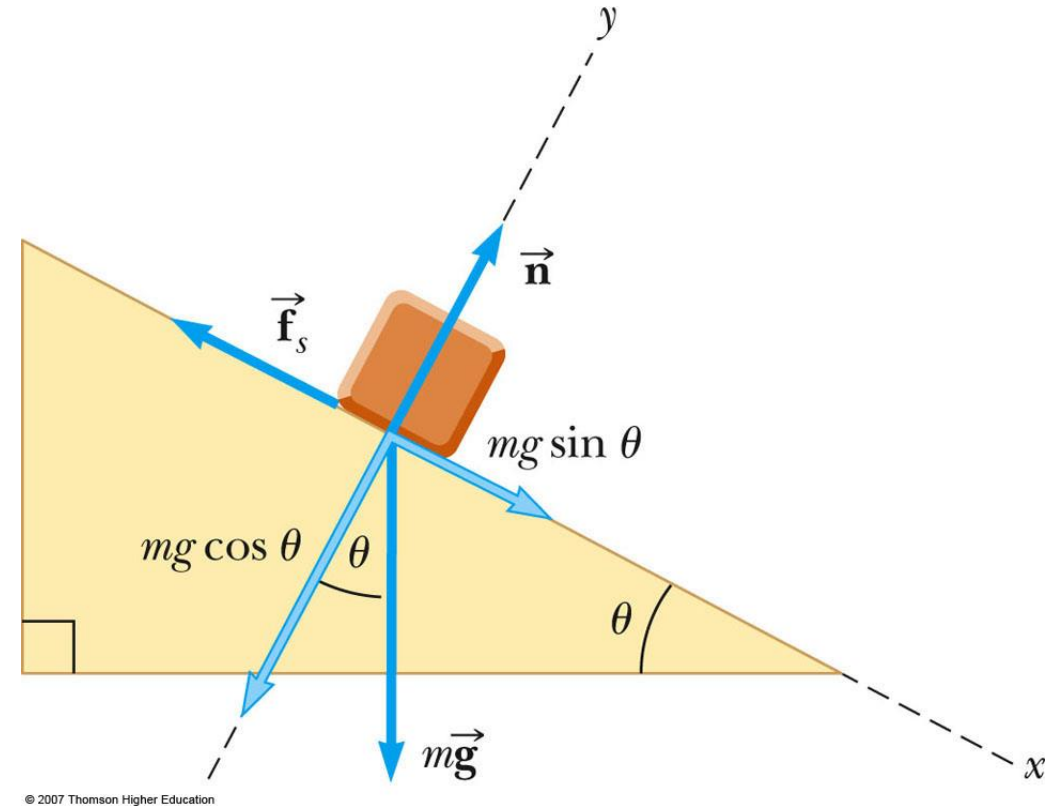
$$\sum \vec{F} = m\vec{a}$$

$$\sum F_x = ma_x$$

$$\sum F_y = ma_y$$

Bidang Menerjak

- Misalkan blok dengan massa 2,50 kg sedang diam di jalan. Jika koefisien gesekan statis antara blok dan bidang miring adalah 0,350, berapa sudut maksimum yang dapat dibuat antara jalan dengan horizontal sebelum blok mulai tergelincir ke bawah?



Bidang Menanjak

- Hukum Newton ke-dua:

$$\sum F_x = mg \sin \theta - \mu_s N = 0$$

$$\sum F_y = N - mg \cos \theta = 0$$

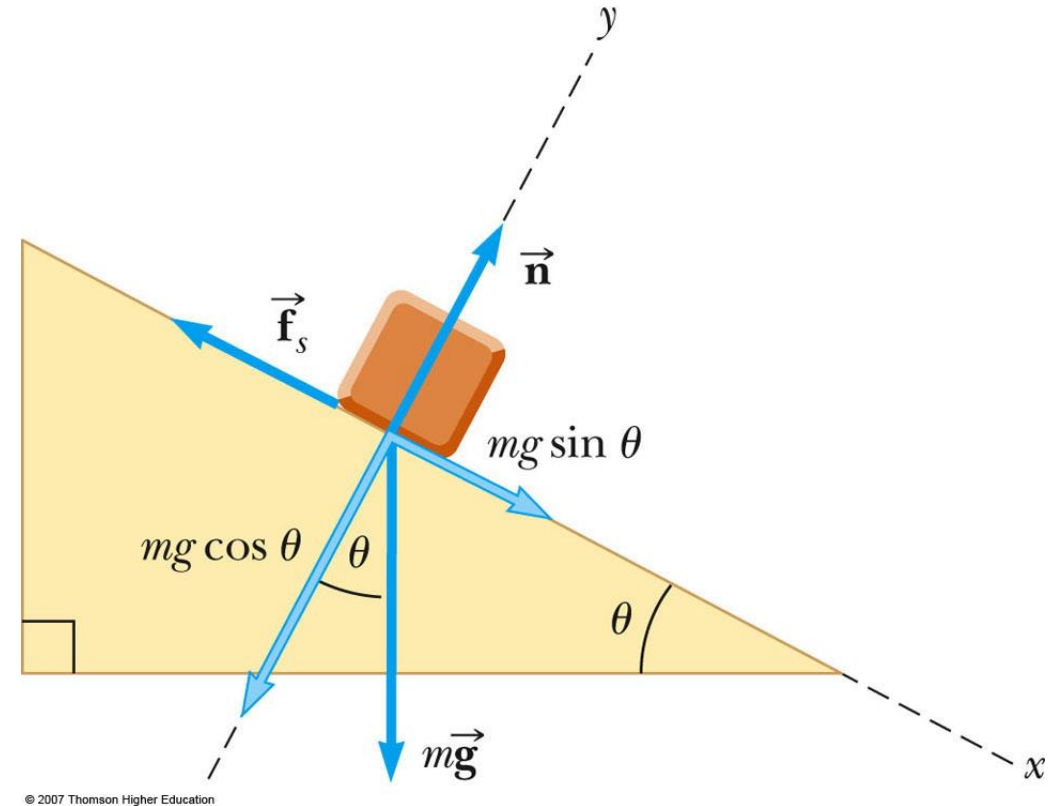
- Kemudian $N = mg \cos \theta$

$$\sum F_x = mg \sin \theta - \mu_s mg \cos \theta = 0$$

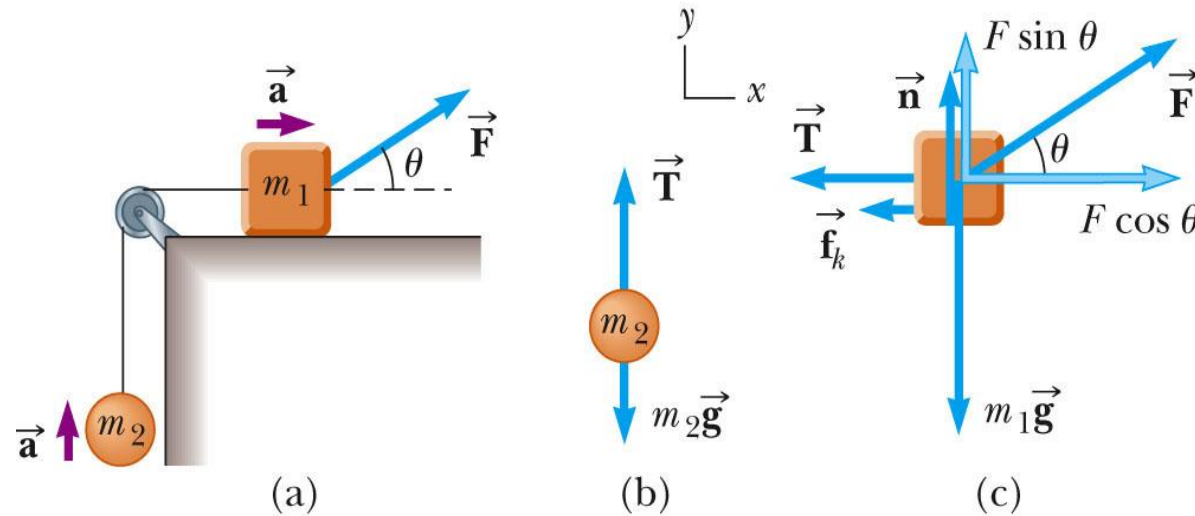
$$\tan \theta = \mu_s = 0.350$$

- Maka

$$\theta = \tan^{-1}(0.350) = 19.3^\circ$$



Objek Ganda



- Sebuah blok massa m_1 pada permukaan kasar dan horizontal terhubung ke bola massa m_2 oleh kabel ringan di atas katrol ringan tanpa gesekan seperti yang ditunjukkan pada gambar. Gaya magnitudo F pada sudut θ dengan horizontal diterapkan pada blok seperti yang ditunjukkan dan blok meluncur ke kanan. Koefisien gesekan kinetik antara blok dan permukaan adalah μ_k . Temukan besarnya percepatan kedua objek tersebut.

Objek Ganda

- m_1 : $\sum F_x = F \cos \theta - f_k - T = m_1 a_x = m_1 a$

$$\sum F_y = N + F \sin \theta - m_1 g = 0$$

- m_2 : $\sum F_y = T - m_2 g = m_2 a_y = m_2 a$

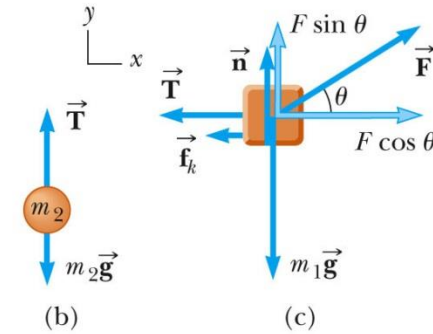
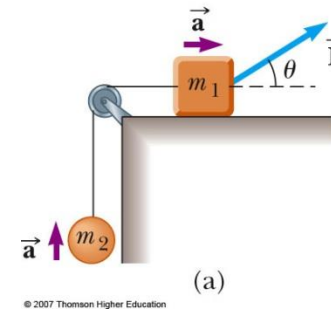
$$T = m_2(a + g)$$

$$N = m_1 g - F \sin \theta$$

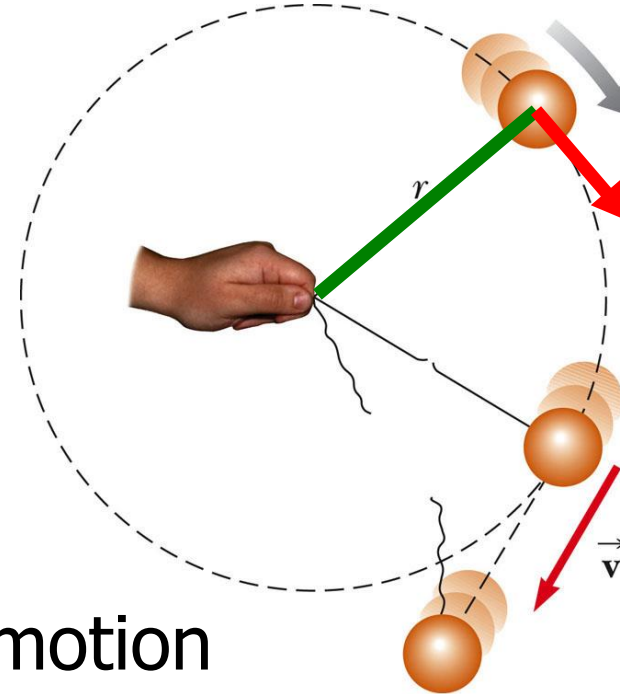
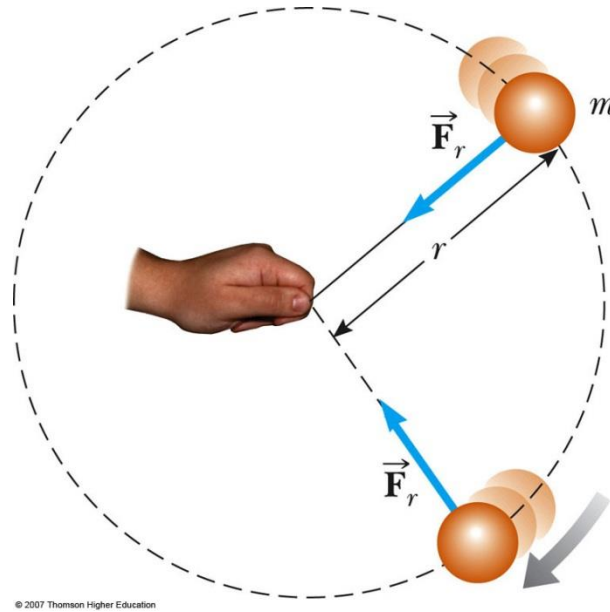
$$f_k = \mu_k N = \mu_k (m_1 g - F \sin \theta)$$

$$F \cos \theta - \mu_k (m_1 g - F \sin \theta) - m_2(a + g) = m_1 a$$

$$a = \frac{F(\cos \theta + \mu_k \sin \theta) - (m_2 + \mu_k m_1)g}{m_1 + m_2}$$



Gerak Melingkar Uniform: Definisi



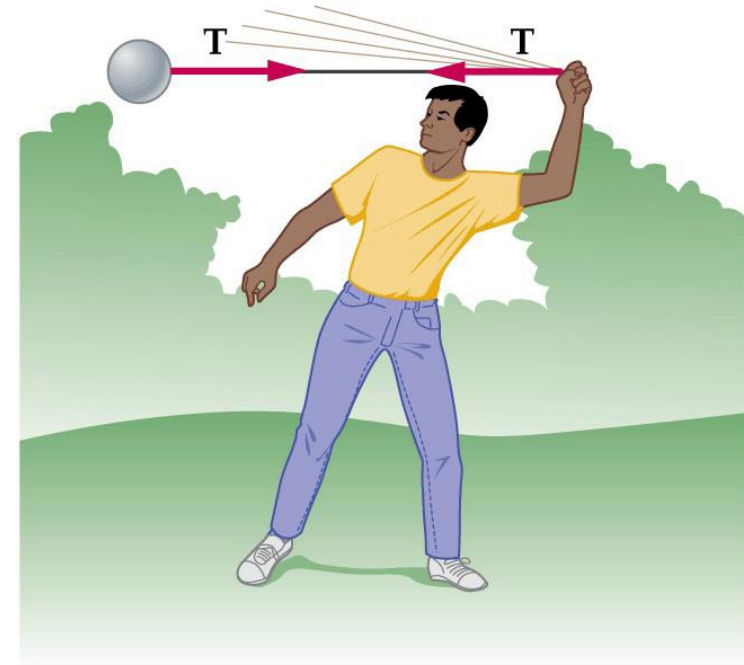
Uniform circular motion

Kelajuan konstan, atau,
Besarnya kecepatannya konstan

Gerak sepanjang lingkaran:
Arah kecepatan berubah

Gerak Melingkar Uniform: Observasi

- ❑ Objek bergerak sepanjang jalur kurva dengan **kelajuan konstan**
Besarnya kecepatan: sama
 - Arah kecepatan: berubah
 - Kecepatan \vec{v} : berubah
 - Percepatan tidak NOL!
 - **Gaya bersih pada benda tidak 0**
 - **"Gaya Sentripetal"**



$$\vec{F}_{net} = m\vec{a}$$

Gerak Melingkar Uniform

□ Besarnya:

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

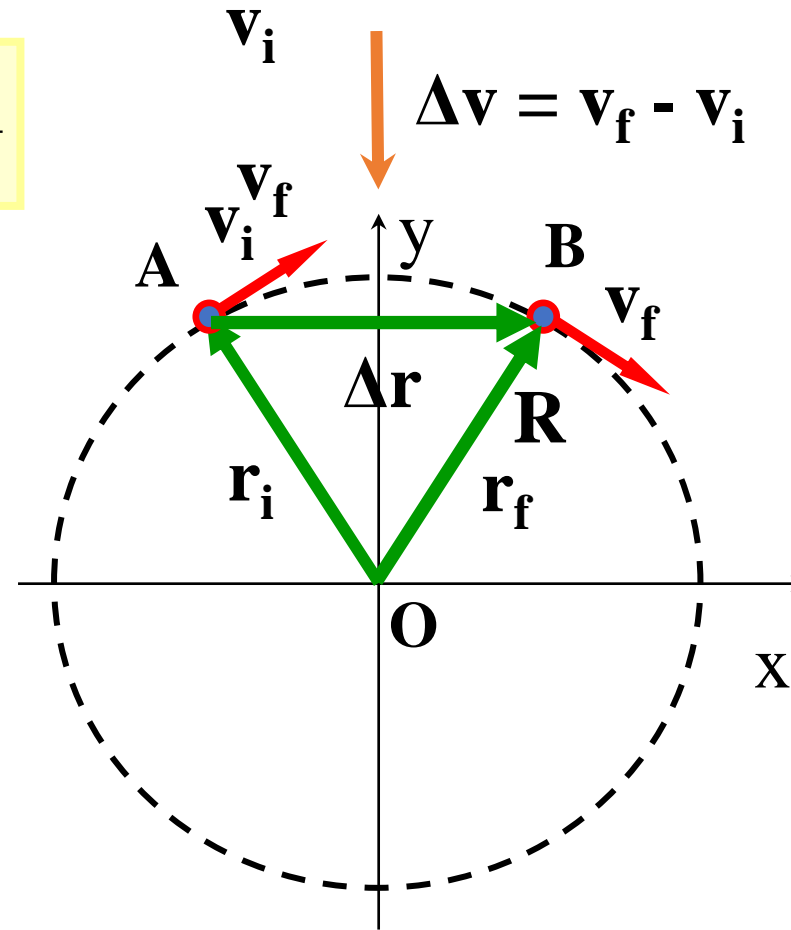
$$\vec{a} = \frac{\Delta \vec{v}}{\Delta t} = \frac{\vec{v}_f - \vec{v}_i}{\Delta t}$$

$$\frac{\Delta v}{v} = \frac{\Delta r}{r} \quad \text{maka,} \quad \Delta v = \frac{v \Delta r}{r}$$

$$\frac{\Delta v}{\Delta t} = \frac{\Delta r}{\Delta t} \frac{v}{r} = \frac{v^2}{r}$$

$$a_r = \frac{\Delta v}{\Delta t} = \frac{v^2}{r}$$

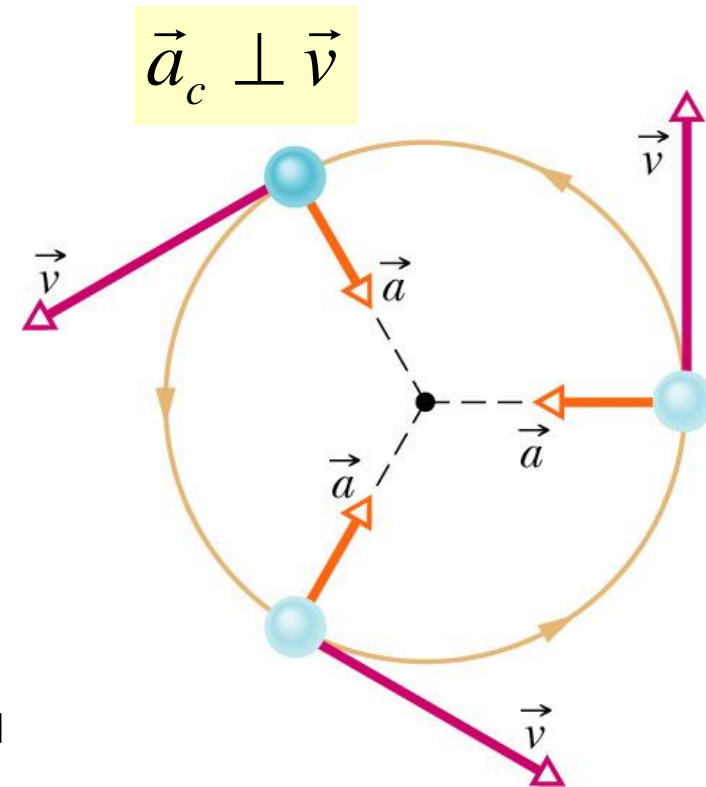
□ Arah: **Sentripetal**



Gerak Melingkar Uniform

- Kecepatan:
 - Besarnya: konstan v
 - Arah kecepatan adalah tangen terhadap lingkaran
- Percepatan:
 - Besarnya: $a_c = \frac{v^2}{r}$
 - K arah pusat gerak melingkar
- Periode:
 - Interval waktu yang dibutuhkan untuk satu revolusi partikel lengkap

$$T = \frac{2\pi r}{v}$$



Gaya Sentripetal

- Percepatan:

- Besarnya:

$$a_c = \frac{v^2}{r}$$

- Arah: menuju pusat gerak lingkaran

- Gaya:

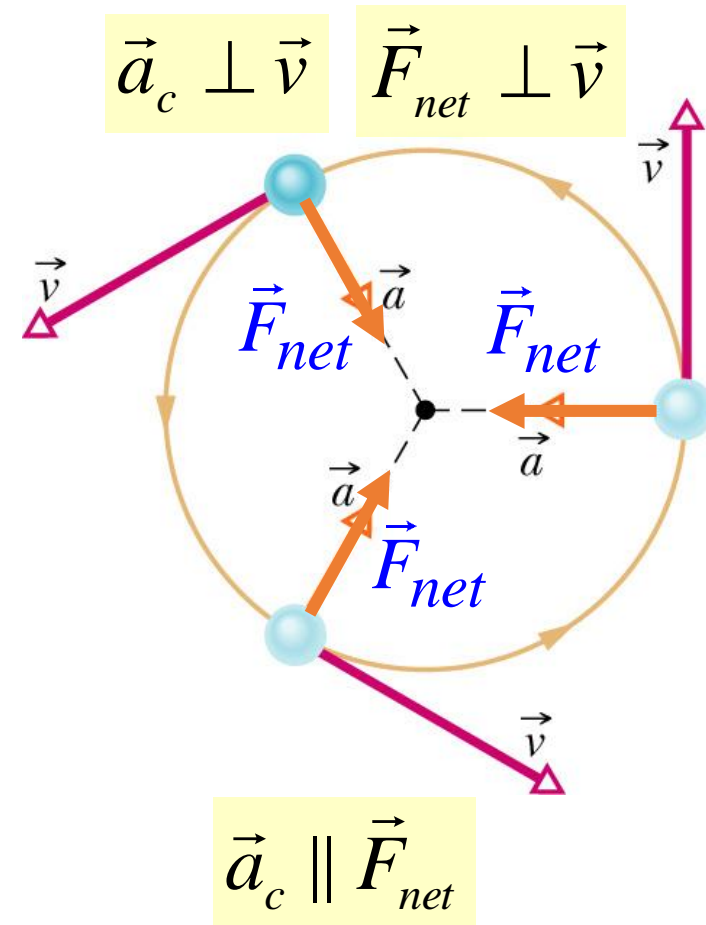
- Mulai dari Hukum Newton kedua

$$\vec{F}_{net} = m\vec{a}$$

- Besarnya:

$$F_{net} = ma_c = \frac{mv^2}{r}$$

- Arah: Arah: menuju pusat gerak lingkaran



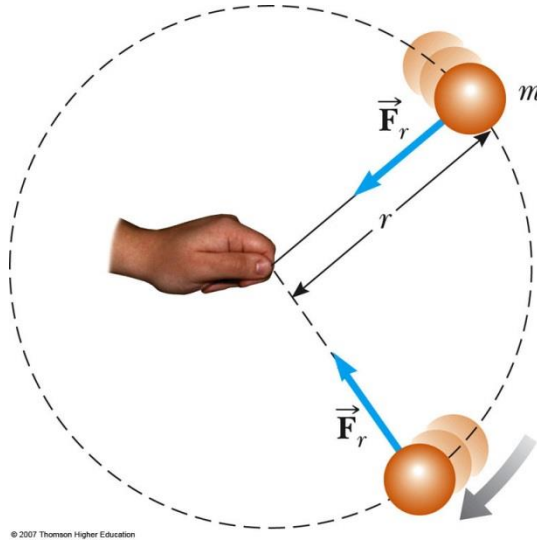
Gaya Sentripetal

- Gaya sentripetal bukanlah jenis Gaya baru
- Gaya sentripetal mengacu pada setiap gaya yang membuat objek mengikuti jalur melingkar.

$$F_c = ma_c = \frac{mv^2}{r}$$

- Gaya sentripetal adalah kombinasi dari
- Gaya gravitasi ***mg***: ke bawah ke tanah
- Gaya normal ***N***: tegak lurus ke permukaan
- Gaya tegang ***T***: sepanjang kabel dan menjauh dari objek
- Gaya gesek statis: ***f_{smax} = \mu_s N***

Gaya Sentripetal

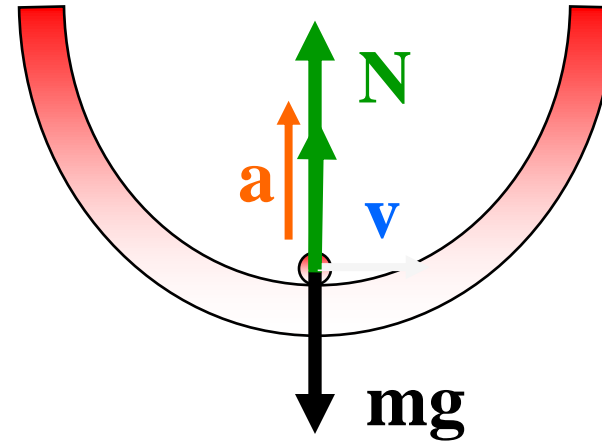


$$F_{net} = T = ma$$

$$T = \frac{mv^2}{r}$$

$$F_{net} = N - mg = ma$$

$$N = mg + m\frac{v^2}{r}$$

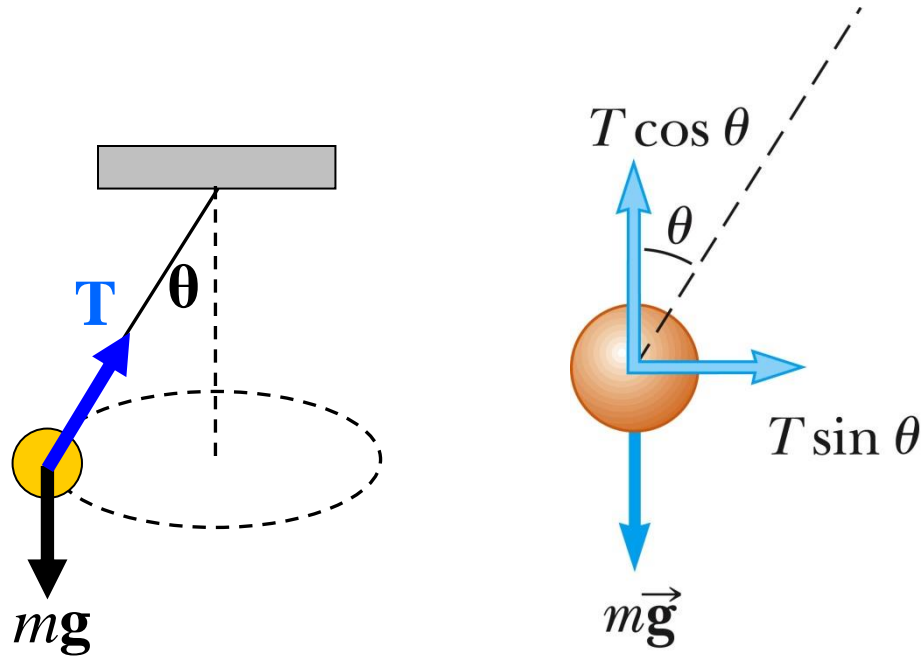


Strategi Pemecahan Masalah

- **Gambar diagram benda bebas**, menunjukkan dan memberi label semua Gaya yang bekerja pada objek
- **Pilih sistem koordinat** yang memiliki satu sumbu tegak lurus terhadap jalur melingkar dan sumbu lainnya bersinggungan dengan jalur melingkar
- **Tentukan Gaya bersih menuju pusat** jalur melingkar (ini adalah Gaya yang menyebabkan percepatan sentripetal, F_c)
- **Gunakan hukum Newton kedua**
 - Arahnya akan radial, normal, dan tangensial
 - Percepatan ke arah radial akan menjadi percepatan sentripetal
- **Memecahkan untuk yang tidak diketahui**

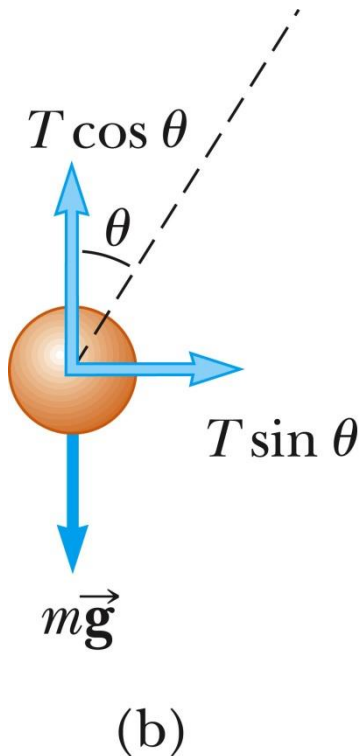
Pendulum Konikal

- Bola kecil dengan massa $m = 5$ kg digantung dengan tali sepanjang $L = 5$ m. Bola melingkar dengan kecepatan konstan v dalam lingkaran horizontal dengan radius $r = 2$ m. Tentukan ekspresi untuk v dan a .



The Conical Pendulum

Tentukan v dan a



$$m = 5 \text{ kg} \quad L = 5 \text{ m} \quad r = 2 \text{ m}$$

$$\sum F_y = T \cos \theta - mg = 0$$

$$T \cos \theta = mg$$

$$\sum F_x = T \sin \theta = \frac{mv^2}{r}$$

$$\sin \theta = \frac{r}{L} = 0.4$$

$$\tan \theta = \frac{r}{\sqrt{L^2 - r^2}} = 0.44$$

$$T \sin \theta = \frac{mv^2}{r}$$

$$T \cos \theta = mg$$

$$\tan \theta = \frac{v^2}{gr}$$

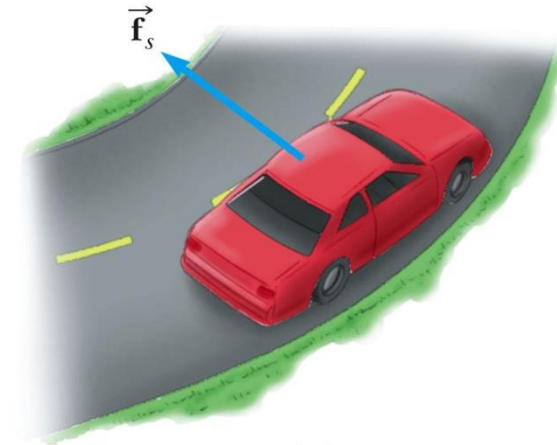
$$v = \sqrt{rg \tan \theta}$$

$$v = \sqrt{Lg \sin \theta \tan \theta} = 2.9 \text{ m/s}$$

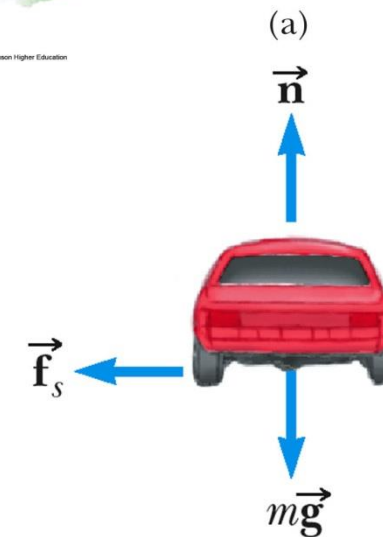
$$a = \frac{v^2}{r} = g \tan \theta = 4.3 \text{ m/s}^2$$

Kurva Datar

- Sebuah mobil 1.500 kg yang bergerak di jalan horizontal yang datar membuat kurva seperti yang ditunjukkan. Jika radius kurva adalah 35,0 m dan koefisien gesek statis antara ban dan trotoar kering adalah 0,523, tentukan kecepatan maksimum yang dapat dimiliki mobil dan masih membuat belokan berhasil.



© 2007 Thomson Higher Education



© 2008 Brooks/Cole - Thomson

Kurva Datar

- Gaya gesek statis yang diarahkan ke pusat kurva membuat mobil bergerak di jalur melingkar.

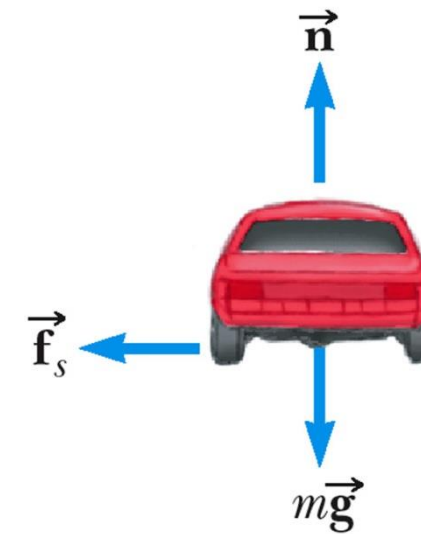
$$f_{s,\max} = \mu_s N = m \frac{v_{\max}^2}{r}$$

$$\sum F_y = N - mg = 0$$

$$N = mg$$

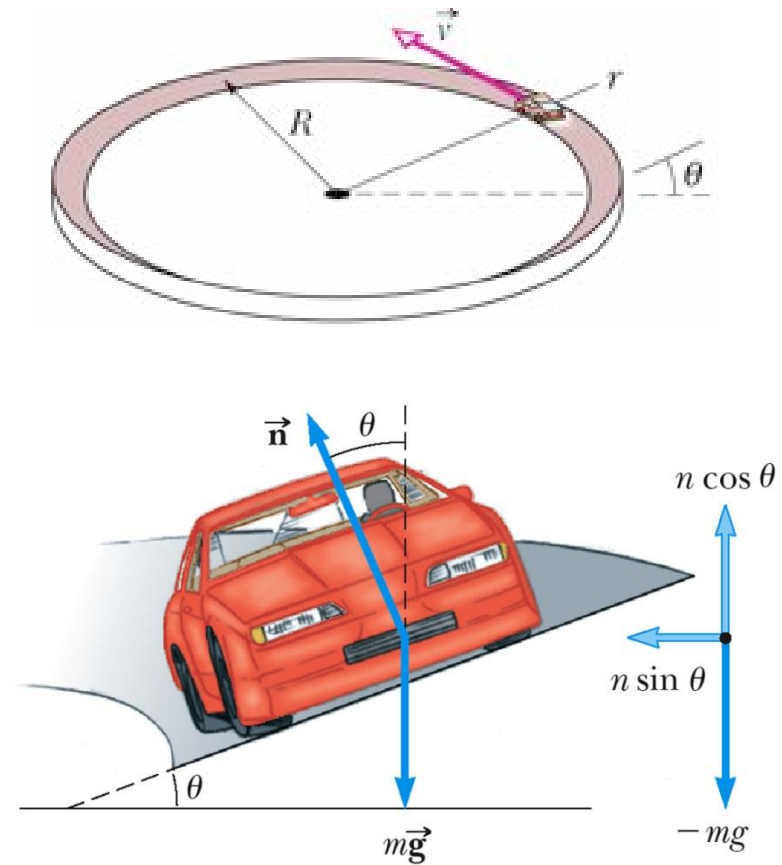
$$v_{\max} = \sqrt{\frac{\mu_s N r}{m}} = \sqrt{\frac{\mu_s m g r}{m}} = \sqrt{\mu_s g r}$$

$$= \sqrt{(0.523)(9.8 \text{ m/s}^2)(35.0 \text{ m})} = 13.4 \text{ m/s}$$



Kurva Miring

- Sebuah mobil yang bergerak dengan kecepatan yang ditentukan dapat membentuk kurva. Jalan seperti itu biasanya memiring, yang berarti bahwa jalan dimiringkan ke arah bagian dalam kurva. Misalkan kecepatan yang ditentukan untuk landai adalah $13,4 \text{ m/s}$ dan jari-jari kurva adalah $35,0 \text{ m}$. Pada sudut apa kurva harus miring?



Kurva Miring

$$v = 13.4 \text{ m/s} \quad r = 35.0 \text{ m}$$

$$\sum F_r = n \sin \theta = ma_c = \frac{mv^2}{r}$$

$$\sum F_y = n \cos \theta - mg = 0$$

$$n \cos \theta = mg$$

$$\tan \theta = \frac{v^2}{rg}$$

$$\theta = \tan^{-1}\left(\frac{13.4 \text{ m/s}}{(35.0 \text{ m})(9.8 \text{ m/s}^2)}\right) = 27.6^\circ$$

