



DINAMIKA GERAK

(Hukum Newton tentang Gerak)

Hanifah Zakiya

Pendahuluan



Gaya sebagai **dorongan** atau **tarikan** pada suatu benda , agar:

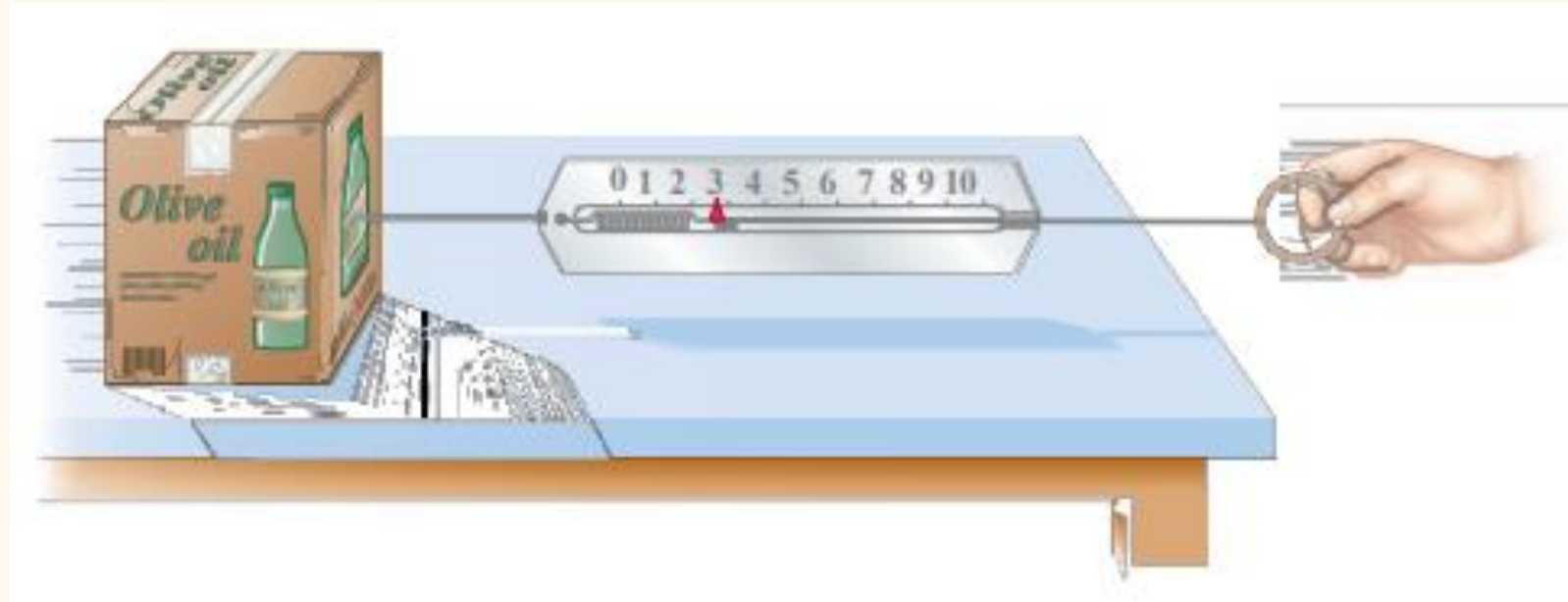
- a). dapat mempercepat benda dari kecepatan nol menjadi kecepatan non-nol.
- b.) Untuk benda yang sudah bergerak, gaya diperlukan untuk mengubah kecepatannya (mempercepat suatu benda)—baik arah maupun besarnya.

Jenis gaya :

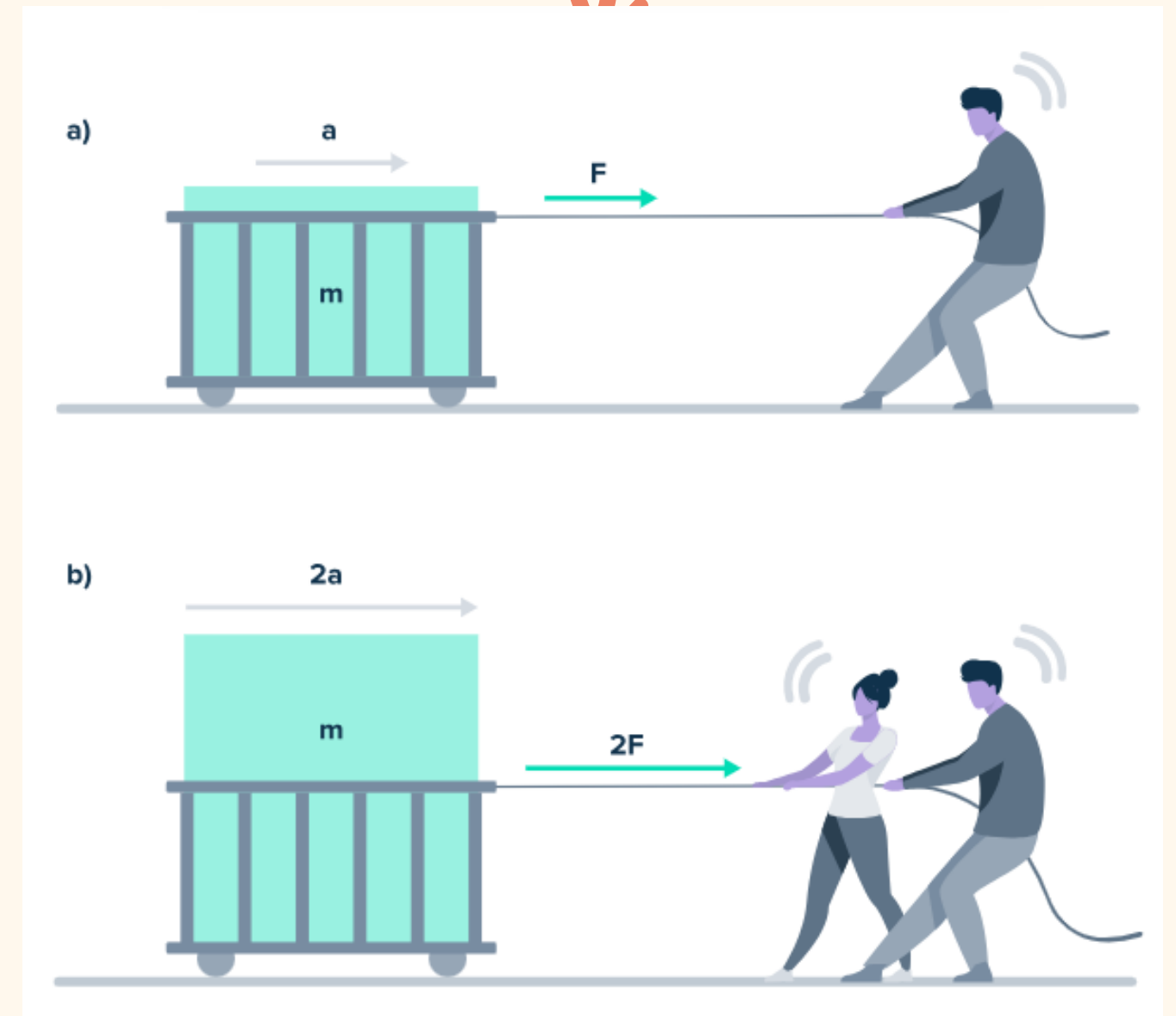
- a. Gaya sentuh/ kontak yaitu ketika satu benda bersentuhan dengan benda lain. Seperti gaya motor mengangkat lift, palu memukul paku, atau angin meniup daun pohon.
- b. Gaya tak sentuh : ketika benda jatuh karena gaya gravitasi

Definisi Gaya

- * cara untuk mengukur besar (atau kekuatan) suatu gaya tarik adalah dengan menggunakan timbangan pegas (dinamometer)



- * Gaya yang bekerja pada arah yang berbeda memiliki efek yang berbeda, sehingga gaya termasuk besaran vektor.
- * setiap gaya digambarkan dengan diagram dengan panah, Arah panah adalah arah dorongan atau tarikan, dan panjangnya digambar sebanding dengan besar gaya.



Hukum Newton I tentang Gerak

Aristoteles :

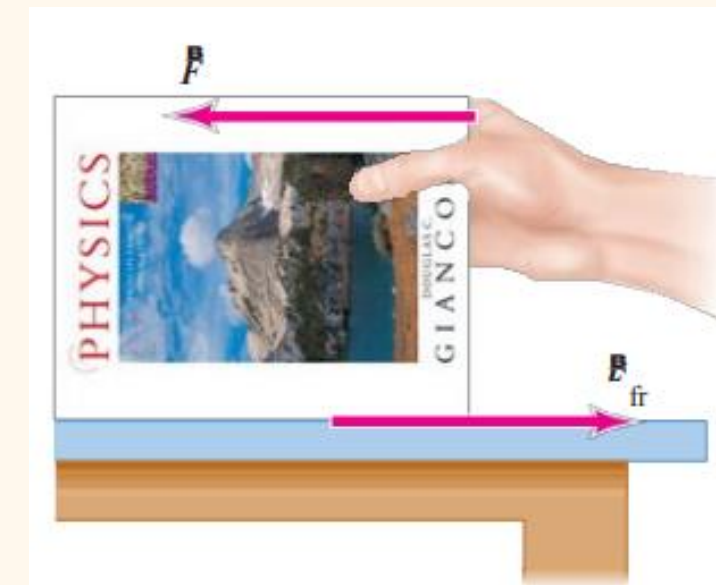
1. gaya diperlukan untuk menjaga suatu benda bergerak di sepanjang bidang horizontal
2. Keadaan alami suatu benda adalah diam, gaya dianggap diperlukan untuk menjaga benda tetap bergerak
3. Semakin besar gaya yang bekerja pada benda, semakin besar kecepatannya.

Galileo :

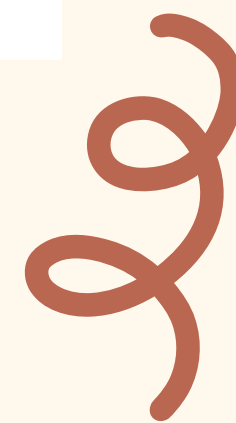
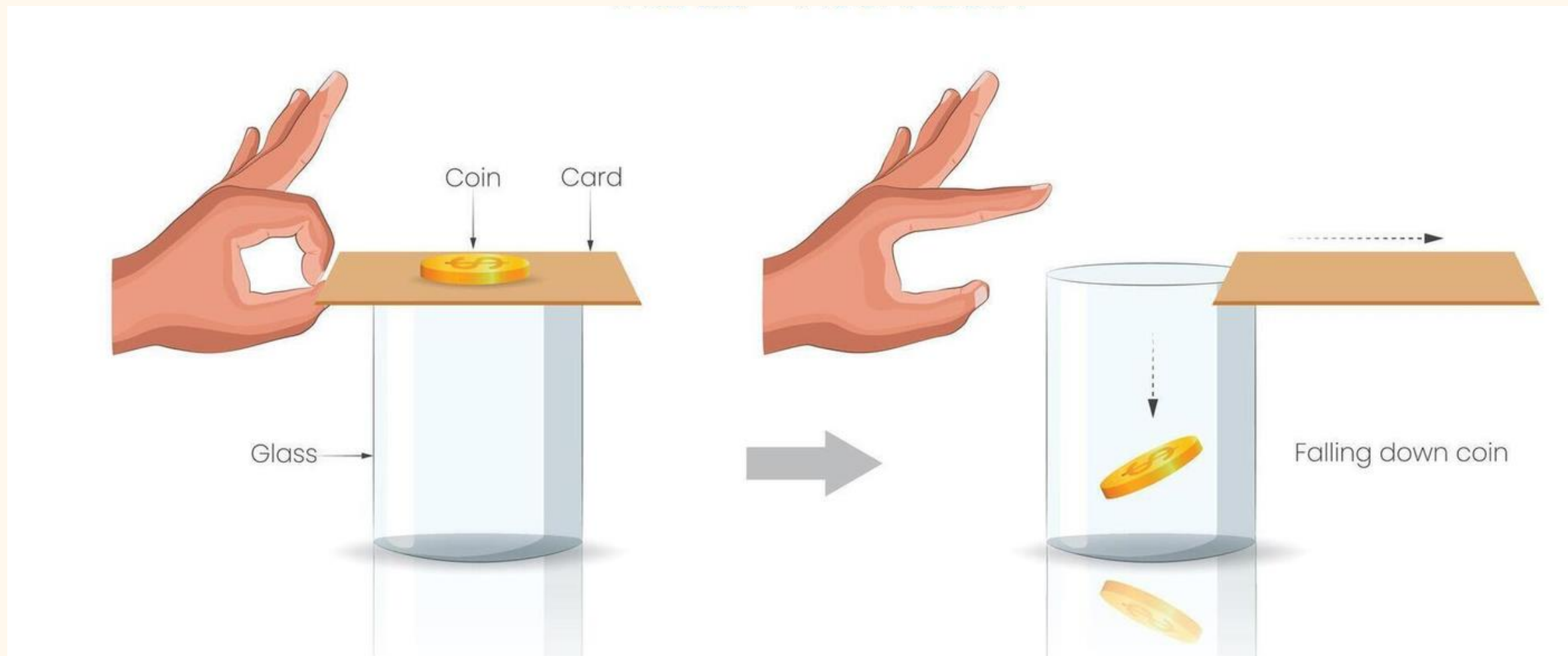
"berpendapat bahwa sama alaminya bagi suatu benda untuk bergerak dengan kecepatan konstan seperti halnya berada dalam keadaan diam."

Issac Newton :

Isaac Newton mengembangkan teorinya yang tentang gerak dirangkum dalam tiga hukum (*Principia*).



Jelaskan mengapa ini bisa terjadi ?





Hukum Newton I tentang Gerak

Setiap benda akan terus berada dalam keadaan diam atau bergerak dengan **kecepatan tetap** dalam garis lurus, selama tidak ada gaya luar yang bekerja padanya.

inersia. : Kecenderungan setiap benda cenderung **mempertahankan** keadaan diamnya atau gerak lurus dengan kecepatan tetap disebut

Hukum pertama Newton sering disebut sebagai hukum inersia.

$$\Sigma F = 0$$

Jika Sebuah bus sekolah tiba-tiba berhenti, dan semua tas punggung di lantai mulai meluncur ke depan. Mengapa ini bisa terjadi ?



Hukum Newton I tentang Gerak

1



Benda yang Berhenti Akan Tetap Berhenti

2



Ia Bergerak Ketika Dipengaruhi oleh Gaya yang Tidak Seimbang

3



Jika tidak ada yang menghalangi, bola akan Terus Bergerak dengan Kecepatan dan Arah Konstan

4



Gaya Tidak Seimbang Lainnya (Seperti Jaring Gawang!)

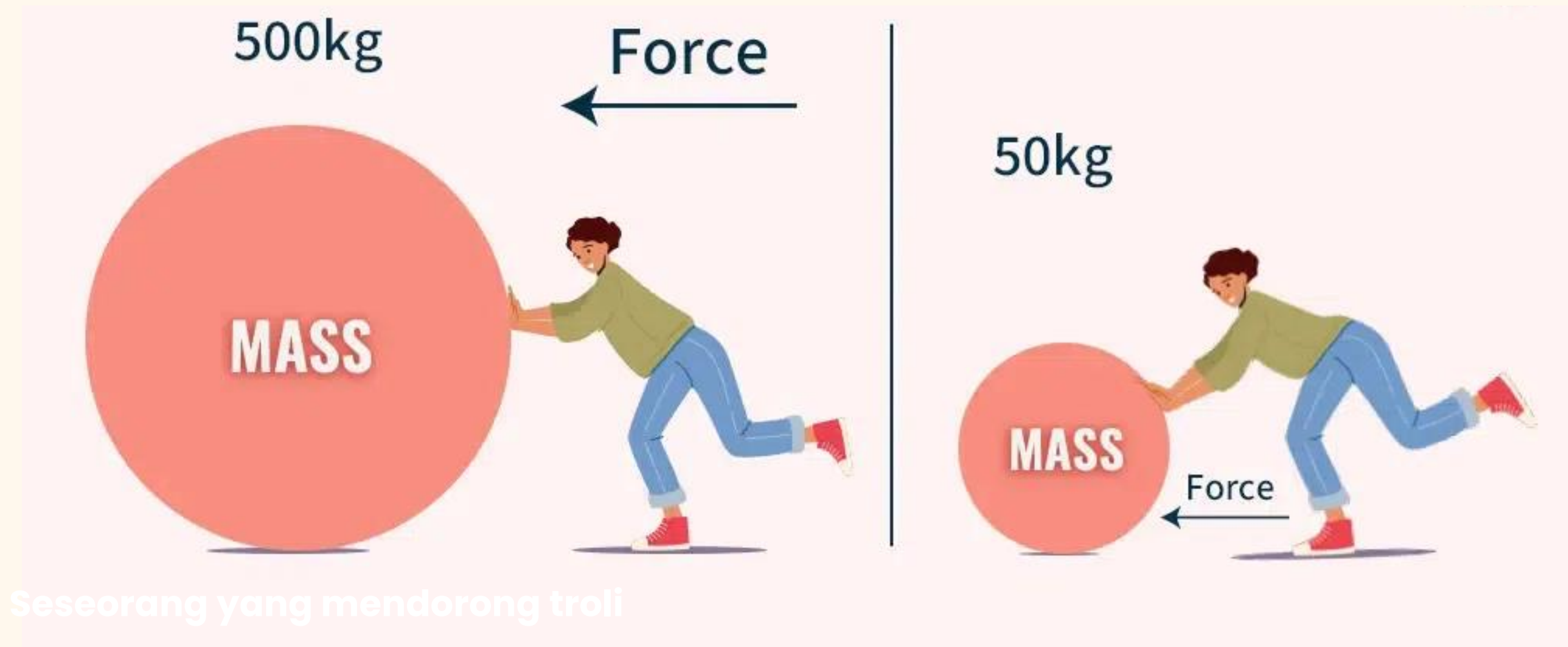
Massa

Massa adalah ukuran inersia suatu objek. Dalam satuan SI, satuan massa adalah kilogram (kg)

Sebuah truk memiliki inersia yang jauh lebih besar daripada bola baseball yang bergerak dengan kecepatan yang sama, dan gaya yang jauh lebih besar diperlukan untuk mengubah kecepatan truk dengan laju yang sama seperti bola

Massa dan berat seringkali itu berbeda. Massa adalah sifat dari objek itu sendiri dan berat yaitu tarikan gravitasi yang bekerja pada objek.

Jelaskan perbedaan kedua gambar ini !



Hukum II Newton tentang Gerak

Apa yang terjadi jika gaya luar bekerja pada suatu benda?

- Gaya luar yang bekerja pada suatu benda dapat membuat kecepatannya bertambah (percepatan).
- jika gaya luar tersebut berlawanan arah dengan gerak, gaya tersebut akan mengurangi kecepatan benda (perlambatan).

Apa hubungan yang tepat antara percepatan dan gaya?

- percepatan suatu objek berbanding lurus dengan gaya luar yang diberikan.

$$\vec{a} \sim \sum \vec{F}$$

Apa hubungan percepatan dengan massa objek?

- Semakin besar massa, semakin kecil percepatan untuk gaya bersih yang sama

$$\vec{a} \sim \frac{1}{m}$$



Hukum II Newton tentang Gerak

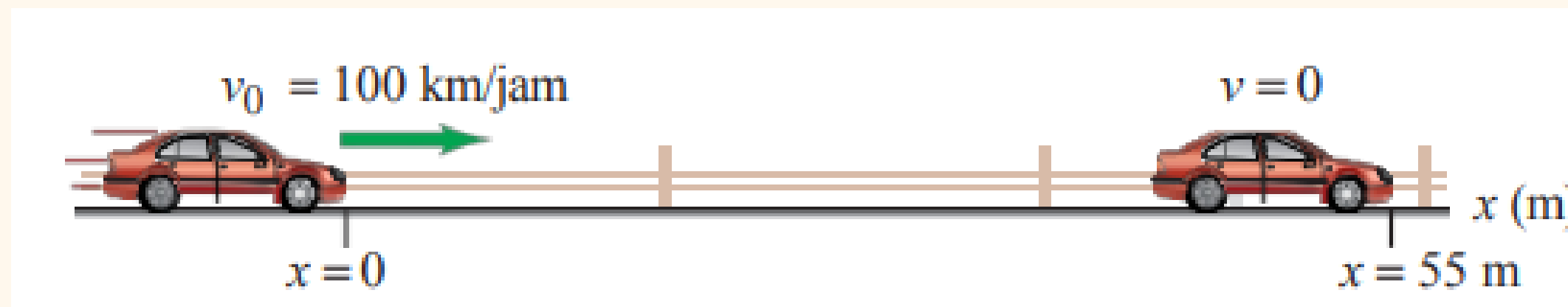
hukum gerak kedua Newton : *"Percepatan suatu objek berbanding lurus dengan gaya bersih yang bekerja padanya, dan berbanding terbalik dengan massa objek tersebut. Arah percepatan sejajar dengan arah gaya bersih yang bekerja pada objek."*

$$\vec{a} \sim \frac{\sum \vec{F}}{m} \qquad \vec{F} = m\vec{a}$$

- Hukum II Newton mendeskripsikan gerak dengan penyebab gerak, yaitu gaya
- Gaya yaitu suatu aksi yang mampu mempercepat suatu benda.
- Dalam satuan SI, satuan gaya adalah newton (N). dengan $1 \text{ N} = 1 \text{ kg} \cdot \text{m/s}^2$.
- Semakin besar massa, semakin kecil percepatan untuk gaya bersih yang sama

Contoh soal Hukum II Newton

Berapa gaya rata-rata bersih yang diperlukan untuk menghentikan mobil bermassa 1500 kg dari kecepatan 100 km/h dalam jarak 55 m?



$$v^2 = v_0^2 + 2a(x - x_0),$$

$$a = \frac{v^2 - v_0^2}{2(x - x_0)} = \frac{0 - (27.8 \text{ m/s})^2}{2(55 \text{ m})}$$

$$\Sigma F = ma = (1500 \text{ kg})(-7.0 \text{ m/s}^2)$$

Jika percepatan tidak tepat konstan, maka kita menentukan percepatan "ratarata" dan memperoleh gaya bersih "rata-rata".

Jelaskan kenapa gerakan tangan ke belakang dapat membuat perenang melaju kedepan?





Hukum III Newton tentang Gerak

- gaya bekerja pada satu objek, dan gaya itu bekerja oleh objek lain
- kedua benda harus diperlakukan secara setara. Palu memberikan gaya pada paku, dan paku memberikan gaya balik pada palu.



Hukum III Newton :

Setiap kali suatu benda memberikan gaya pada benda kedua, benda kedua memberikan gaya yang sama besar tetapi berlawanan arah pada benda pertama.

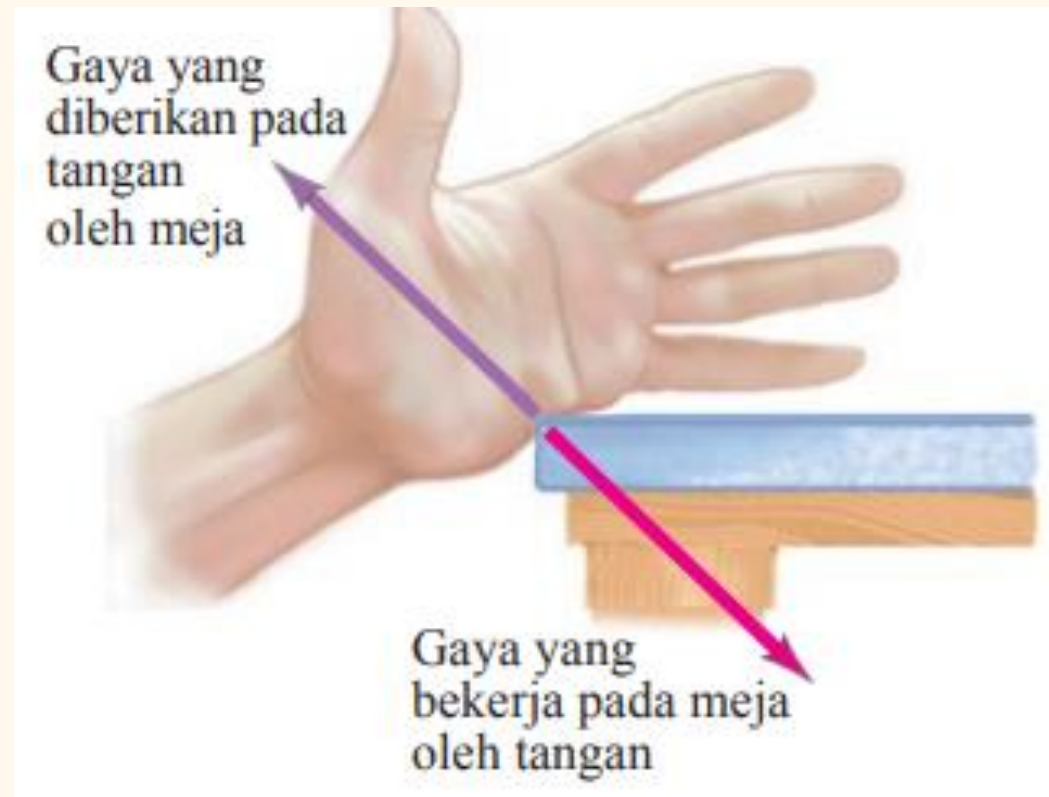
Bola mengambang di air

“setiap aksi memiliki reaksi yang sama besar dan berlawanan arah.”





Hukum III Newton tentang Gerak



Saat mendorong meja, Bentuk tangan berubah, bukti jelas bahwa gaya sedang bekerja.

Bola mengambang di air

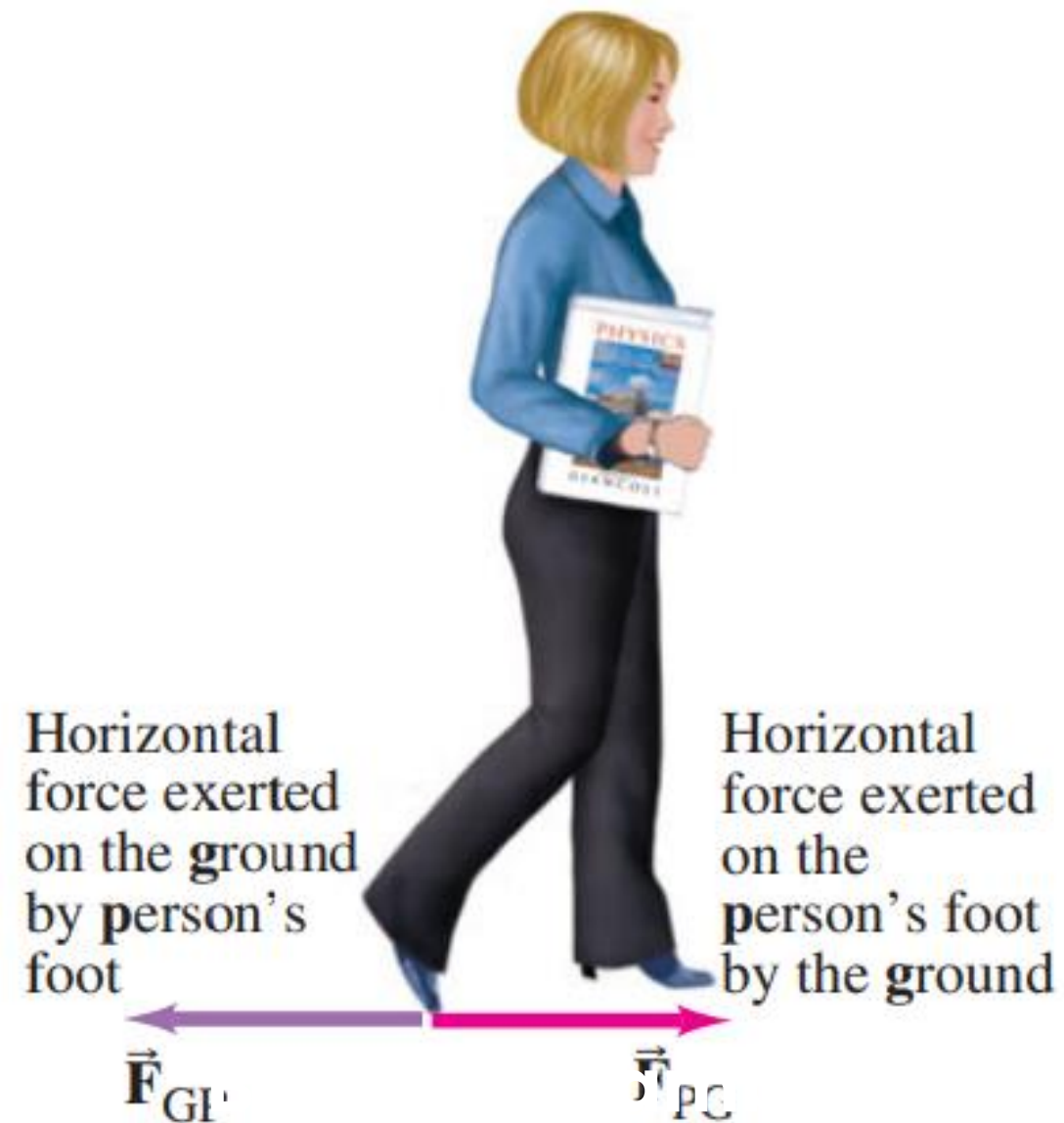


Mesin roket mendorong gas ke bawah, dan gas tersebut memberikan gaya yang sama besar dan berlawanan arah ke atas pada roket, sehingga roket dipercepat ke atas.

Apa gaya yang menyebabkan mobil dapat bergerak ?



Hukum III Newton tentang Gerak

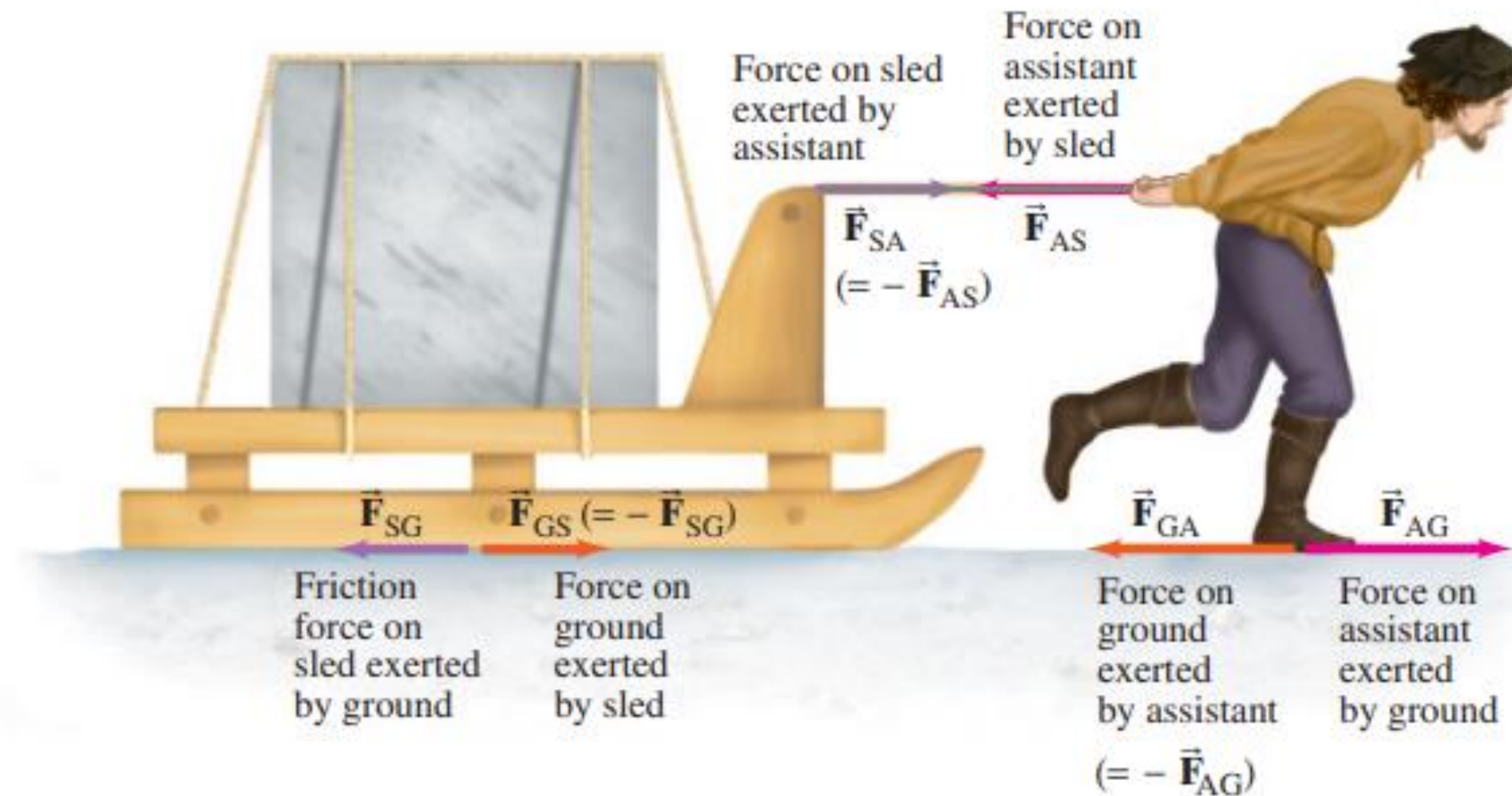


- gaya yang bekerja pada Orang oleh Tanah saat orang tersebut berjalan pada Gambar 4-11 dapat dilabeli F_{PG}
- gaya yang bekerja pada tanah oleh orang tersebut adalah F_{GP}

$$\vec{F}_{GP} = -\vec{F}_{PG}.$$



Hukum III Newton tentang Gerak



Berat Benda- Gaya gravitasi dan Gaya Normal



Jika hambatan udara diabaikan, benda yang jatuh memiliki percepatan yang sama

Gaya yang menyebabkan percepatan ini disebut gaya gravitasi

$$\vec{F}_G = m\vec{g}.$$
$$g = 9.80 \text{ m/s}^2 = 9.80 \text{ N/kg}$$



Berat - Gaya gravitasi dan Gaya Normal

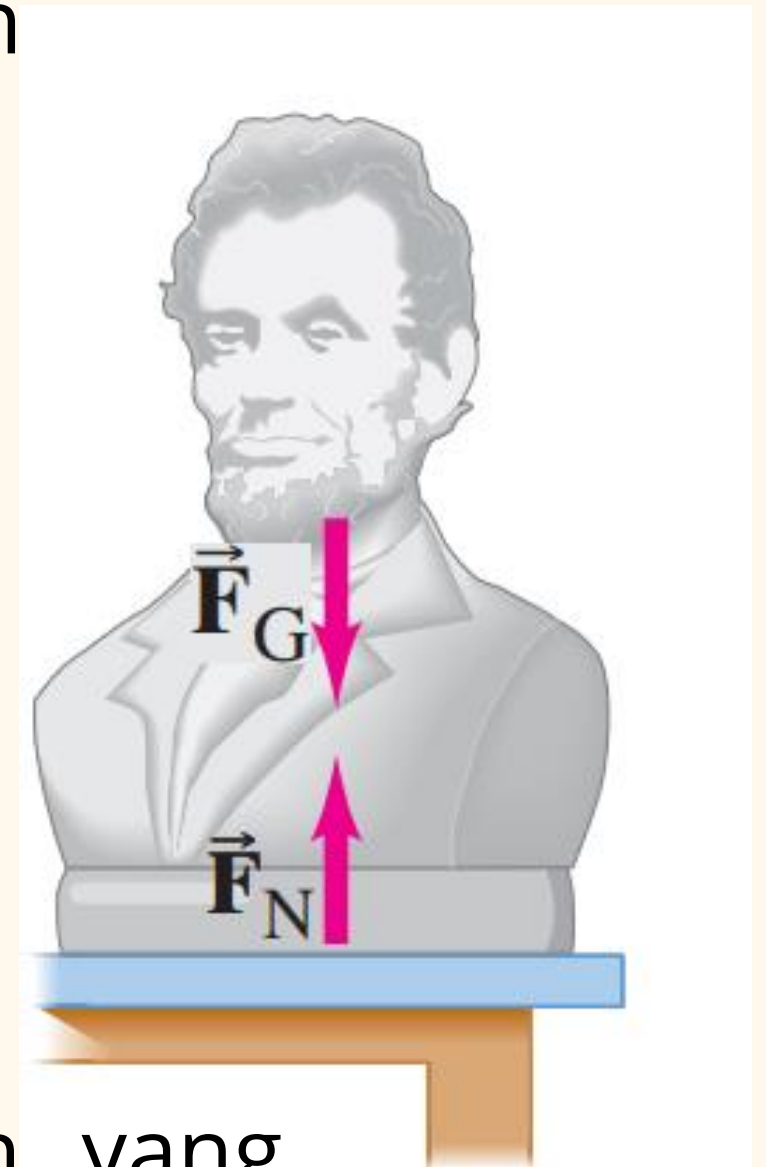


- gaya total yang bekerja pada benda yang tetap diam adalah nol

Harus ada gaya lain yang bekerja pada benda untuk menyeimbangkan gaya gravitasi, disebut gaya kontak.

Ketika gaya kontak bekerja tegak lurus terhadap permukaan kontak bersama, gaya tersebut disebut gaya normal ("normal" berarti tegak lurus).

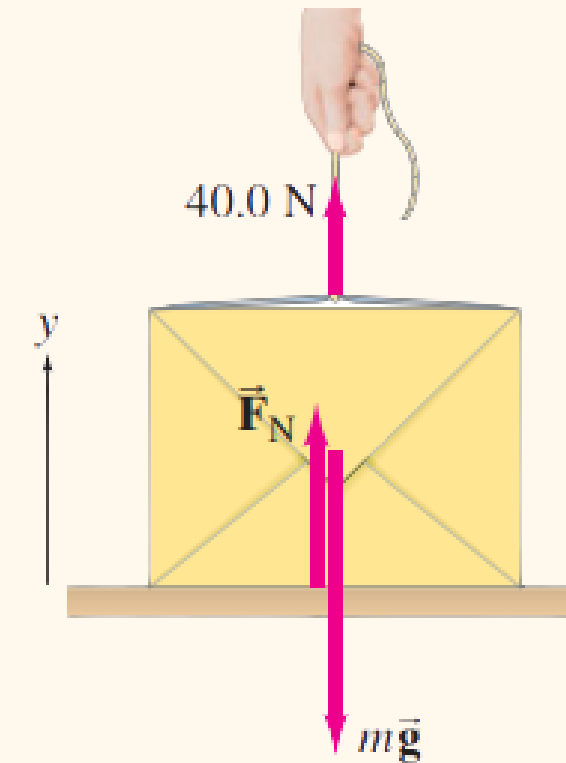
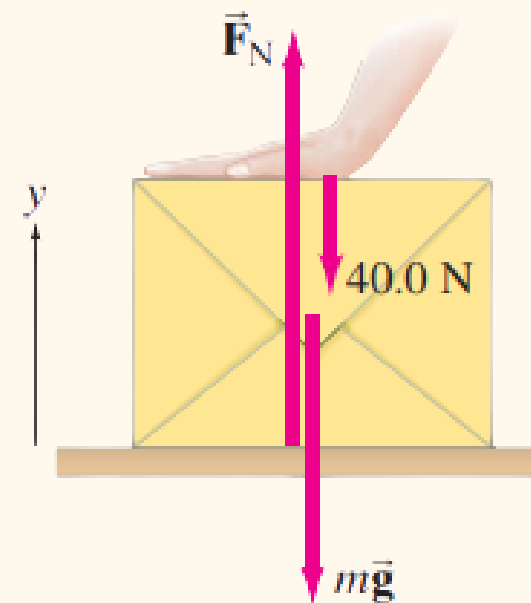
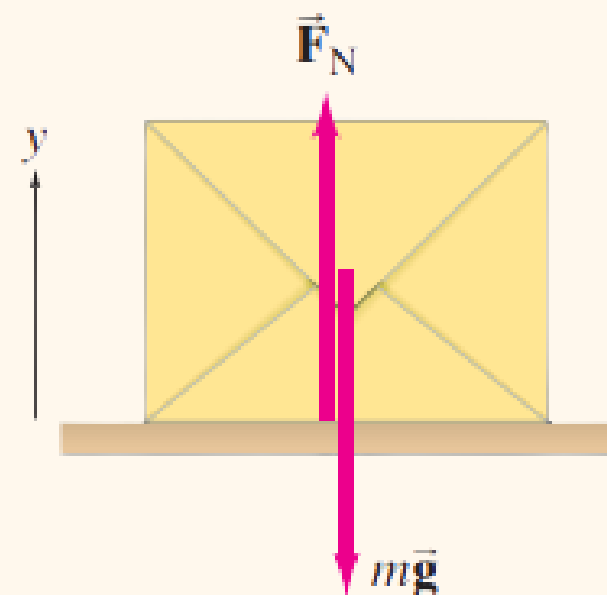
F_G dan F_N harus memiliki besar yang sama dan arah yang berlawanan



Berat - Gaya gravitasi dan Gaya Normal



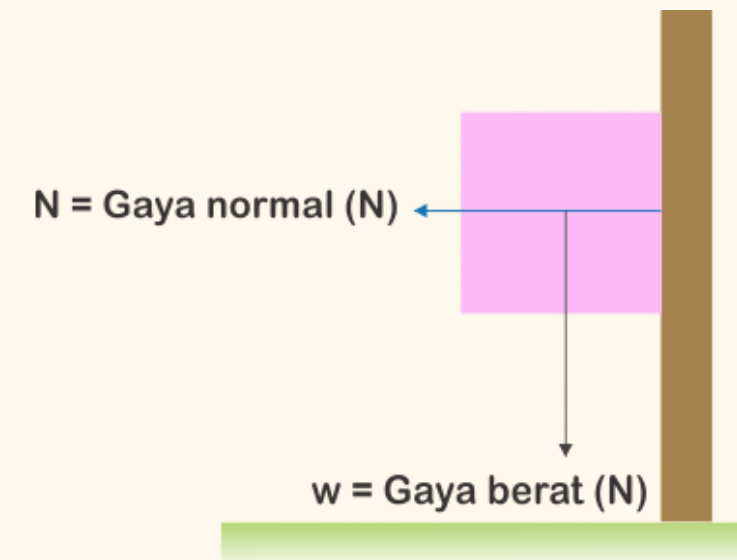
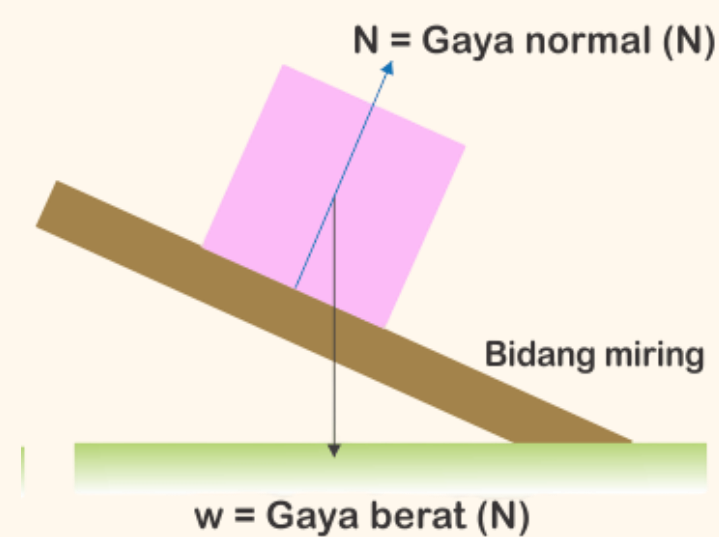
Hitung gaya normal yang diberikan meja pada kotak bermassa 10 kg !

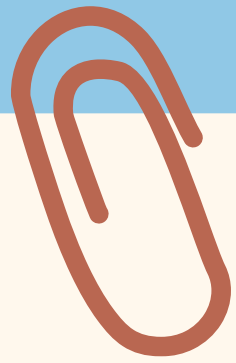


Berat - Gaya gravitasi dan Gaya Normal



gaya normal tidak selalu vertikal, karena gaya normal bekerja tegak lurus terhadap bidang.



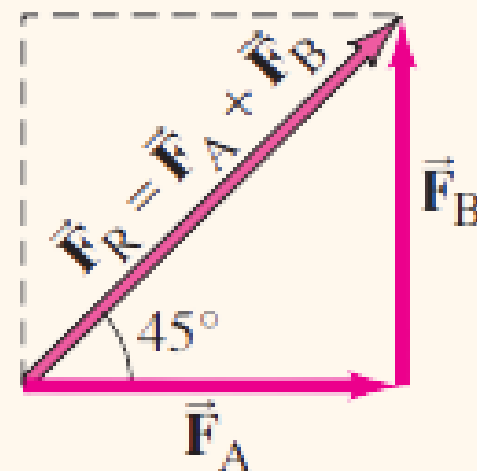
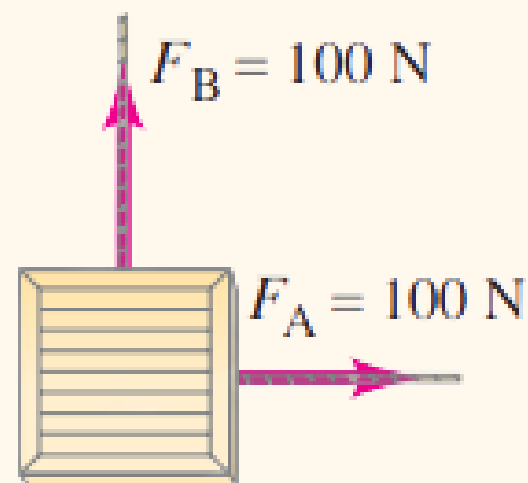


Memecahkan Masalah Hukum Newton : Free Body Diagram

Hukum kedua Newton menyatakan bahwa percepatan suatu benda sebanding dengan resultan gaya yang bekerja pada benda tersebut.

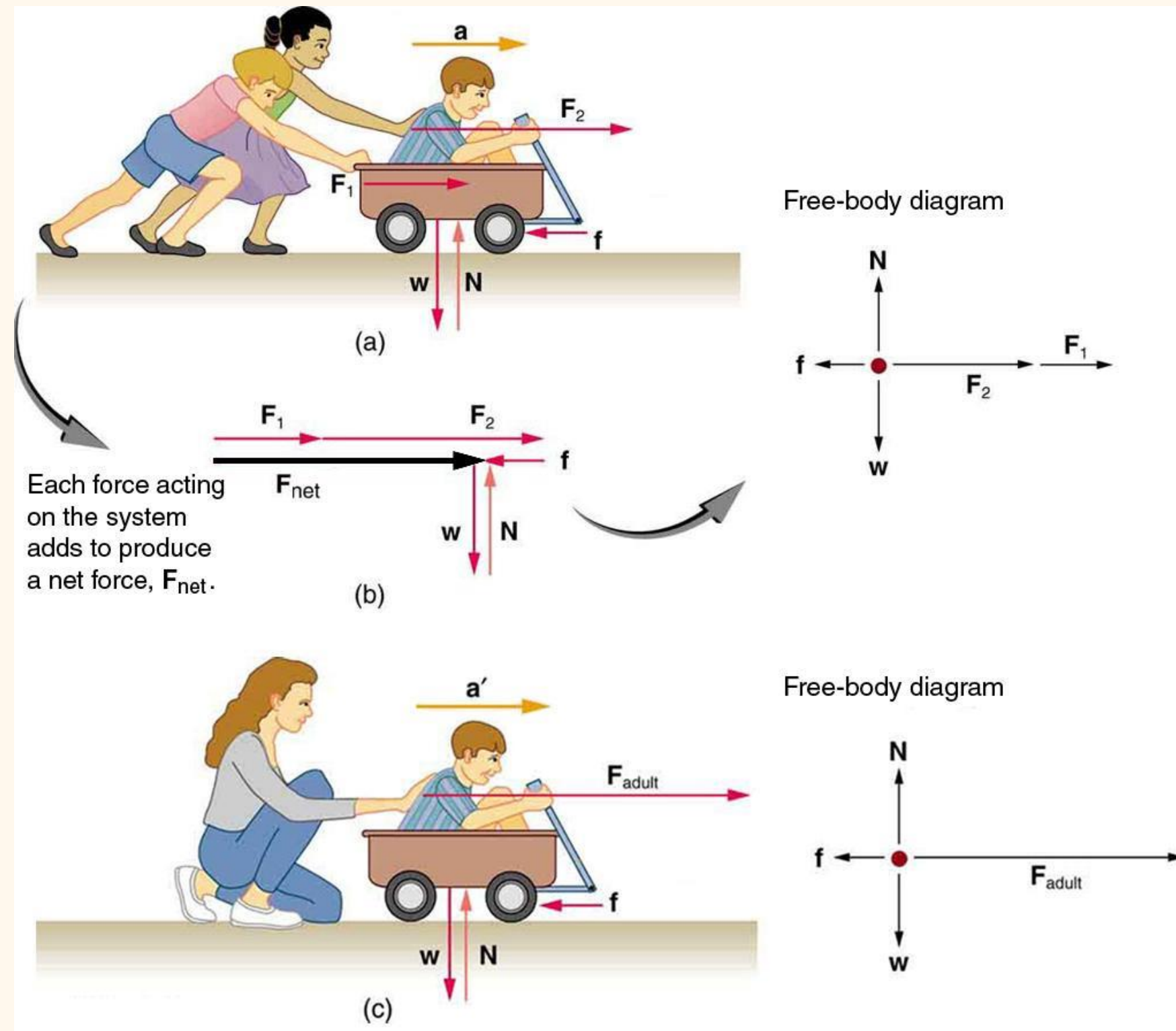
Resultan gaya : penjumlahan vektor dari semua gaya yang bekerja pada benda

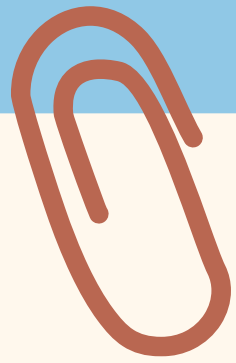
Sebagai contoh. Perhatikan gambar di samping ! Dua gaya dengan magnitudo yang sama (masing-masing 100 N) ditunjukkan bekerja pada suatu objek pada sudut tegak lurus satu sama lain !



$$F_R = \sqrt{(100 \text{ N})^2 + (100 \text{ N})^2} = 141 \text{ N}.$$

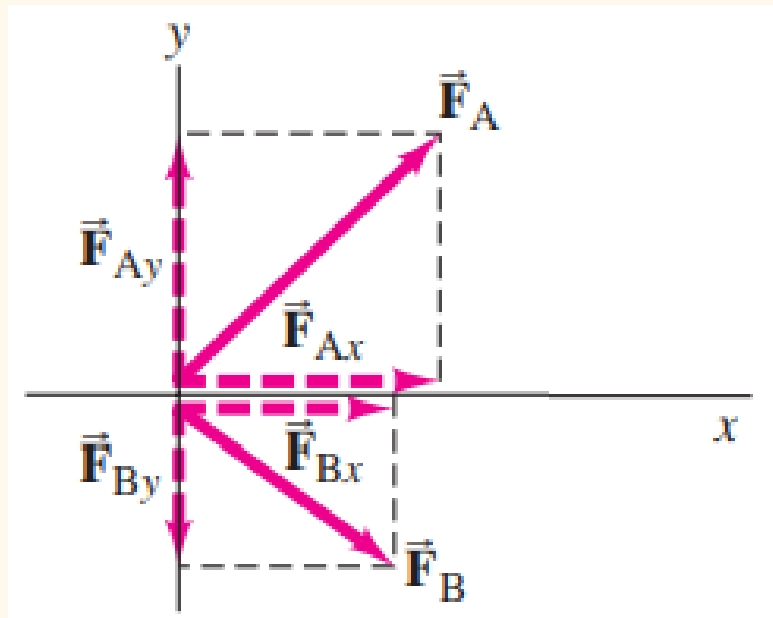
Memecahkan Masalah Hukum Newton : Free Body Diagram





Memecahkan Masalah Hukum Newton : Free Body Diagram

Tentukan arah dan resultan gaya yang bekerja pada perahu yang diberikan gaya oleh pekerja A dan B !



$$F_{Ax} = F_A \cos 45.0^\circ = (40.0 \text{ N})(0.707) = 28.3 \text{ N},$$

$$F_{Ay} = F_A \sin 45.0^\circ = (40.0 \text{ N})(0.707) = 28.3 \text{ N}.$$

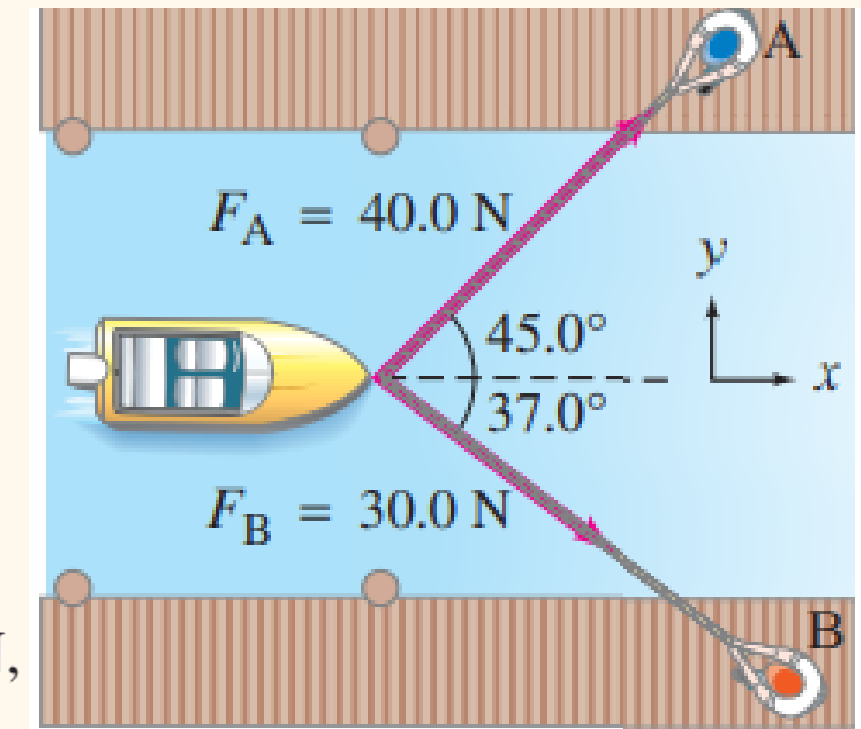
$$F_{Bx} = +F_B \cos 37.0^\circ = +(30.0 \text{ N})(0.799) = +24.0 \text{ N},$$

$$F_{By} = -F_B \sin 37.0^\circ = -(30.0 \text{ N})(0.602) = -18.1 \text{ N}.$$

$$F_{Rx} = F_{Ax} + F_{Bx} = 28.3 \text{ N} + 24.0 \text{ N} = 52.3 \text{ N},$$

$$F_{Ry} = F_{Ay} + F_{By} = 28.3 \text{ N} - 18.1 \text{ N} = 10.2 \text{ N}.$$

$$F_R = \sqrt{F_{Rx}^2 + F_{Ry}^2} = \sqrt{(52.3)^2 + (10.2)^2} \text{ N} = 53.3 \text{ N}.$$



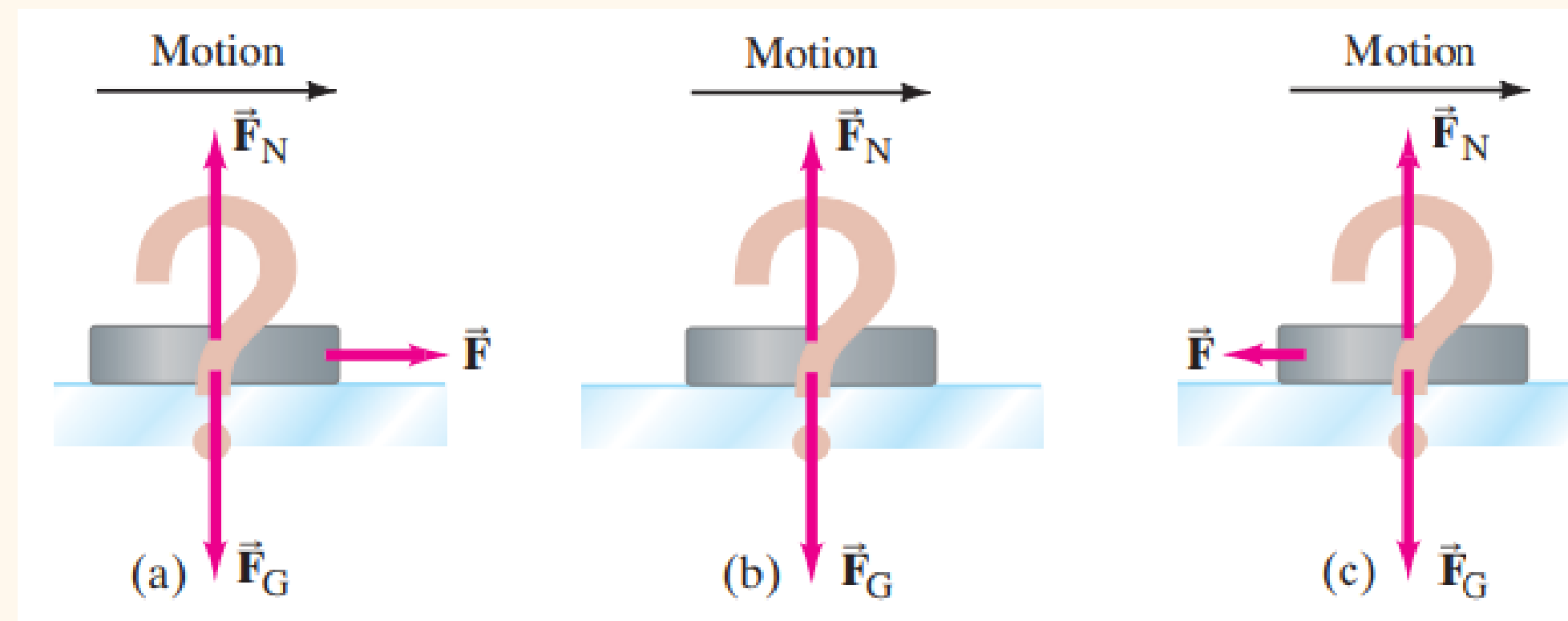
$$\tan \theta = \frac{F_{Ry}}{F_{Rx}} = \frac{10.2 \text{ N}}{52.3 \text{ N}}$$

$$\tan^{-1}(0.195) = 11.0^\circ.$$



Free Body Diagram (Diagram Tubuh Bebas)

Saat menyelesaikan masalah yang melibatkan hukum Newton dan gaya, sangat penting untuk menggambar diagram yang menunjukkan semua gaya yang bekerja pada setiap objek yang terlibat (disebut Free Body Diagram/ Diagram gaya). Dengan memilih satu objek, dan gambarkan panah untuk mewakili setiap gaya yang bekerja padanya.



Free body diagram mana yang benar untuk sebuah pucks hoki yang meluncur di atas es dengan minimum gesekan?



Free Body Diagram (Diagram Tubuh Bebas)

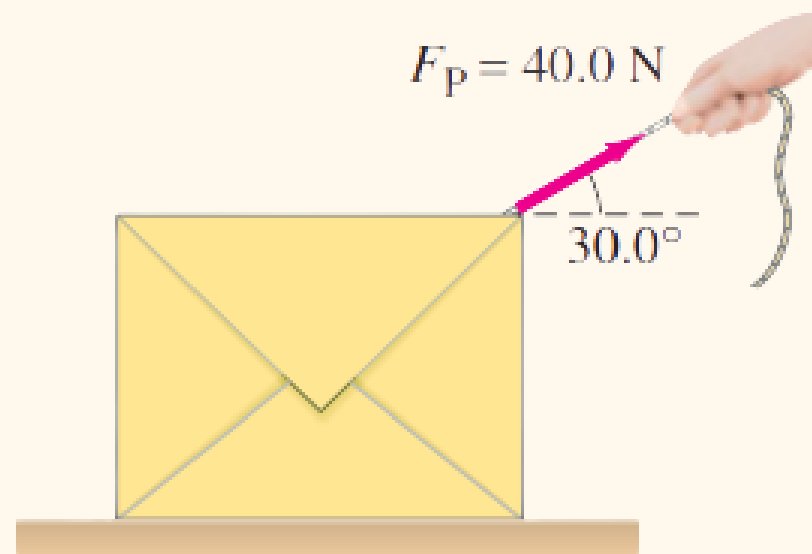
1. Gambar sketsa objek yang akan di analisis.
2. gambarkan diagram benda bebas, untuk menunjukkan semua gaya yang bekerja pada objek tersebut dengan menggambarkan panah untuk setiap vektor gaya.
3. Pilih sumbu x dan y sedemikian rupa sehingga mempermudah perhitungan
4. Untuk setiap objek, terapkan hukum kedua Newton pada komponen x dan y secara terpisah
5. Selesaikan persamaan atau persamaan-persamaan untuk variabel yang tidak diketahui. Masukkan nilai numerik hanya pada akhir, dan perhatikan satuan.



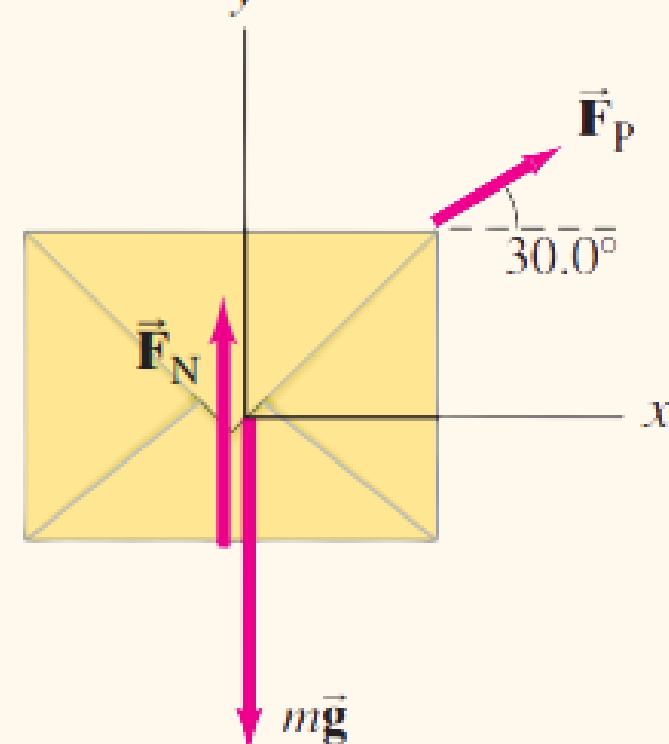
Budi menarik kotak dengan tali yang terpasang, seperti yang ditunjukkan pada Gambar. Besaran gaya yang diberikan oleh orang tersebut adalah $F(P) = 40,0 \text{ N}$, dan diberikan pada sudut $30,0^\circ$. Hitung (a) percepatan kotak, dan (b) besaran gaya ke atas $F(N)$ yang diberikan oleh meja pada kotak. Asumsikan gesekan dapat diabaikan!

Solusi

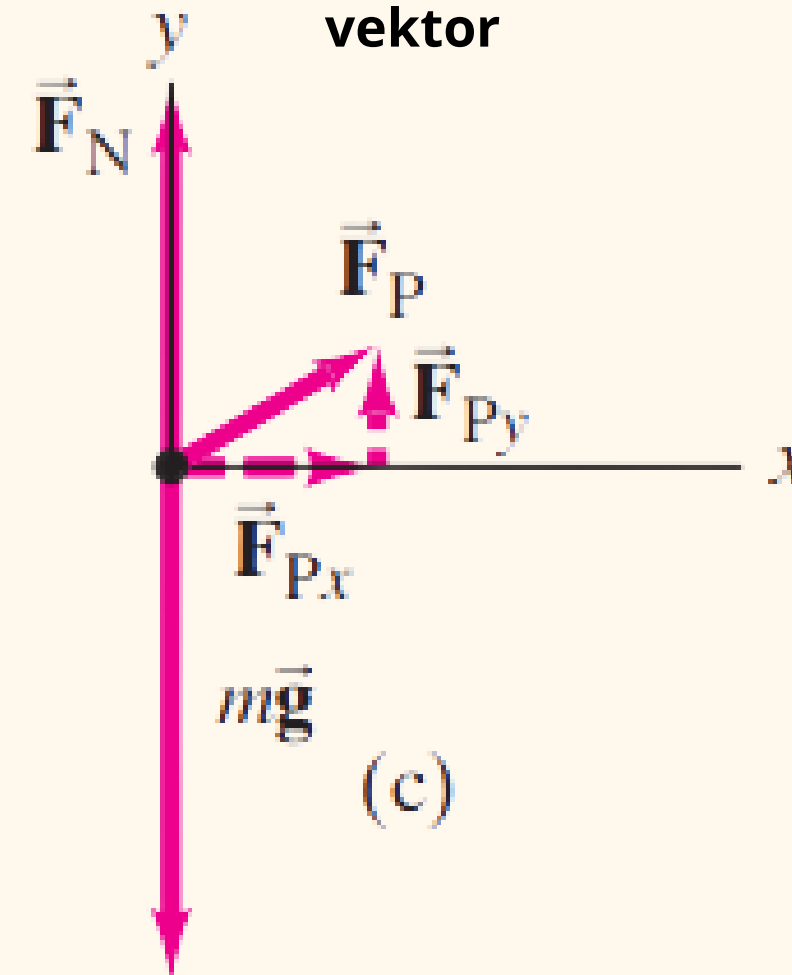
1. Gambarlah sketsa:



2. Diagram tubuh bebas:



3. Pilih sumbu dan selesaikan vektor





Solusi

4a. Terapkan Hukum Kedua Newton

$$F_{Px} = ma_x.$$

5a. Selesaikan dengan masukkan nilai numerik

$$a_x = \frac{F_{Px}}{m} = \frac{(34.6 \text{ N})}{(10.0 \text{ kg})} = 3.46 \text{ m/s}^2.$$

4b. Terapkan Hukum Kedua Newton

$$\begin{aligned}\Sigma F_y &= ma_y \\ F_N - mg + F_{Py} &= ma_y\end{aligned}$$

5a. Selesaikan dengan masukkan nilai numerik

$$F_N - 98.0 \text{ N} + 20.0 \text{ N} = 0,$$

$$F_N = 78.0 \text{ N}.$$



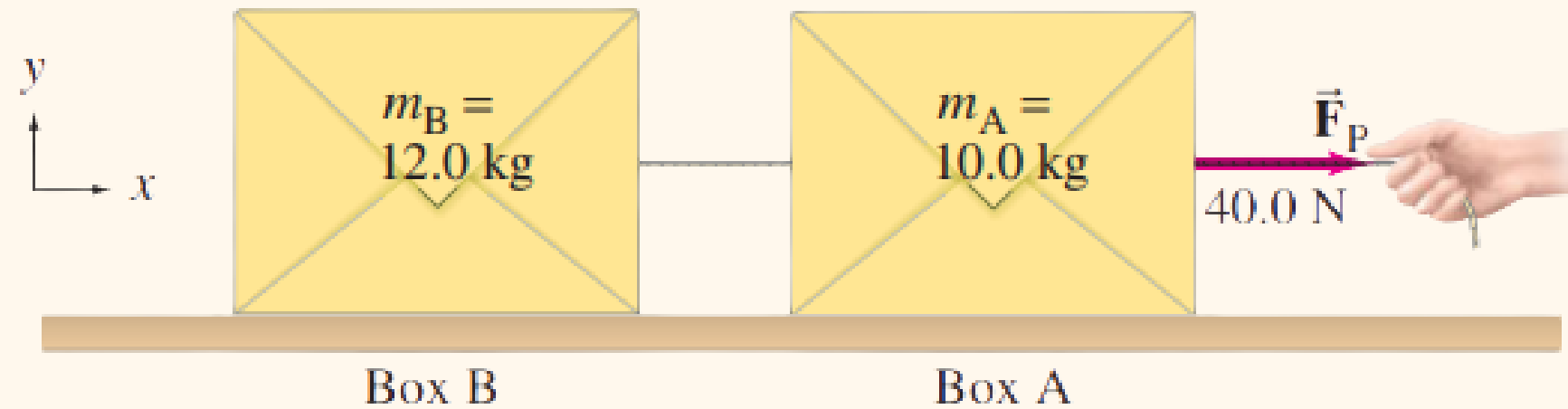
Tegangan pada Tali

Ketika tali yang lentur menarik suatu objek, tali tersebut dikatakan berada dalam keadaan tegangan, dan gaya yang diterapkan pada objek adalah tegangan (FT). Jika tali memiliki massa yang diabaikan, gaya yang diterapkan pada satu ujung akan diteruskan tanpa berkurang ke setiap bagian tali yang berdekatan.

gaya yang menarik tali di kedua ujungnya harus berjumlah nol (FT dan -FT), karena $m=0$. tali dan senar fleksibel hanya dapat menarik. Sebagai analogi tali yang lentur tidak dapat mendorong (akan melengkung)



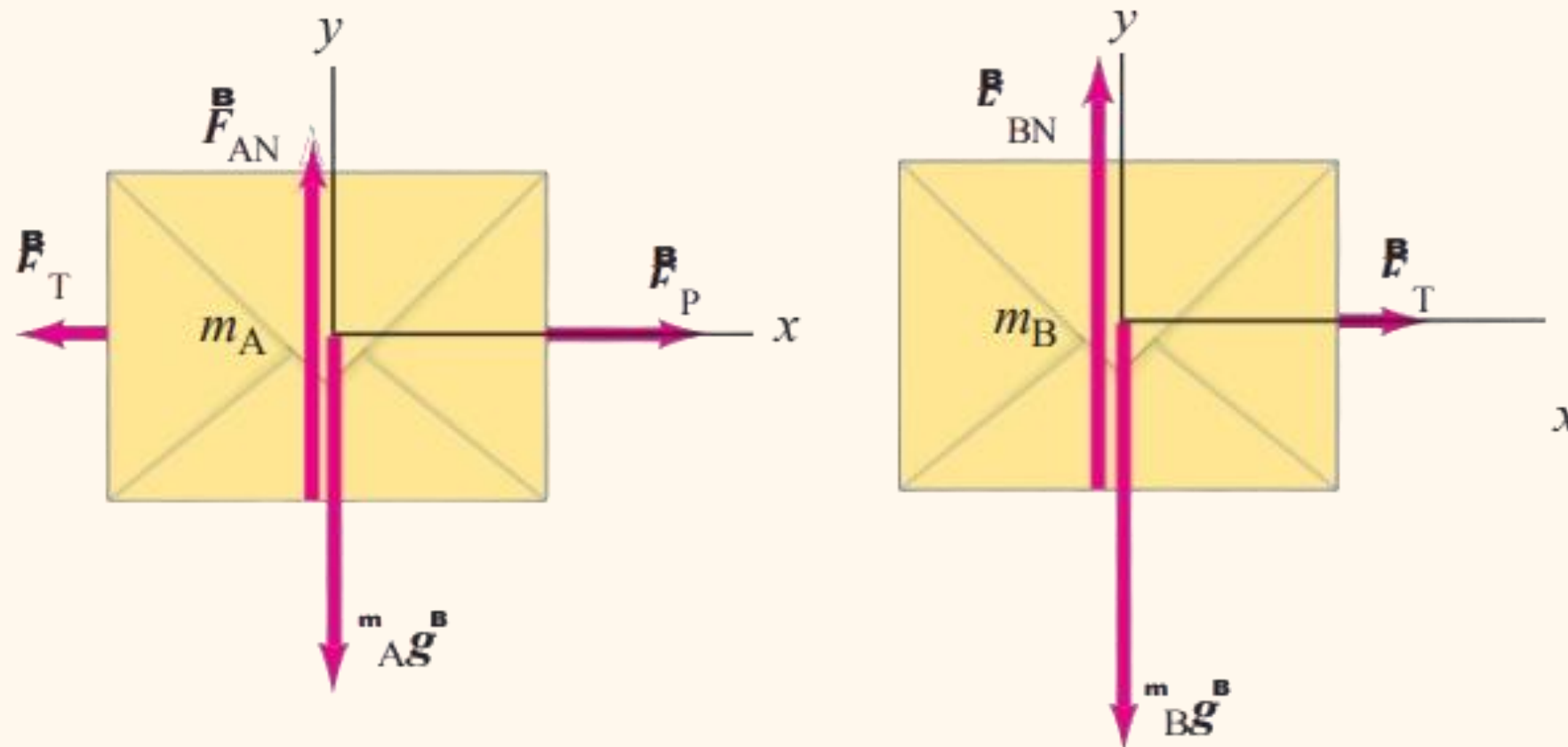
Tegangan pada Tali



$$\Sigma F_x = F_P - F_T = m_A a_A$$

$$\Sigma F_x = F_T = m_B a_B$$

Karena, balok A dan B bergerak bersamaan maka percepatan (a)nya sama.

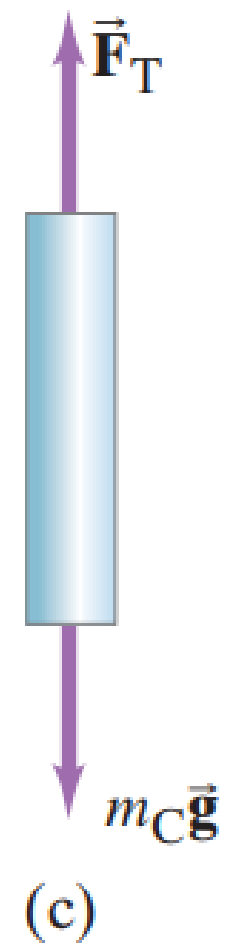
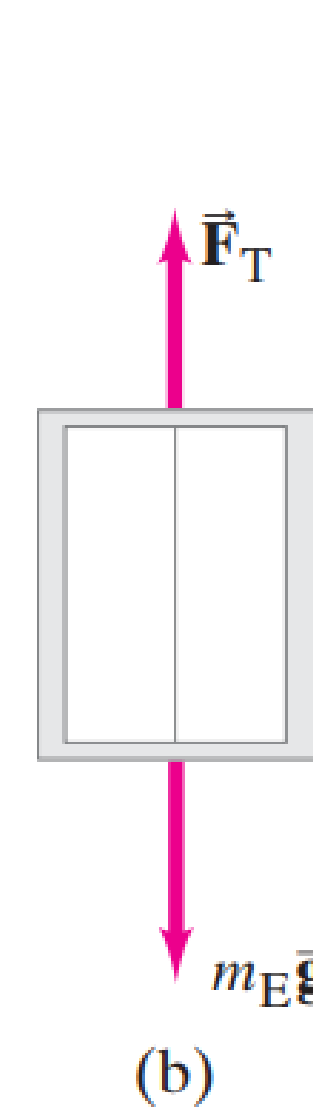
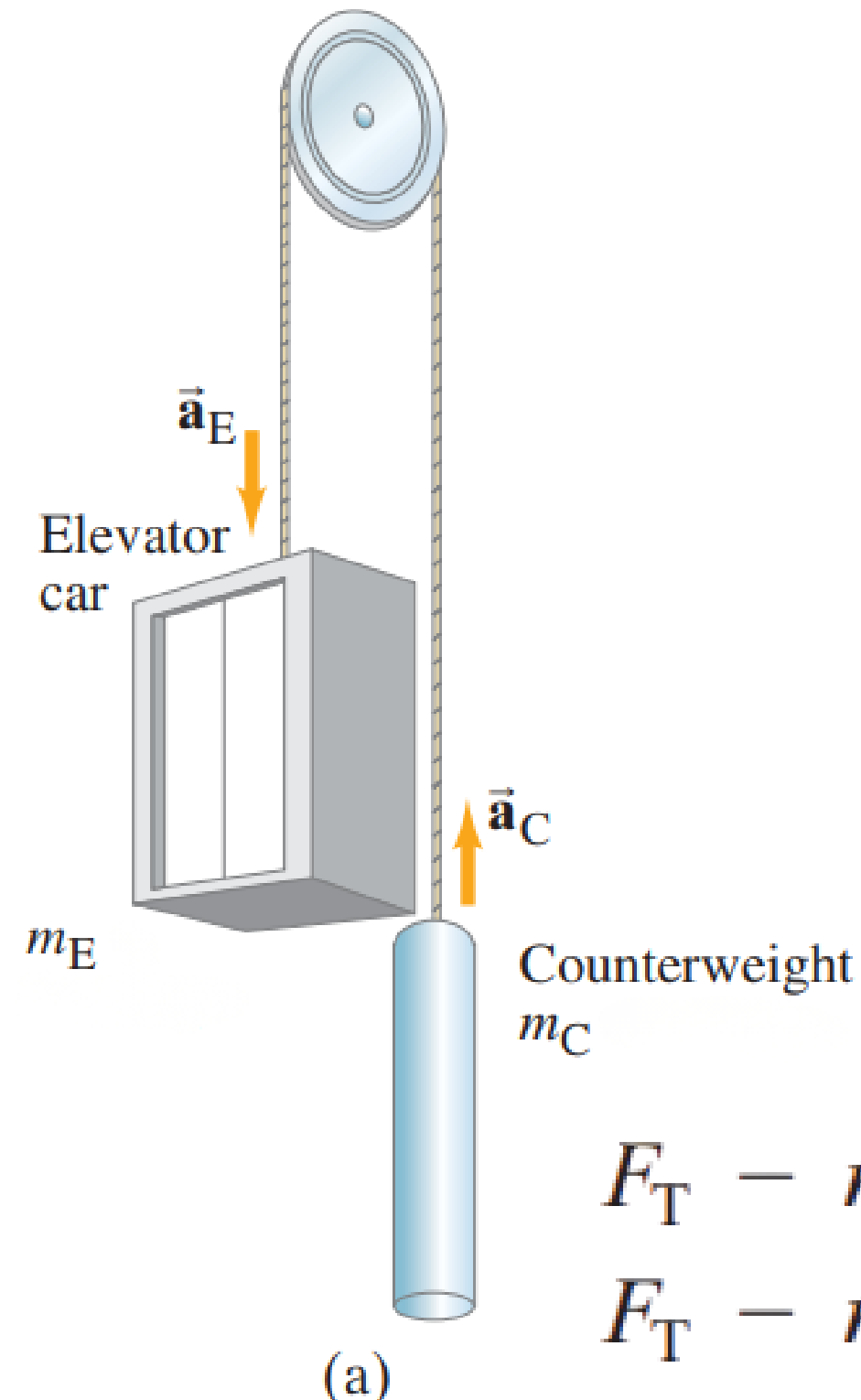


$$(m_A + m_B)a = F_P - F_T + F_T = F_P$$

$$a = \frac{F_P}{m_A + m_B}$$

Lift dan Pesawat Atwood

- massa kabel dapat diabaikan, serta massa katrol dan gesekan juga kecil dan dapat diabaikan (sehingga $F_T = -F_T$).
- kita perlu menerapkan Hukum Kedua Newton pada masing-masing objek secara terpisah.



$$F_T - m_E g = m_E a_E = -m_E a$$

$$F_T - m_C g = m_C a_C = +m_C a.$$

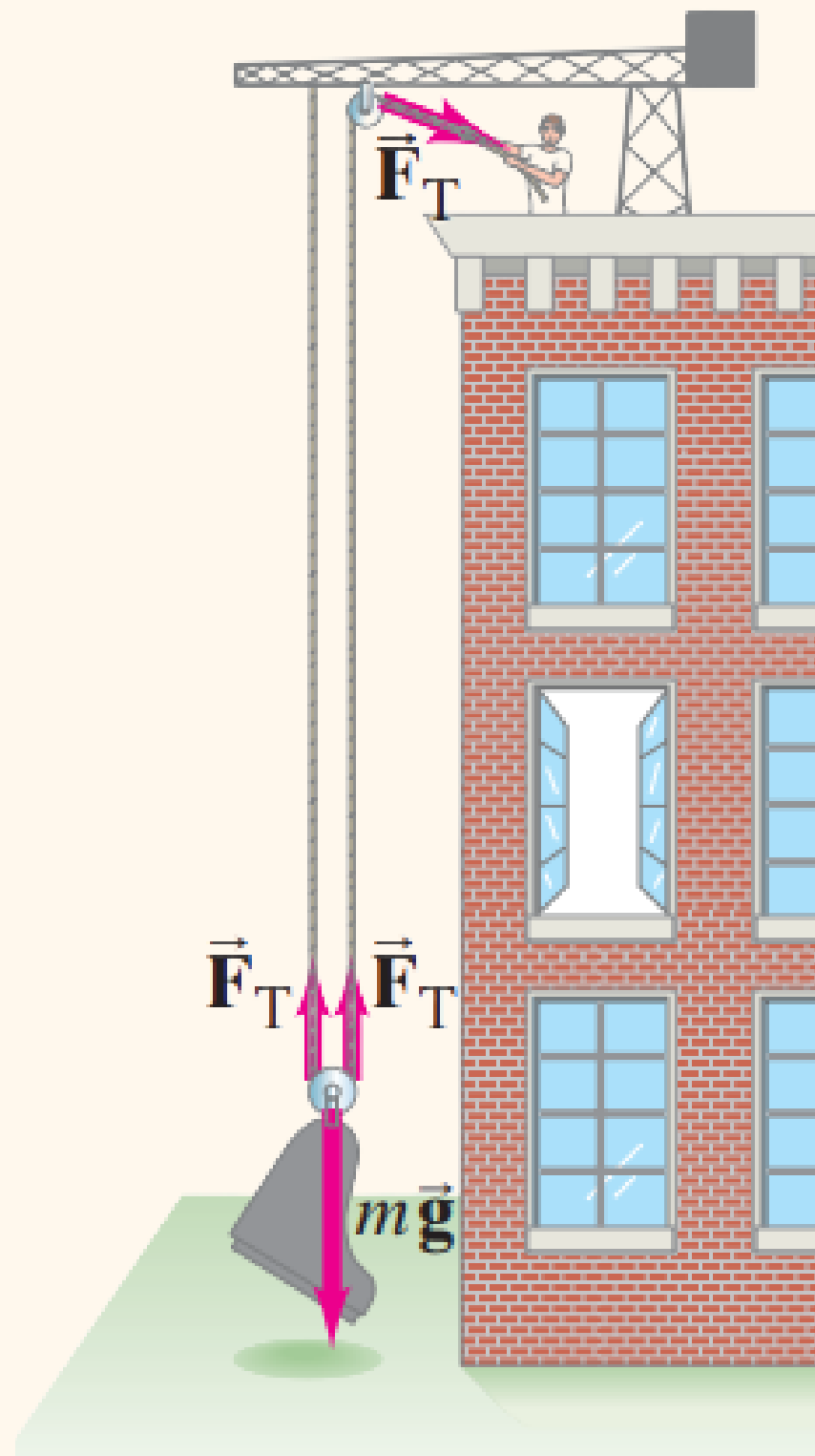
Lift dan Pesawat Atwood

Karena, kedua benda C dan E bergerak bersamaan maka percepatan (a)nya sama.

$$(m_E - m_C)g = (m_E + m_C)a,$$

$$a = \frac{m_E - m_C}{m_E + m_C} g$$

Keuntungan menggunakan katrol



Seorang pengangkut berusaha mengangkat piano (dengan perlahan) ke apartemen lantai dua. tali yang dililitkan di dua katrol seperti yang ditunjukkan gambar di samping. Maka besar gaya yang harus dia berikan pada tali untuk mengangkat berat piano adalah :

$$2F_T - mg = ma$$

Untuk memindahkan piano dengan kecepatan konstan (tetapkan $a = 0$ dalam persamaan ini), maka diperlukan tegangan pada tali, dan oleh karena itu tarikan pada tali, sebesar :

$$F_T = mg/2$$

Sehingga gaya yang dibutuhkan yang setara dengan setengah berat piano. katrol memberikan keuntungan mekanis 2, karena tanpa katrol, pemindah harus mengerahkan gaya dua kali lipat.

Gaya Gesek

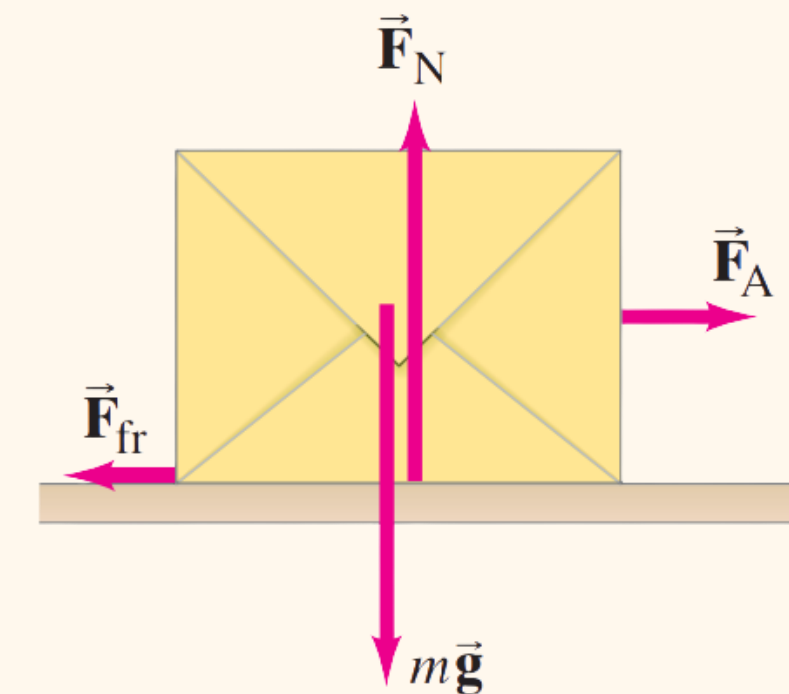
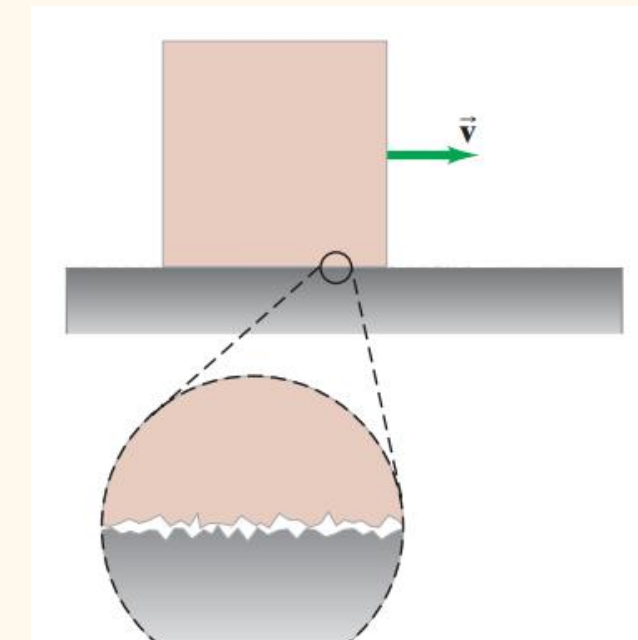
Jenis-jenis gesekan :

- Gesekan kinetis : gaya gesek ketika benda bergerak.
- Gesekan statis : gaya gesek ketika benda diam.

Besar gaya gesekan kinetis : Besar gaya gesekan statis :

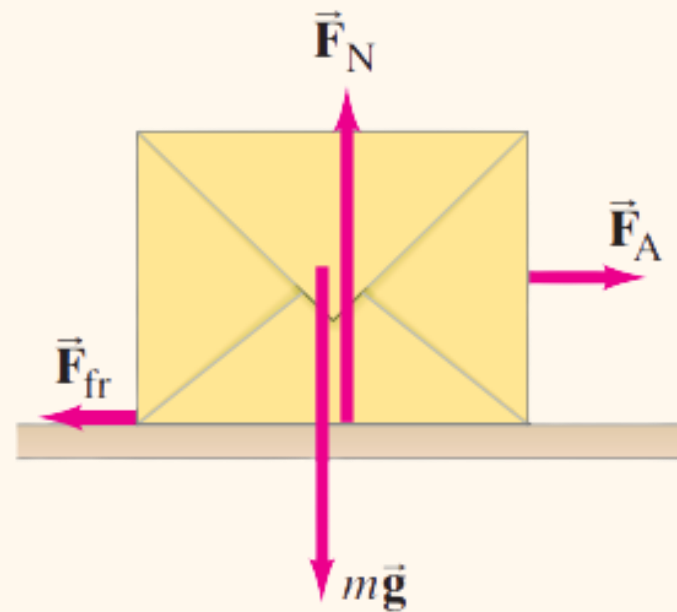
$$F_{\text{fr}} = \mu_k F_N \qquad F_{\text{fr}} \leq \mu_s F_N$$

- Gaya gesekan statis dapat bervariasi dari nol hingga nilai maksimum.
- Ketika gaya yang diberikan pada benda melebihi gaya gesek statis maksimum, maka benda dikatakan akan bergerak atau sudah bergerak





Gaya Gesek



Kotak misterius bermassa 10,0 kg diam di atas lantai horizontal. Koefisien gesekan statis = 0,40 dan koefisien gesek kinetik = 0,30. Tentukan gaya gesekan, yang bekerja pada kotak jika gaya horizontal yang diterapkan F_A sebesar: (a) 0, (b) 10 N, (c) 20 N, (d) 38 N, dan (e) 40 N.

$$F_N = mg = (10.0 \text{ kg})(9.80 \text{ m/s}^2) = 98.0 \text{ N.}$$