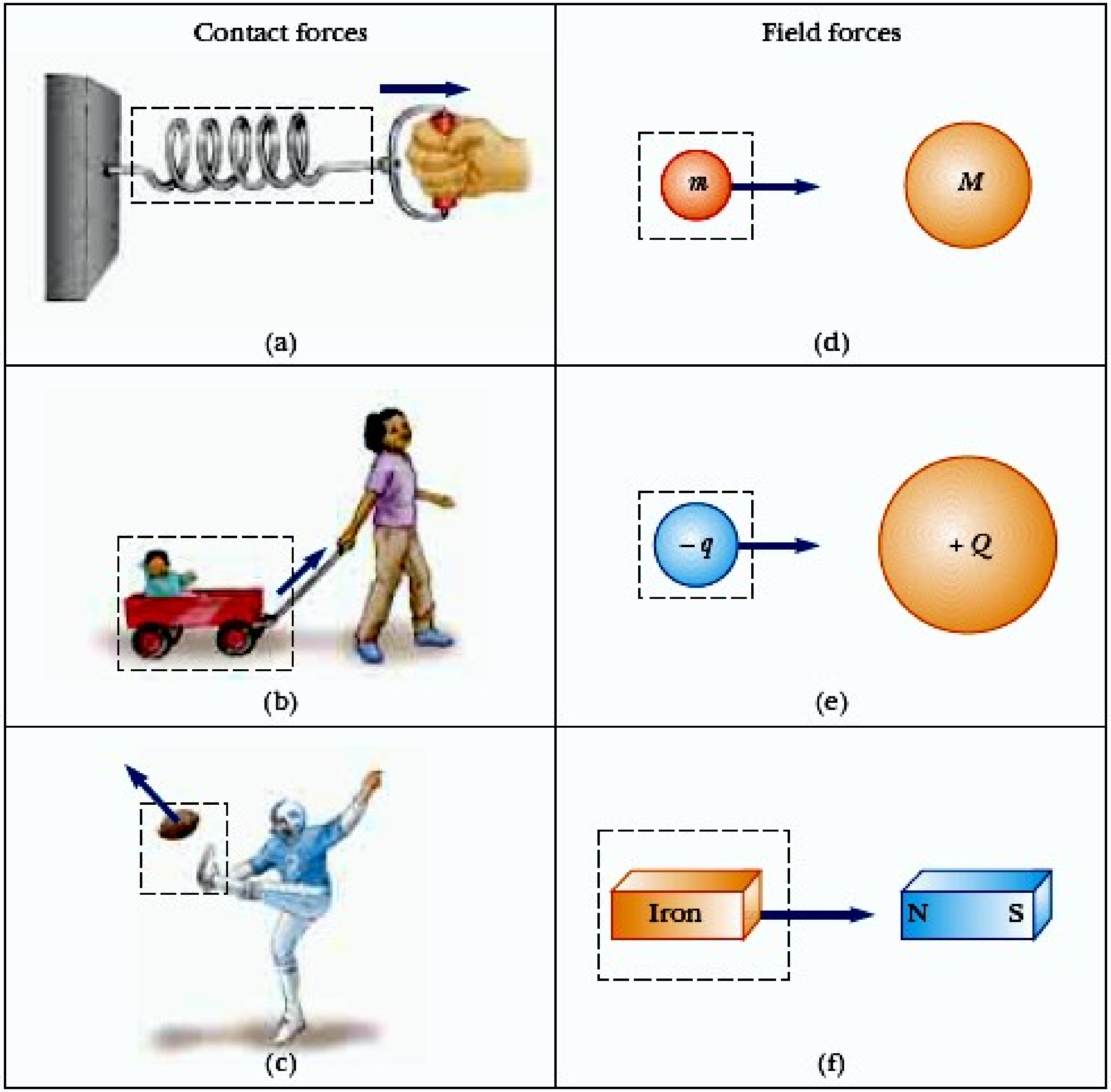
# Rodzaje prostych oddziaływań



# Zasady dynamiki

- I . Cząstka (obiekt,ciało) trwa w spoczynku lub porusza się ruchem prostoliniowym jednostajnym gdy nie działa na nią żadna siłą (lub działające siły się równoważą)

- II.  Zmiana ruchu jest proporcjonalna do przyłożonej siły poruszającej i odbywa się w kierunku prostej, wzdłuż której siła jest przyłożona

- III Względem każdego działania (akcji) istnieje równe mu przeciwdziałanie (reakcja) skierowana przeciwnie,tj. wzajemne działania dwóch ciał są zawsze równe sobie i skierowane przeciwnie

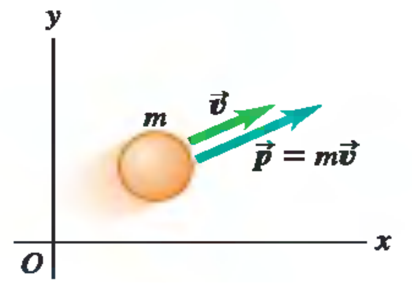
# II zasada dynamiki

*„Zmiana ruchu jest proporcjonalna do przyłożonej siły poruszającej i odbywa się w kierunku prostej, wzdłuż której siła jest przyłożona"*

*Miarą siły działającej na ciało jest pochodna jego pędu po czasie.*

Ilość ruchu, stan ruchu danego ciała opisuje **pęd**

$$\vec{p} = m\vec{v}$$




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

$$\vec{F} = \frac{d\,\vec{p}}{dt}$$

$$F = m\frac{d(v)}{dt} = \frac{d(mv)}{dt} = \frac{dv}{dt}m + \frac{dm}{dt}v$$

# II zasada dynamiki

*„Zmiana ruchu jest proporcjonalna do przyłożonej siły poruszającej i odbywa się w kierunku prostej, wzdłuż której siła jest przyłożona”*

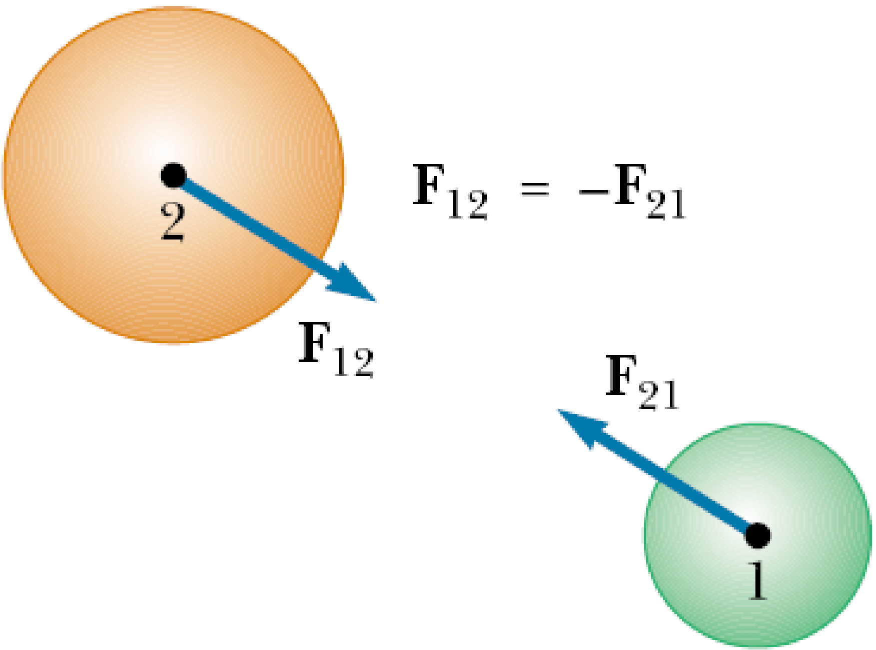
*Gdy siła zmienia się w czasie (dla jednego wymiaru) całkowita zmiana pędu obliczana jest za pomocą wyrażenia:*

$$F(t)dt = dp$$

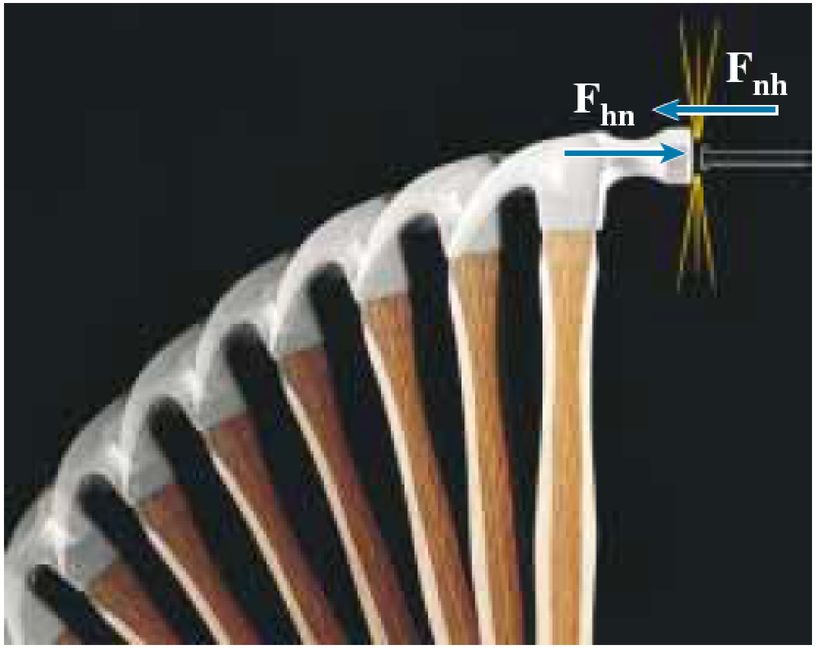
*impuls siły, popęd*

$$\int_{t_1}^{t_2} F(t)dt = \Delta p$$

# III zasada dynamiki

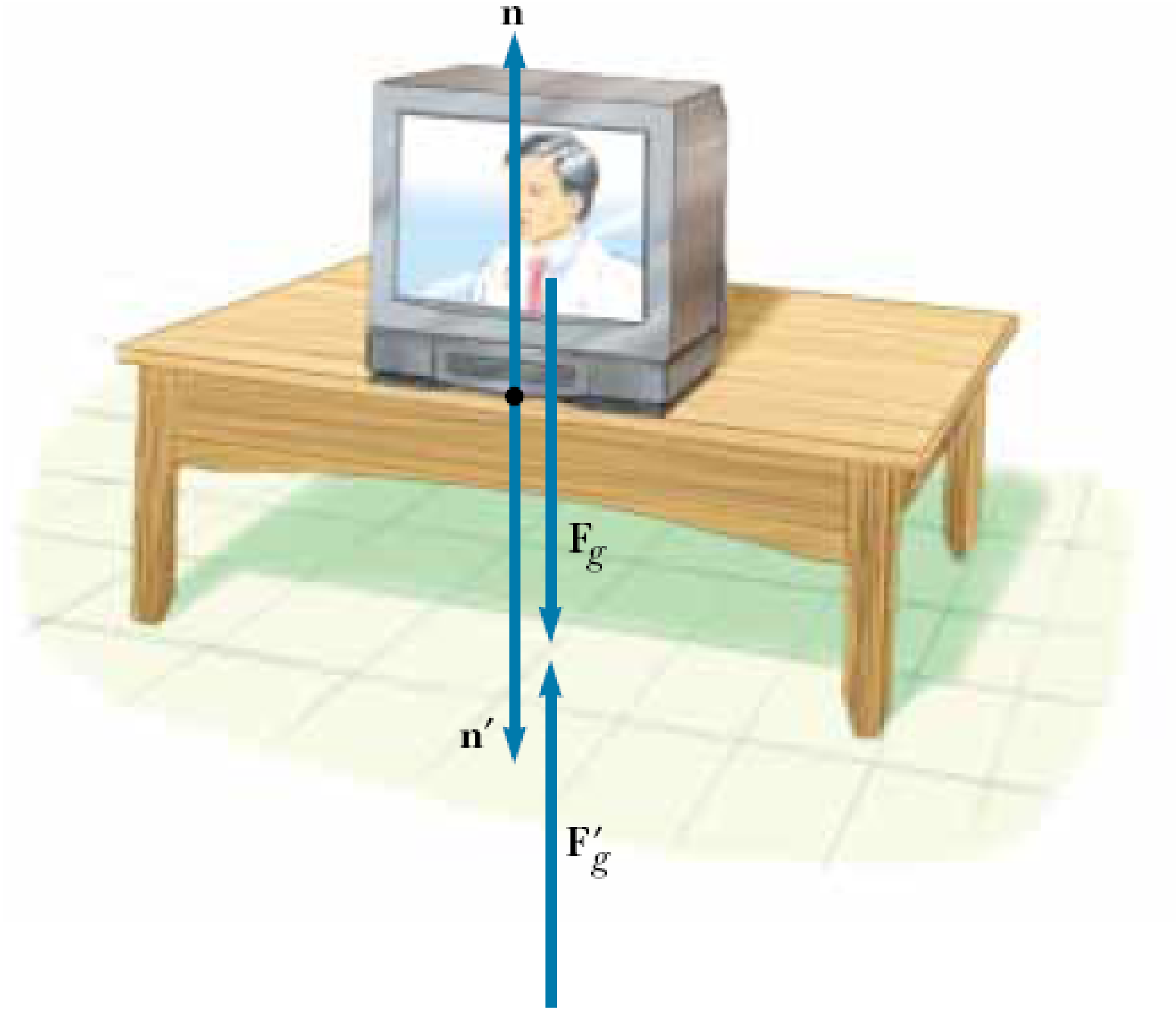



(a)

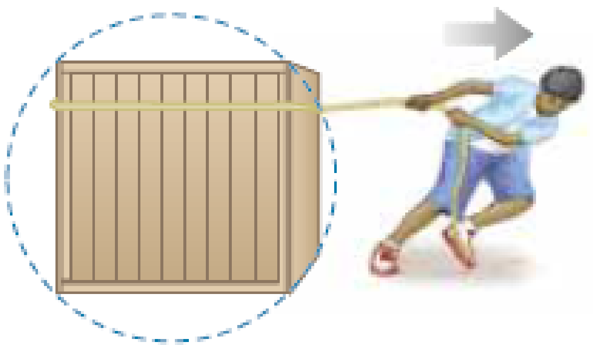


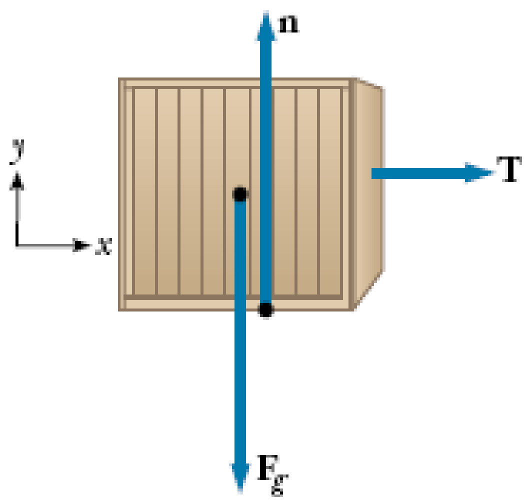

(b)

# III zasada dynamiki



# Zasada dynamiki z praktyce


(a)



(b)

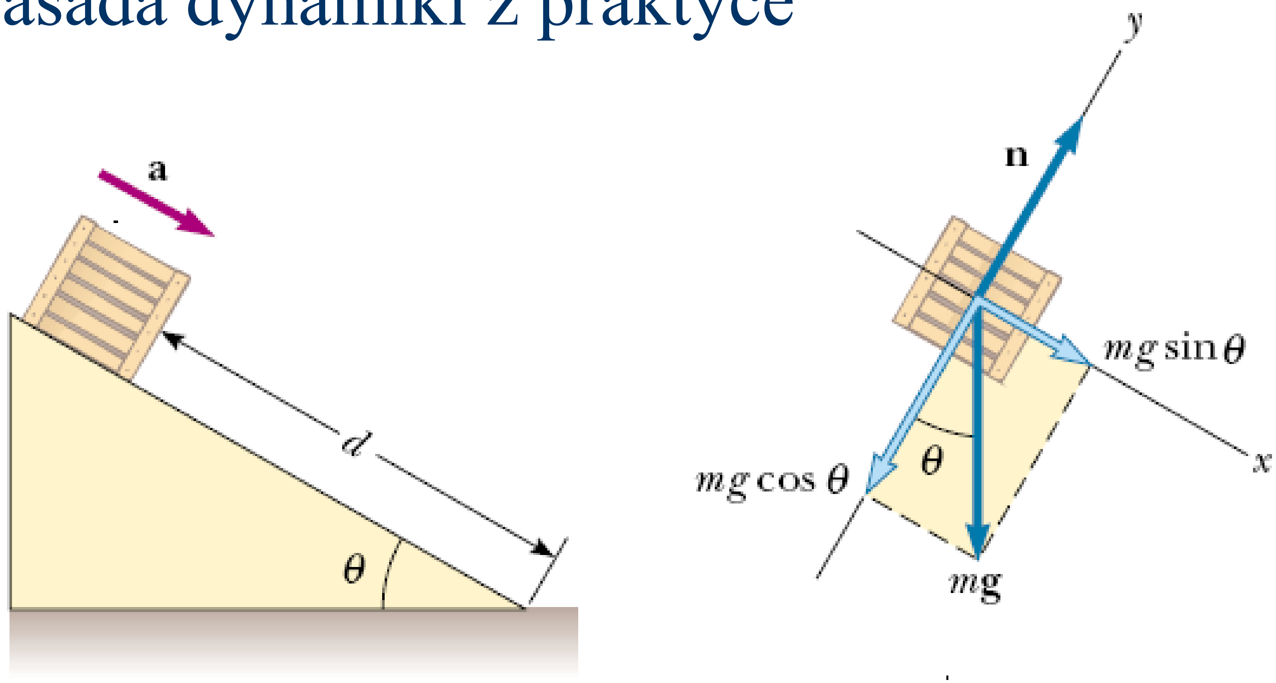
$$\sum F_x = T = ma_x \qquad a_x = \frac{T}{m}$$

$$\Sigma F_y = ma_y \qquad a_y = 0$$

$$n + (-F_g) = 0$$

$$n = F_g$$

# Zasada dynamiki z praktyce



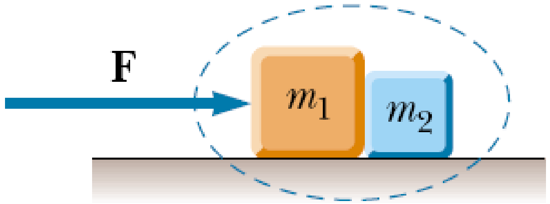

(a) (b)

$$(1) \qquad \sum F_x = mg\sin\,\theta = ma_x$$

$$(2) \qquad \sum F_y = n - mg\cos\theta = 0$$

$$(3) \qquad a_x = g\sin\,\theta$$

# Jeden bloczek popycha drugi

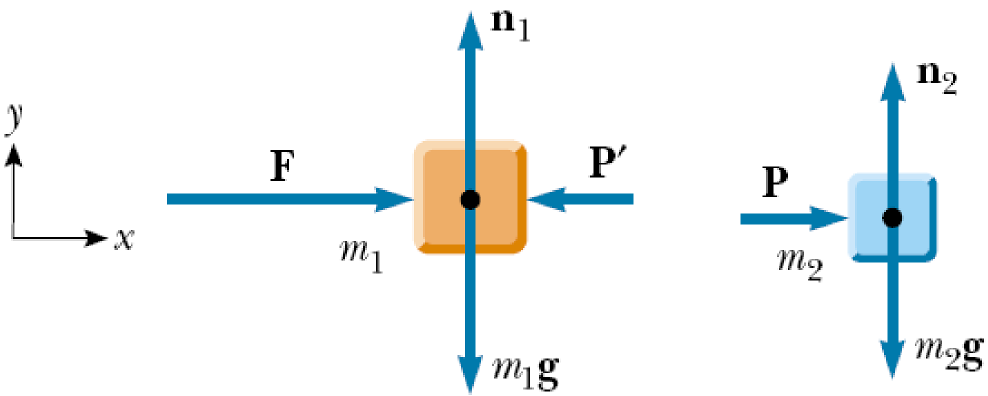



(a)

Na cały układ:

$$\sum F_x(\text{system}) = F = (m_1 + m_2)a_x$$

(1) $$a_x = \frac{F}{m_1 + m_2}$$




(b) (c)

Na blok 2:

(2) $$\sum F_x = P = m_2 a_x$$

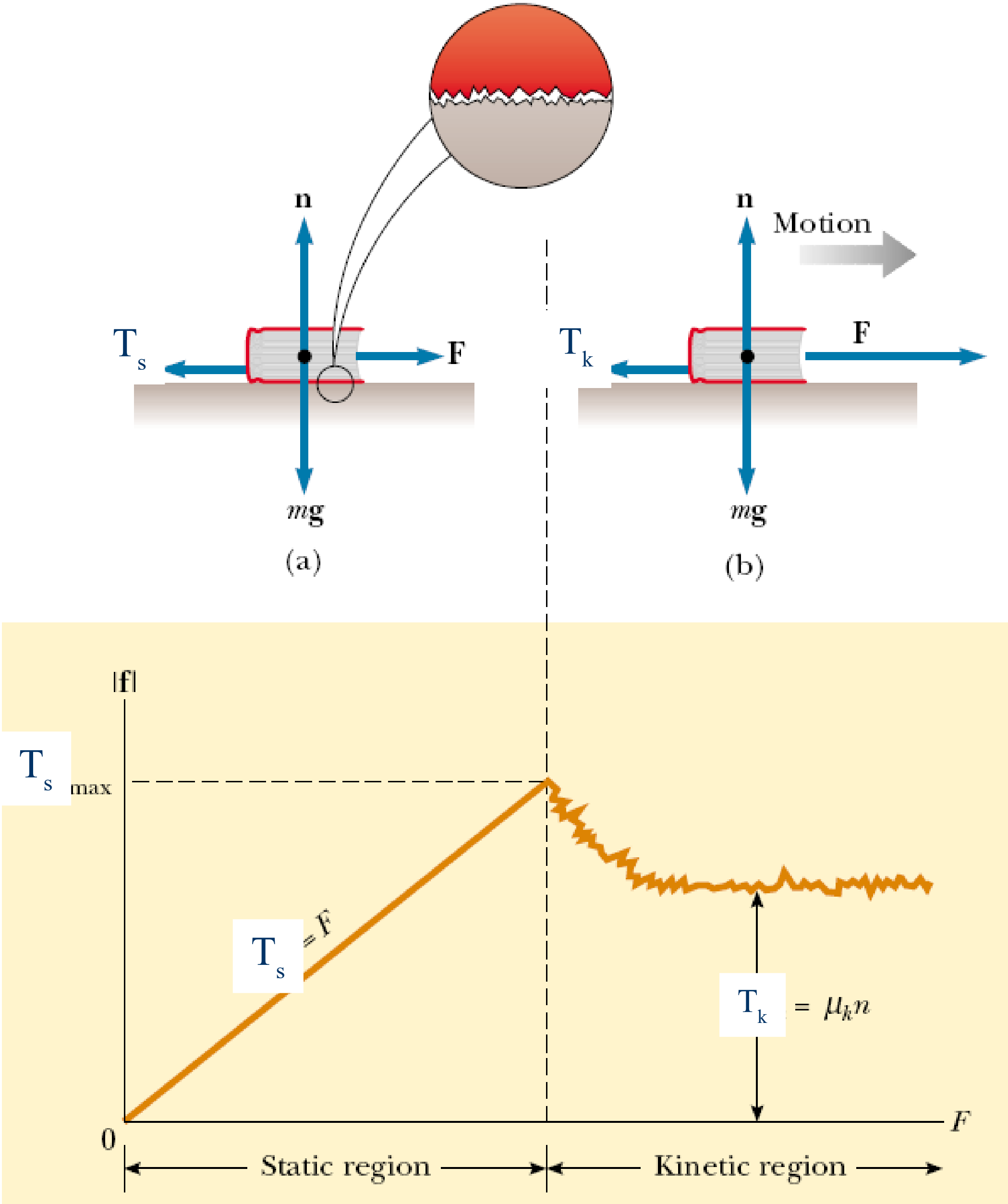
(3) $$P = m_2 a_x = \left(\frac{m_2}{m_1 + m_2}\right)F$$

Na blok 1:

(4) $$\sum F_x = F - P' = F - P = m_1 a_x$$

$$P = F - m_1 a_x = F - \frac{m_1 F}{m_1 + m_2} = \left(\frac{m_2}{m_1 + m_2}\right)F$$

# Siły tarcia statycznego i kinetycznego




$$T_s \leq \mu_s n$$

$$T_k = \mu_k n$$

# Przykładowe współczynniki tarcia

**TABLE 5.2 Coefficients of Friction**[a]

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

[a] All values are approximate. In some cases, the coefficient of friction can exceed 1.0.

# Opór powietrza

Przybliżone wyrażenie na siłę oporu powietrza dla dużych obiektów

$$F_a = \frac{1}{2} D \rho A v^2$$

prędkość; gęstość powietrza; przekrój czynny

Siły oporów dla jadącego samochodu: $F_t = F_r + F_a$

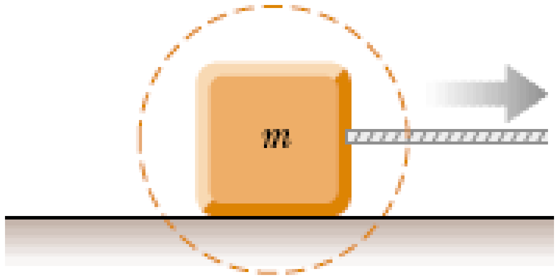
Table 7.2, using $D = 0.50$, $\rho = 1.293\ \mathrm{kg/m^3}$, and $A \approx 2\ \mathrm{m^2}$.

**TABLE 7.2 Frictional Forces and Power Requirements for a Typical Car**[a]

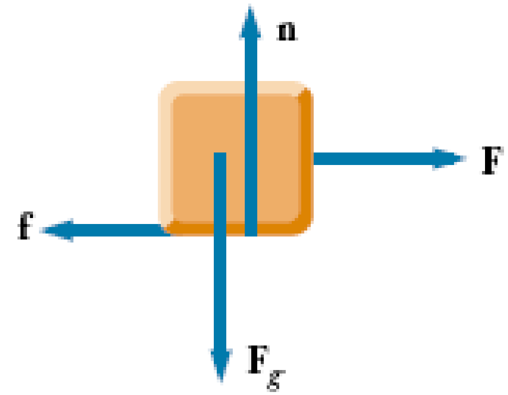
| $v$ (m/s) | $n$ (N) | $F_r$ (N) | $F_a$ (N) | $F_t$ (N) | $\mathcal{P} = f_t v$ (kW) |
|---|---|---|---|---|---|
| 0 | 14 200 | 227 | 0 | 227 | 0 |
| 8.9 | 14 100 | 226 | 51 | 277 | 2.5 |
| 17.8 | 13 900 | 222 | 204 | 426 | 7.6 |
| 26.8 | 13 600 | 218 | 465 | 683 | 18.3 |
| 35.9 | 13 200 | 211 | 830 | 1 041 | 37.3 |
| 44.8 | 12 600 | 202 | 1 293 | 1 495 | 67.0 |

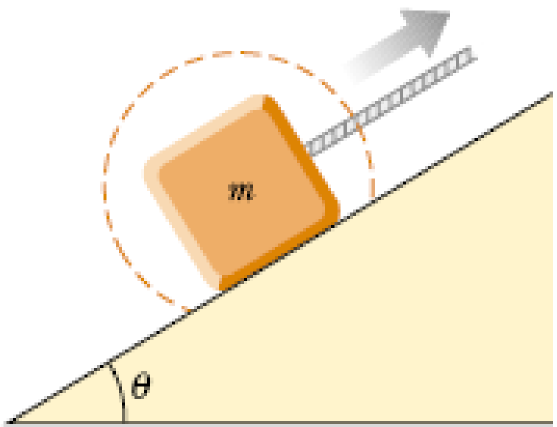
[a] In this table, $n$ is the normal force, $f_r$ is road friction, $f_a$ is air friction, $f_t$ is total friction, and $\mathcal{P}$ is the power delivered to the wheels.

# Podsumowanie:

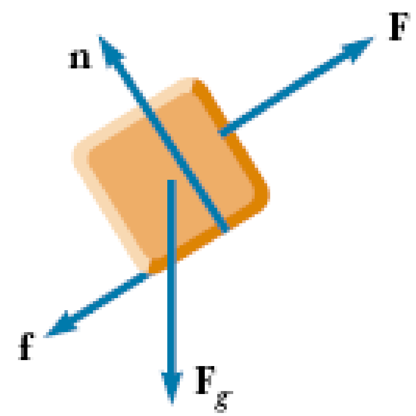



A block pulled to the right on a rough horizontal surface

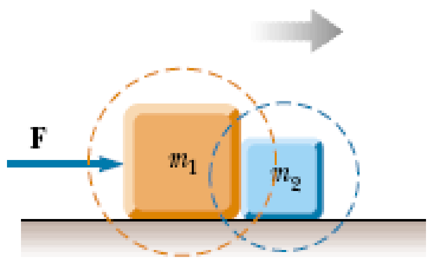


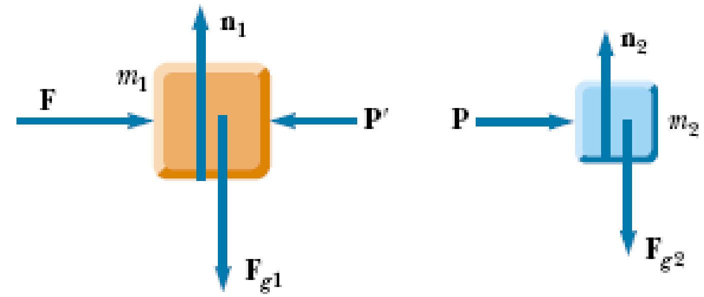

A block pulled up a rough incline



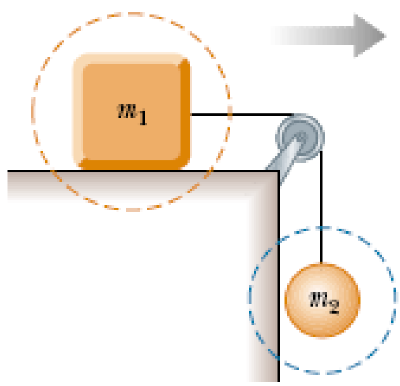
# Podsumowanie:



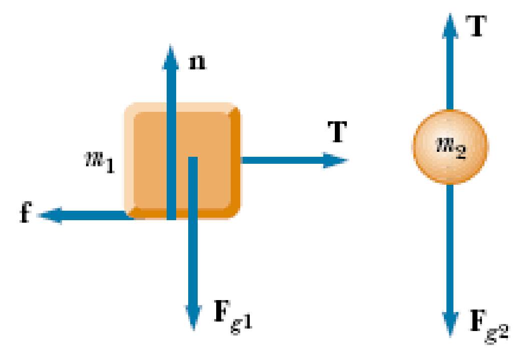

Two blocks in contact, pushed to the right on a frictionless surface



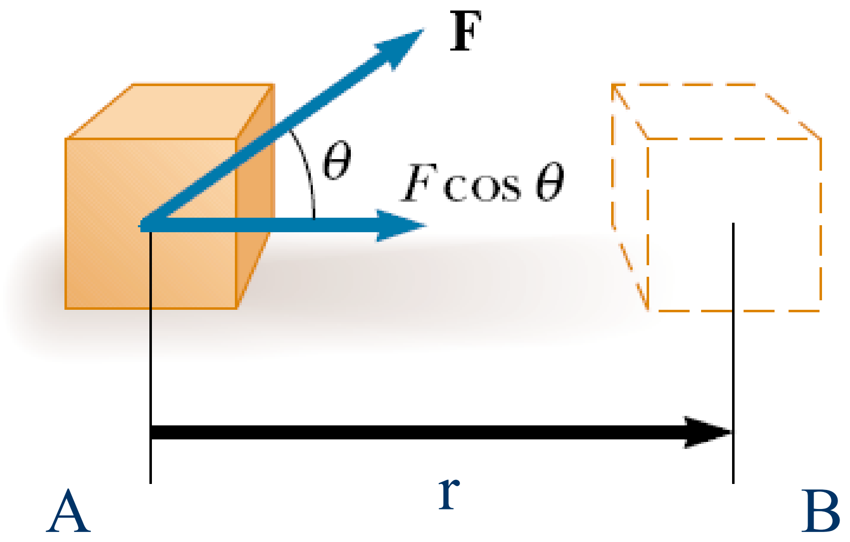

*Note:* $\mathbf{P} = -\mathbf{P}'$ because they are an action–reaction pair.




Two masses connected by a light cord. The surface is rough, and the pulley is frictionless.



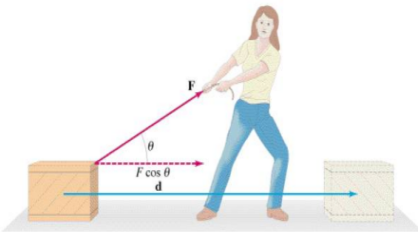
# Definicja pracy

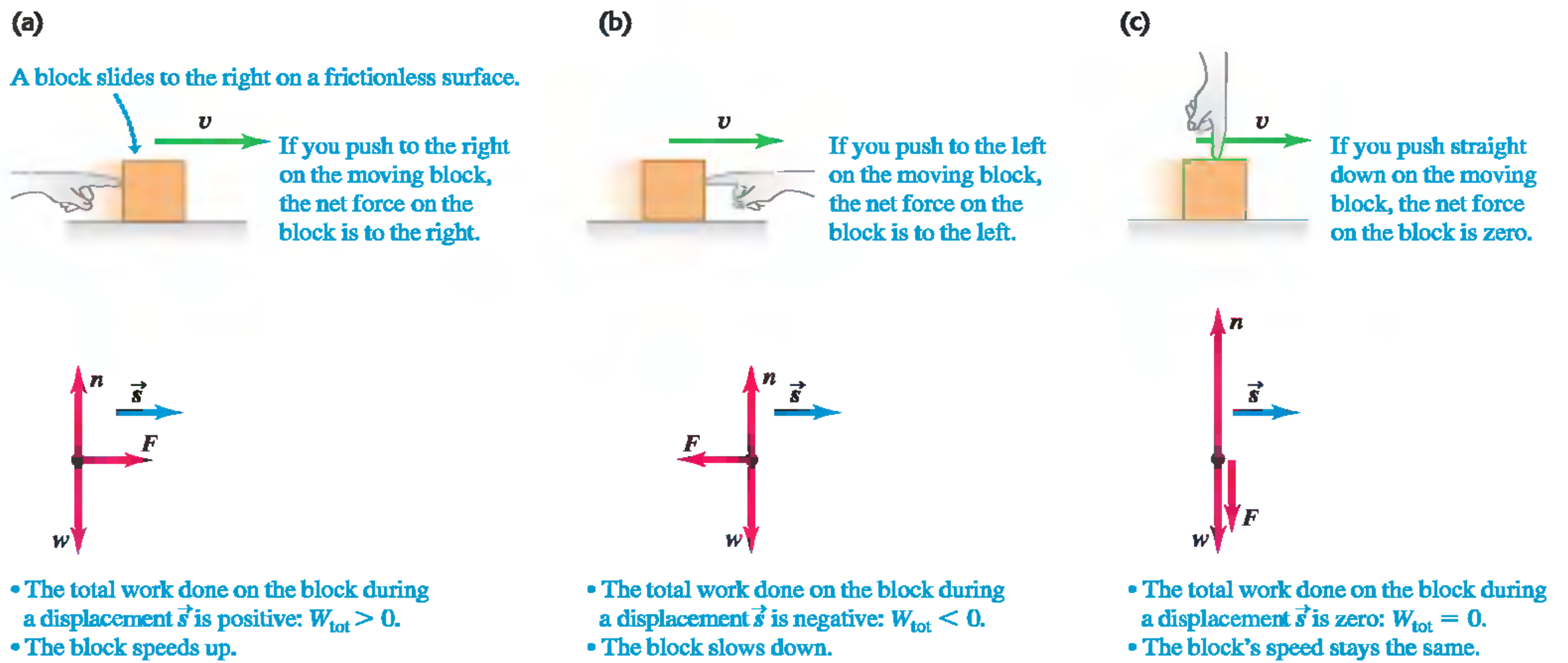



$$W = F \cdot r \cdot \cos\theta$$

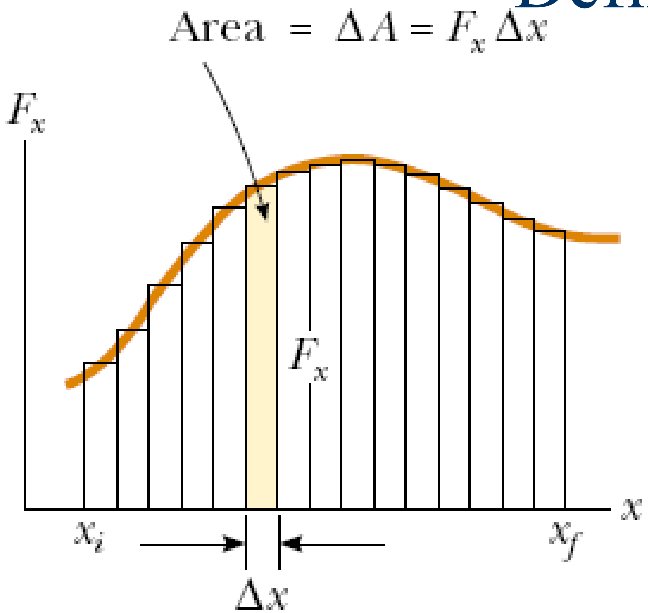
$$W = \vec{F} \cdot \vec{r}$$

# Praca

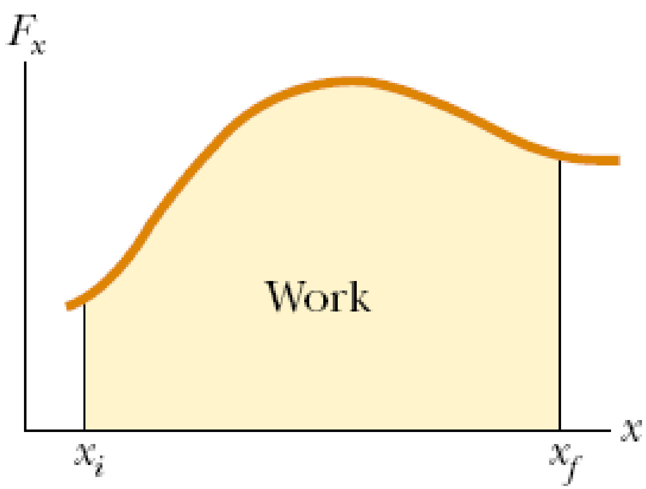

F
θ
F cos θ
d


(a)
A block slides to the right on a frictionless surface.
v
If you push to the right on the moving block, the net force on the block is to the right.
n
s
F
w
• The total work done on the block during a displacement $\vec{s}$ is positive: $W_{tot} > 0$.
• The block speeds up.
(b)
v
If you push to the left on the moving block, the net force on the block is to the left.
n
s
F
w
• The total work done on the block during a displacement $\vec{s}$ is negative: $W_{tot} < 0$.
• The block slows down.
(c)
v
If you push straight down on the moving block, the net force on the block is zero.
n
s
F
w
• The total work done on the block during a displacement $\vec{s}$ is zero: $W_{tot} = 0$.
• The block's speed stays the same.

# Definicja pracy siły zmiennej



(a)



(b)

$$\Delta W = \vec{F} \cdot \Delta \vec{r}$$

$$W = \sum \Delta W$$

$$W = \sum \vec{F} \cdot \Delta \vec{r}$$

$$W = \lim_{\Delta r \to 0} \sum \vec{F} \cdot \Delta \vec{r}$$

$$W = \int_A^B \vec{F} \cdot d\vec{r}$$