

# Podstawy Fizyki

## dla Informatyki

Stanisław Drożdż  
Katedra Informatyki PK

# Układ ciał

## Układ ciał:

Zbiór pewnej liczby ciał

## Siła zewnętrzna:

Siła działająca na dowolne ciało układu, nie wywołana przez żadne z nich.

## Siły wewnętrzne:

Siły działające między ciałami układu.

# Siła grawitacji

- Siła grawitacji (ciężkości) — siła z jaką przyciągają się dwie masy.

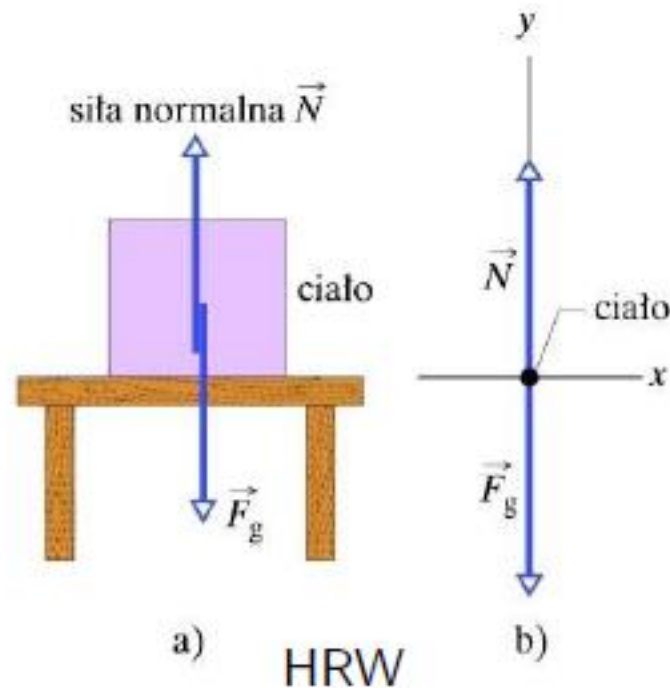
Siła grawitacji  $\vec{F}_g$  przy powierzchni Ziemi:

$$\begin{aligned}\vec{F}_g &= m\vec{g}, & \text{skierowana w dół} \\ F_{g,y} &= -mg, & \text{składowa wzdłuż osi pionowej} \\ F_g &= mg, & \text{wartość bezwzględna (ciężar } W)\end{aligned}$$

- Ciężar **nie jest** masą!  
Różny na różnych ciałach niebieskich, masa stała!

# Siła nacisku

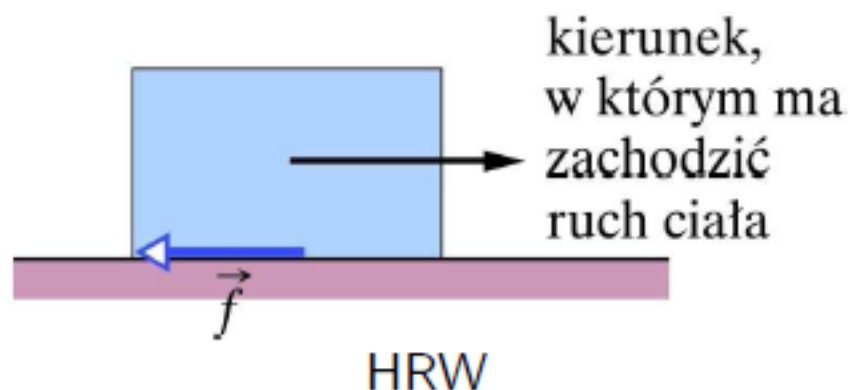
- **Siła nacisku** (normalna, prostopadła do powierzchni): siła  $\vec{N}$  z jaką działa odkształcona powierzchnia na obciążające ją ciało.



- $N + F_{g,y} = N - mg = ma_y \Rightarrow N = m(g + a_y)$
- Dla **nieruchomego** stołu ( $a_y = 0$ ):  $N = mg$

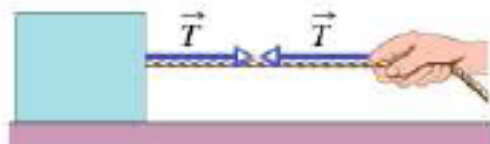
# Siła tarcia

- **Siła tarcia:** siła  $\vec{f}$  między powierzchnią a ciałem poruszającym się lub wprawianym w ruch.
- Styczna do powierzchni
- Przeciwdziała ruchowi
- Pomijane w wielu zadaniach dla uproszczenia

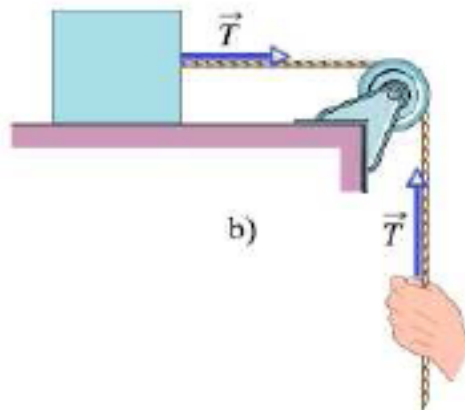


# Siła naprężenia

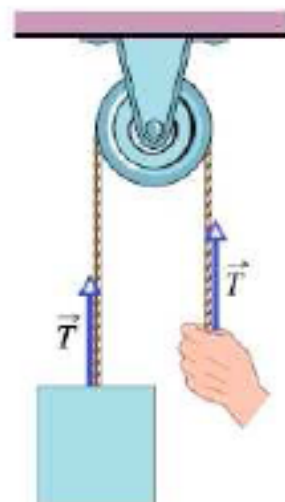
- **Naprężenie:** siła  $\vec{T}$  z jaką oddziałuje na ciało naprężona nić (lina, sznur, itp.).
- Skierowane do środka nici
- Dla uproszczenia pomija się ciężar i rozciągliwość nici
- Zwykle pomija się też ciężar i tarcie bloczków



a)



b)



c)

# III zasada dynamiki Newtona

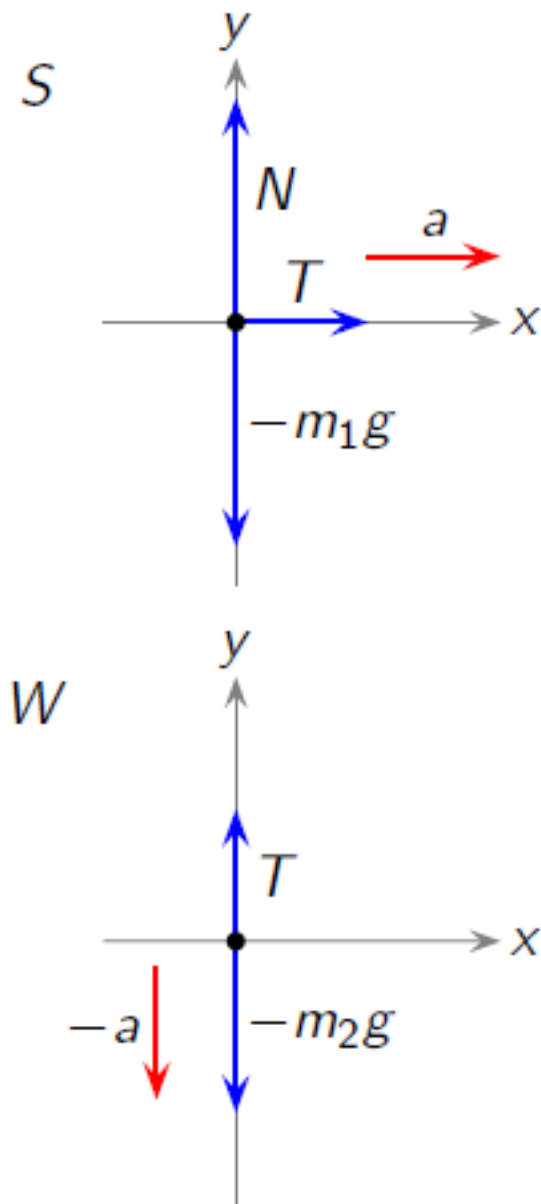
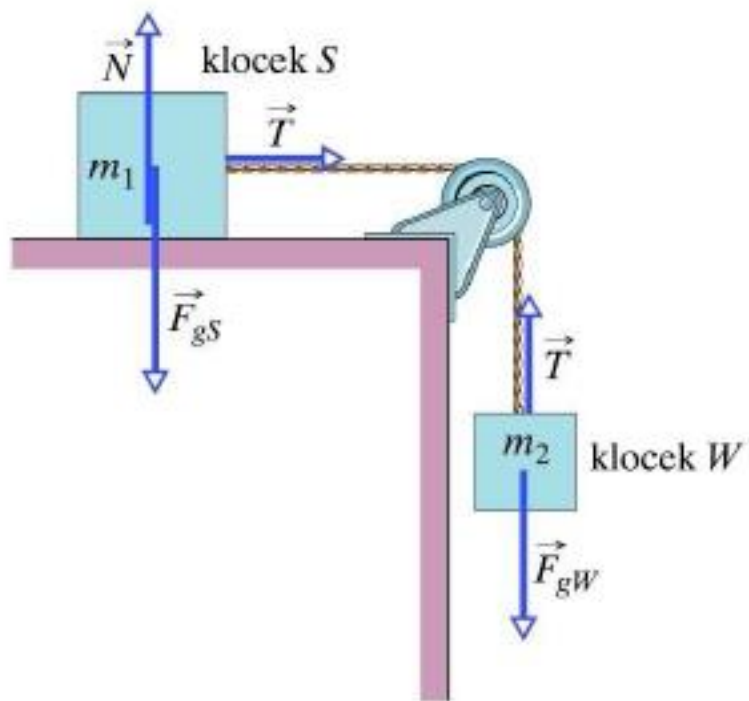
## III zasada dynamiki Newtona (akcja i reakcja):

Gdy dwa ciała oddziałują ze sobą, to siły z jakimi działają na siebie wzajemnie mają taką samą wartość bezwzględną i przeciwne kierunki.



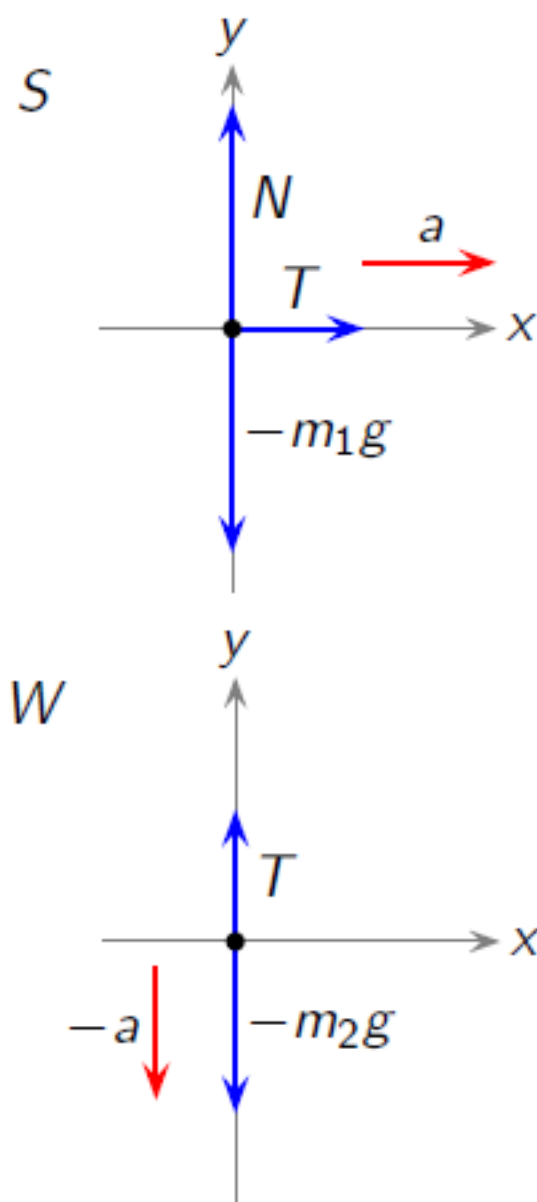
- Siły akcji i reakcji **nie równoważą** się ponieważ są przyłożone do **różnych** ciał.

# Przykład ruchu dwóch ciał z liną





# Ruch dwóch ciał z liną – równania



## • Ciało S

- oś  $x$ :  
 $T = m_1 a$
- oś  $y$ :  
 $N - m_1 g = 0$

## • Ciało W

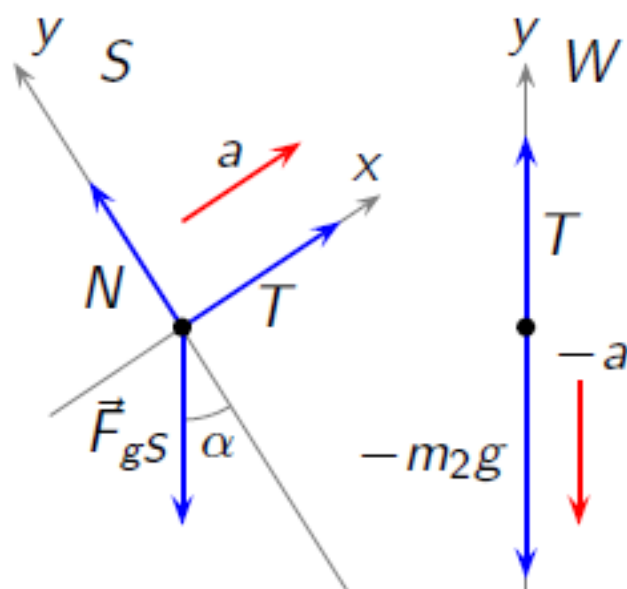
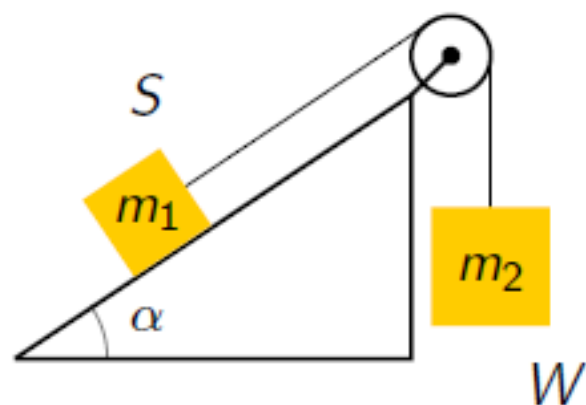
- oś  $x$ :  
 $0 = 0$
- oś  $y$ :  
 $T - m_2 g = -m_2 a$

- Z 3 równań można znaleźć 3 niewiadome, np.  $a$ ,  $T$  i  $N$ :

$$a = \frac{m_2 g}{m_1 + m_2},$$

$$T = \frac{m_1}{m_1 + m_2} m_2 g.$$

# Równia pochyła i ruch dwóch ciał



- **Klocek  $S$**

- oś  $x$ :  
 $-m_1g \sin \alpha + T = m_1a$
- oś  $y$ :  
 $N - m_1g \cos \alpha = 0$

- **Klocek  $W$**

- oś  $x$ :  
 $0 = 0$
- oś  $y$ :  
 $T - m_2g = -m_2a$

- Wynik dla  $a$ :

$$a = \frac{m_2g - m_1g \sin \alpha}{m_1 + m_2}$$

## Ruch z tarciem

Tarcie stałych powierzchni

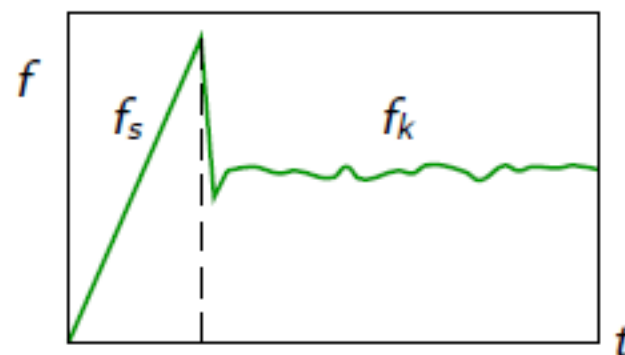
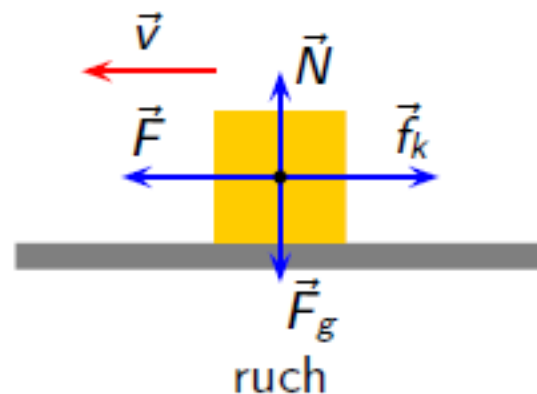
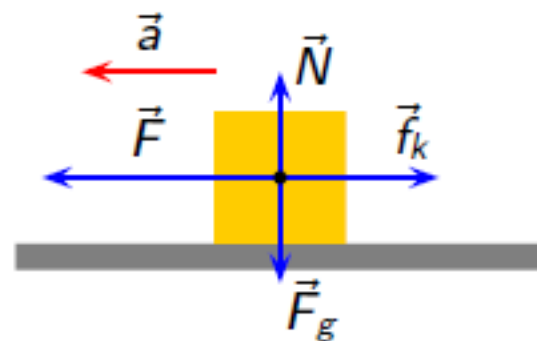
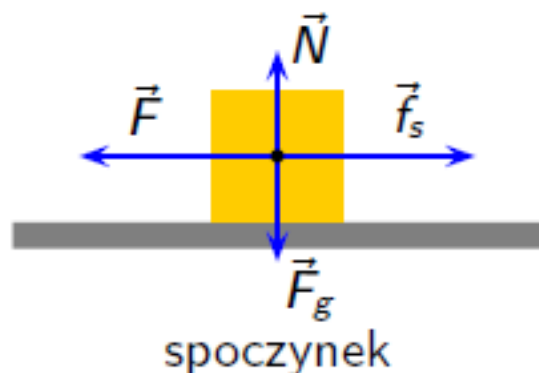
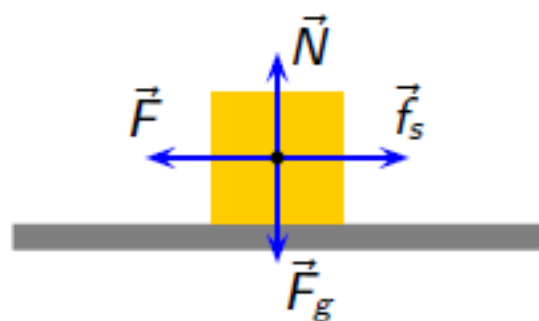
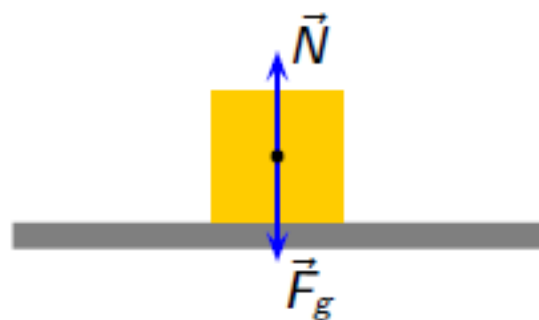
Przykład ruchu z tarciem

## Siła dośrodkowa

Ruch jednostajny po okręgu

Obrót i tarcie

# Rozpędzanie klocka z uwzględnieniem tarcia



# Właściwości tarcia

## Wartość siły tarcia statycznego:

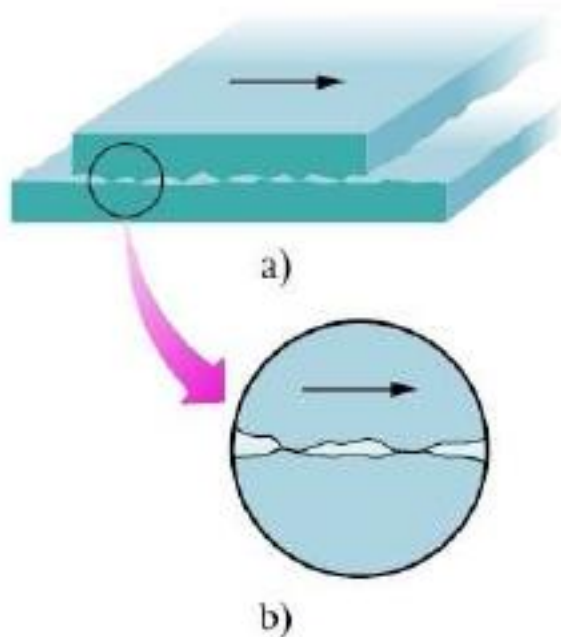
$$f_s \leq \mu_s N,$$

$\mu_s$  — współczynnik tarcia statycznego.

## Wartość siły tarcia dynamicznego:

$$f_s = \mu_k N,$$

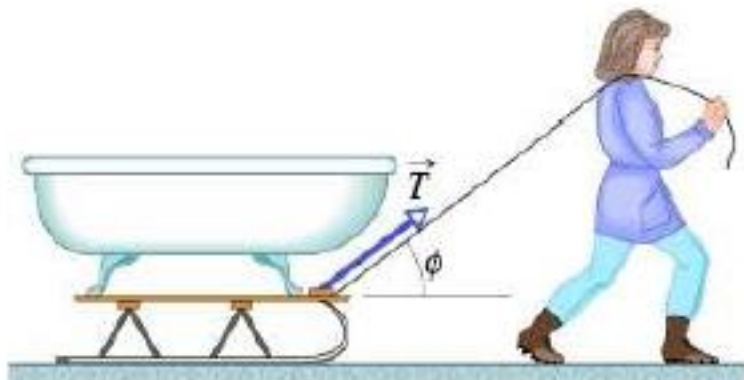
$\mu_k$  — współczynnik tarcia dynamicznego



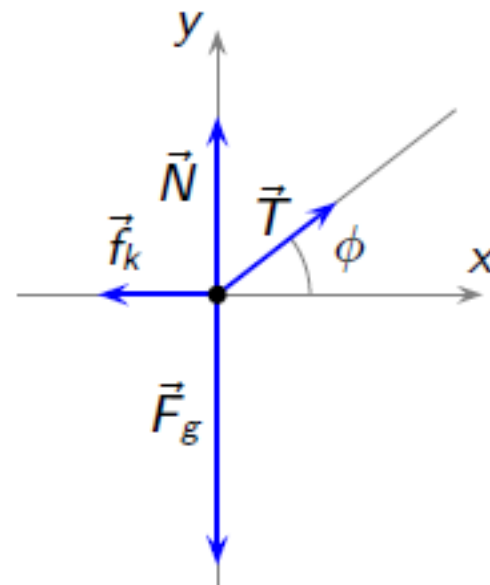
Mechanizm tarcia  
poślizgowego (HRW)

- Współczynniki tarcia zależą od rodzaju trących o siebie powierzchni.

# Przykład ruchu z tarciem

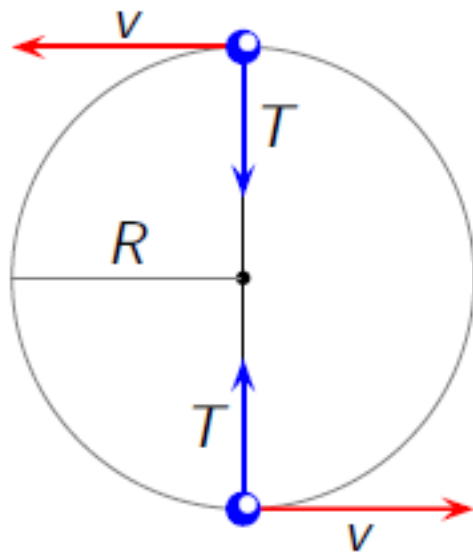


stała prędkość (HRW)



- $\vec{T} + \vec{N} + \vec{F}_g + \vec{f}_k = 0$
- oś  $x$ :  
 $T \cos \phi - \mu_k N = 0$
- oś  $y$ :  
 $T \sin \phi + N - mg = 0$

# Siła dośrodkowa w ruchu jednostajnym po okręgu



Ruch kulki na sznurku  
w poziomie

- Zmiana kierunku prędkości musi być spowodowana siłą.
- Siła  $\vec{F}$  i przyspieszenie  $\vec{a}$  są skierowane do środka.

Wartość siły dośrodkowej:

$$F = ma = m \frac{v^2}{R}$$

- Na rysunku siłą dośrodkową jest siła naprężenia sznurka:

$$\vec{F} = \vec{T}$$