

# Dynamika

- vyšetřuje **příčiny** pohybu, resp. změny pohybového stavu těles
- Za příčinu je označována **síla**
- od toho název (Dynamis – řecky síla)
- Aristoteles (3. stol. př.n.l), Galilei (16.-17. stol)
- **klasická\*** dynamika formulována 1687 I. Newtonem
- na jeho počest je Newton jednotkou síly

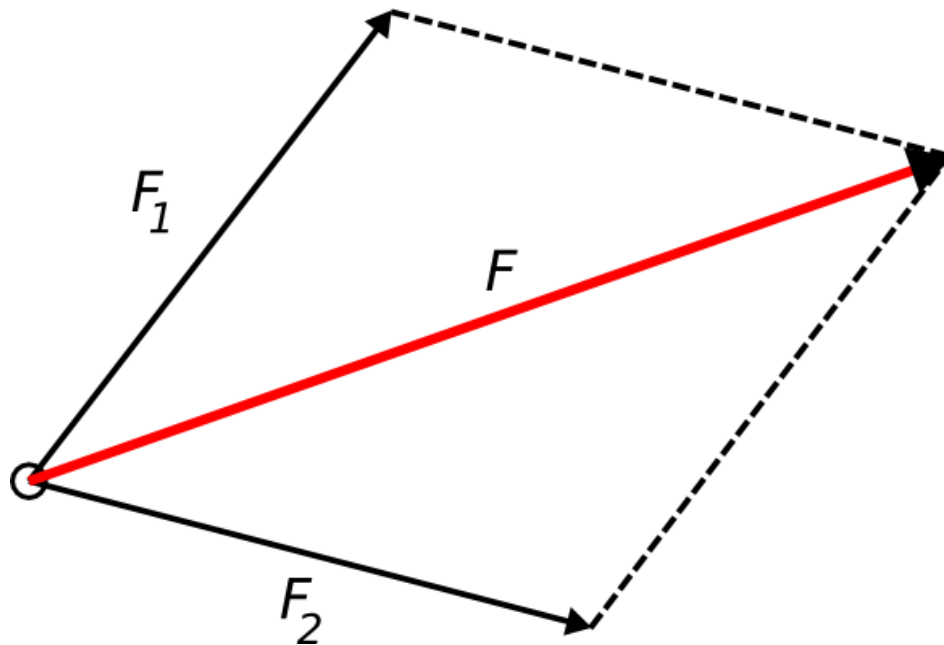
\*)  $v \ll c$

# Síla

- ústřední pojem dynamiky
- tělesa na sebe **vzájemně** působí (ať již přímo, nebo zprostředkovaně (na dálku) - polem)
- síla tyto interakce popisuje. Značí se  $F$  a jednotkou je 1N (Newton)
- deformační, nebo pohybové účinky
- ve šk. podmínkách měříme siloměrem

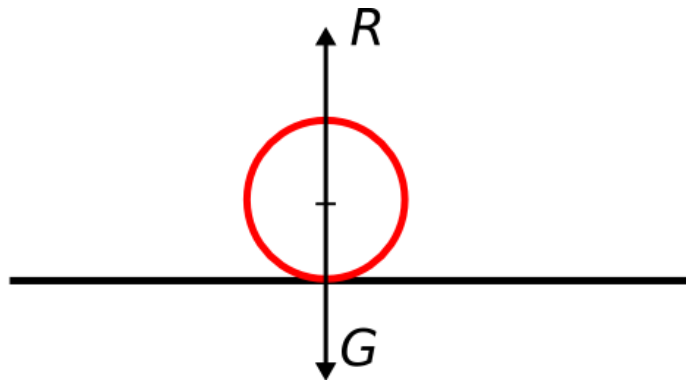
# Síla je vektorová veličina

- působí-li více sil, můžeme je nahradit výslednicí sil  $F = F_1 + F_2$



# Izolované těleso

- osamocené, nepůsobí na něj žádné síly
- v praxi obtížně vytvořitelné
- vzájemné působení sil se ale může rušit



# 1. Newtonův zákon

Každé těleso setrvává v klidu nebo pohybu rovnoměrném přímočarém, není-li nuceno působením vnějších sil tento stav změnit

- těleso může změnit pohybový stav pouze tehdy, působí-li na něj síly
- 1.N.Z nelze na Zemi ověřit, protože nelze vytvořit takové podmínky (izolované těleso). Postuluje existenci soustavy, kde to platí

- 1.N.Z postuluje tzv. **inerciální vztažnou soustavu**
- tam, kde neplatí – neinerciální soustavy (např. kolotoč)
- každá vztažná soustava, která se vůči inerciální vztažné soustavě pohybuje rovnoměrně přímočaře, je inerciální.
- všechny inerciální systémy jsou pro popis mechanických dějů rovnocenné
- Setrvačnost je základní vlastností těles
- Ke změně pohybového stavu je zapotřebí síly

## 2. Newtonův zákon

časová změna hybnosti je přímo úměrná vnější síle, jež působí na hm. bod a má směr totožný se směrem této síly

$$\mathbf{F} = \frac{d(m\mathbf{v})}{dt}$$

•je-li  $m=const$ , pak můžeme psát  $\mathbf{F} = m\mathbf{a}$

- zrychlení hm. bodu  $a$  má stejný směr jako působící síla  $F$
- čím je těleso těžší, tím „větší odpor“ klade při pokusu o změnu pohybového stavu,  $m$  vyjadřuje tendenci tělesa setrvávat v poh. stavu, setrvačnost tělesa - *setrvačná hmotnost*
- setrvačná hmotnost je vlastností tělesa!
- nemusí platit, že stejně velké kusy tělesa mají stejnou hmotnost. Zavádí se *hustota*  $\rho = m / V$

# Tíhová síla

- speciální případ působící síly
- síla působící na všechna tělesa na Zemi (přitažlivost Země)
- uděluje tělesům zrychlení  $g = \text{asi } 9.81 \text{ ms}^{-2}$
- $G = mg$

### 3. Newtonův zákon

Každá akce vyvolává opačnou a stejně velkou reakci

- síly, kterými na sebe působí dvě tělesa jsou vždy stejně veliké, opačně orientované, a současně vznikají i zanikají.

$$\mathbf{F}_2 = -\mathbf{F}_1$$

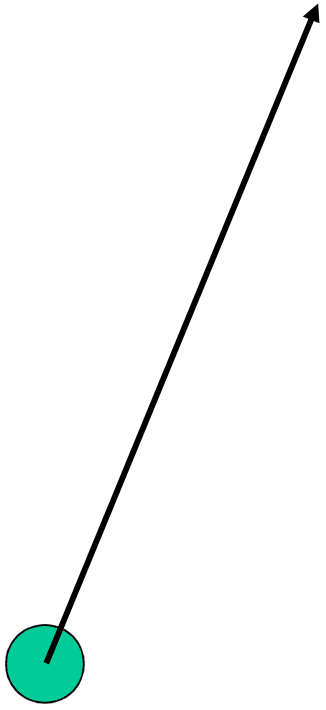
- každá síla působí na jiné těleso!, takže se neskládají ani neruší.
- síly samozřejmě mají běžné účinky (pohybové, deformační)
- univerzální platnost (skokan-zeměkoule)
- pohybové účinky na tělesa odpovídají 2.N.Z

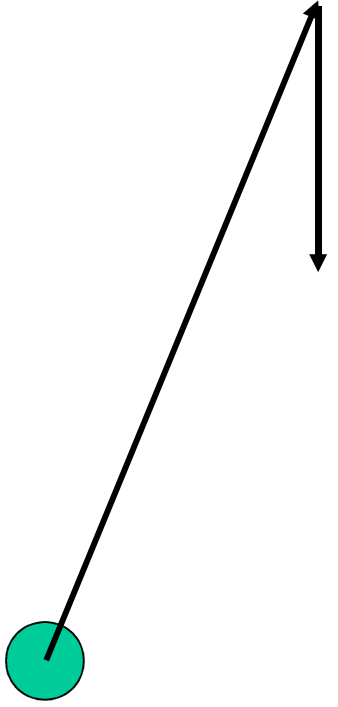
# K čemu to je dobré?

- Zná-li polohu, rychlost, hmotnost a působící síly, můžu předpovědět budoucnost!!

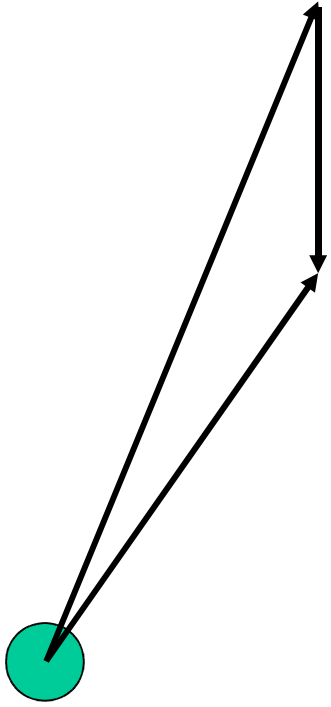
# Síla Newtonovské mechaniky

- Všechny pohyby můžeme rozložit na velmi krátká posunutí, prakticky rovnoměrná během krátkých časů  $dT$  (což  $1/60$  s je)
- dokážeme určit síly působící na každý element, přičemž známe jeho hmotnost.
- z vypočteného a zjistíme  $dv$ , resp.  $ds$ .
- tak určíme polohu pro příští časový okamžik

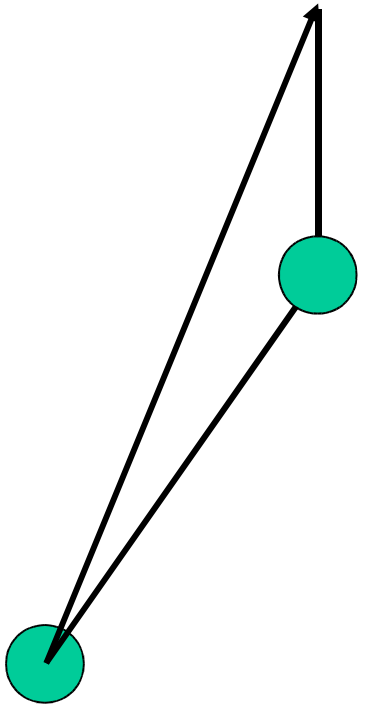




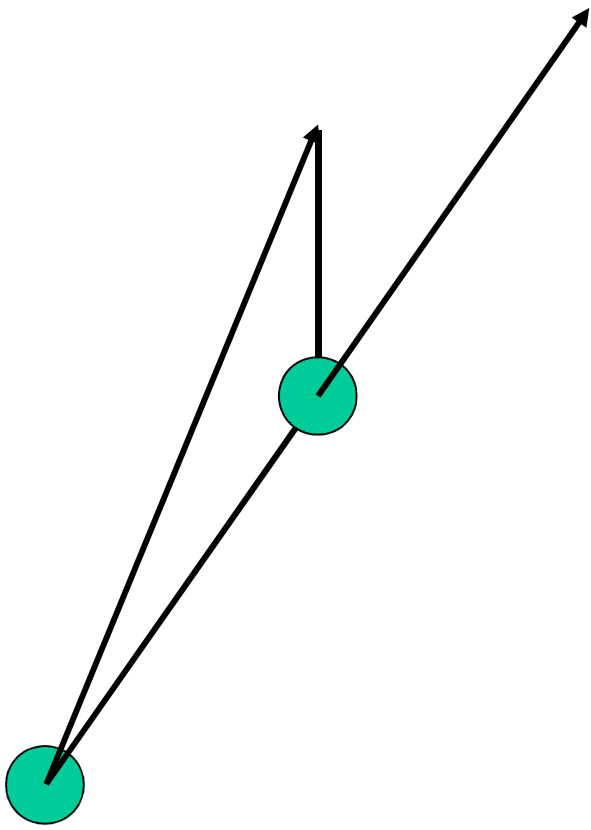
$G$



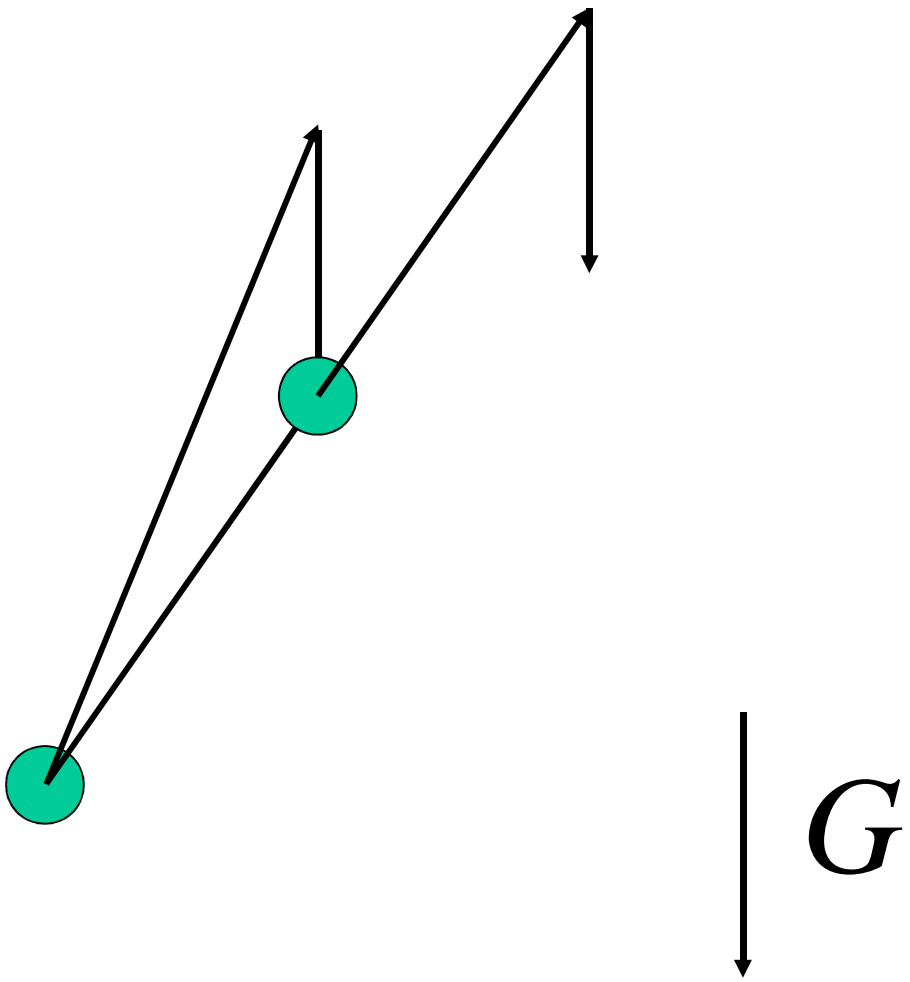
$G$

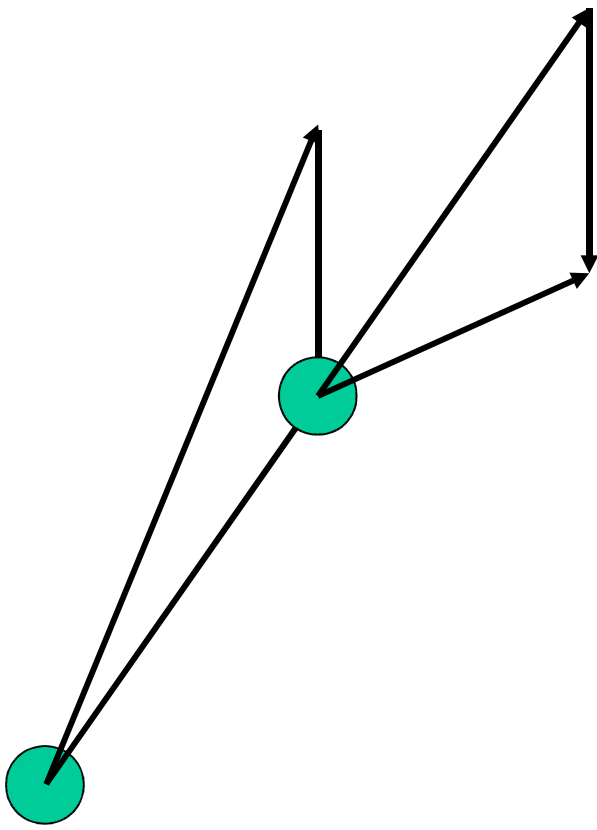


$G$

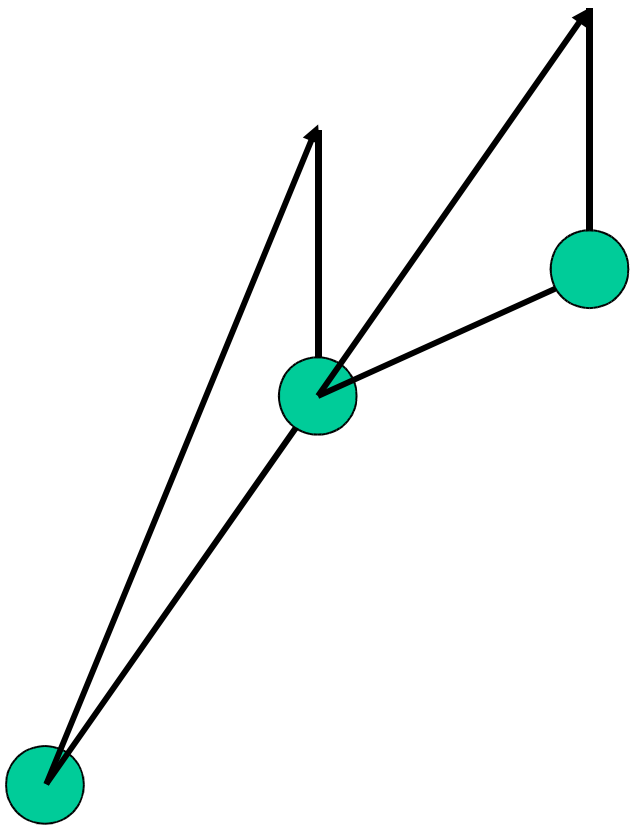


$G$

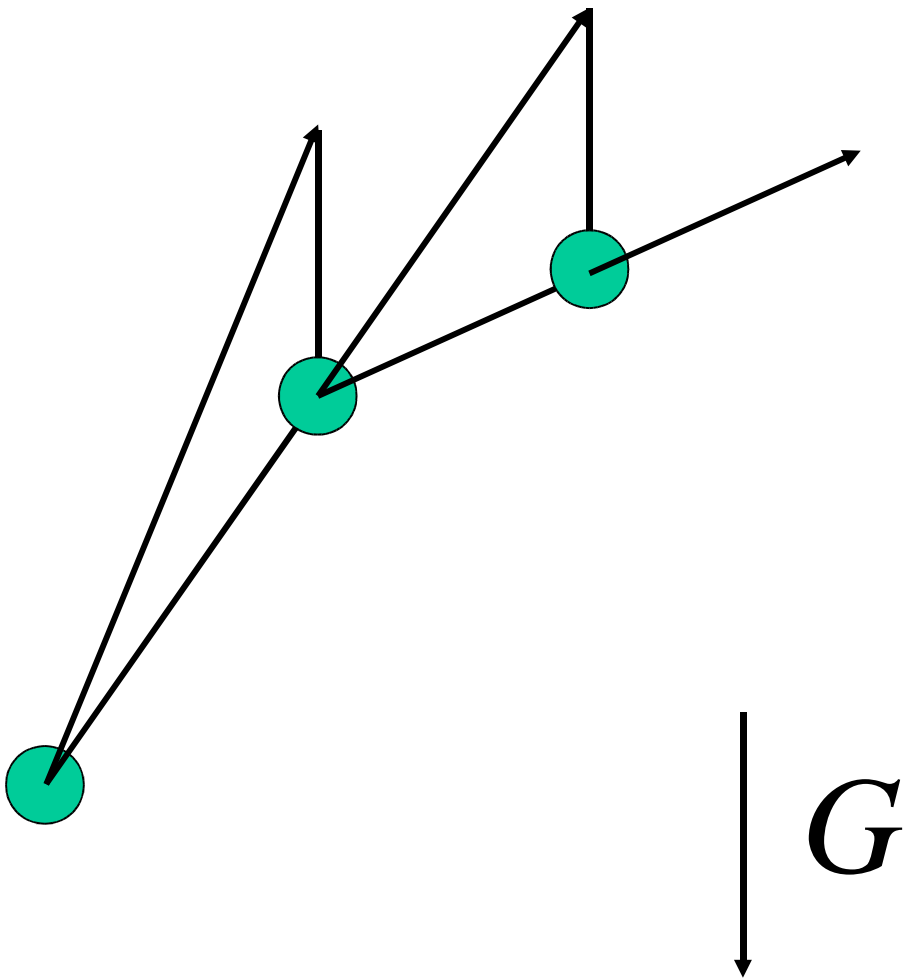


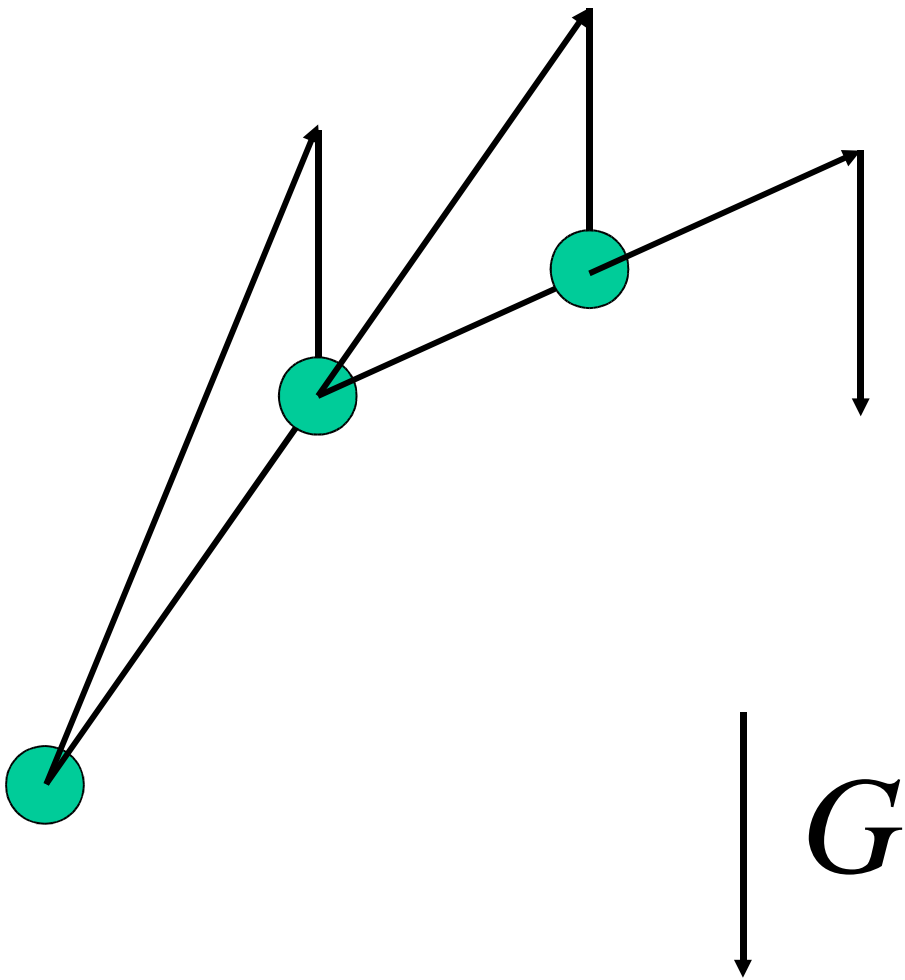


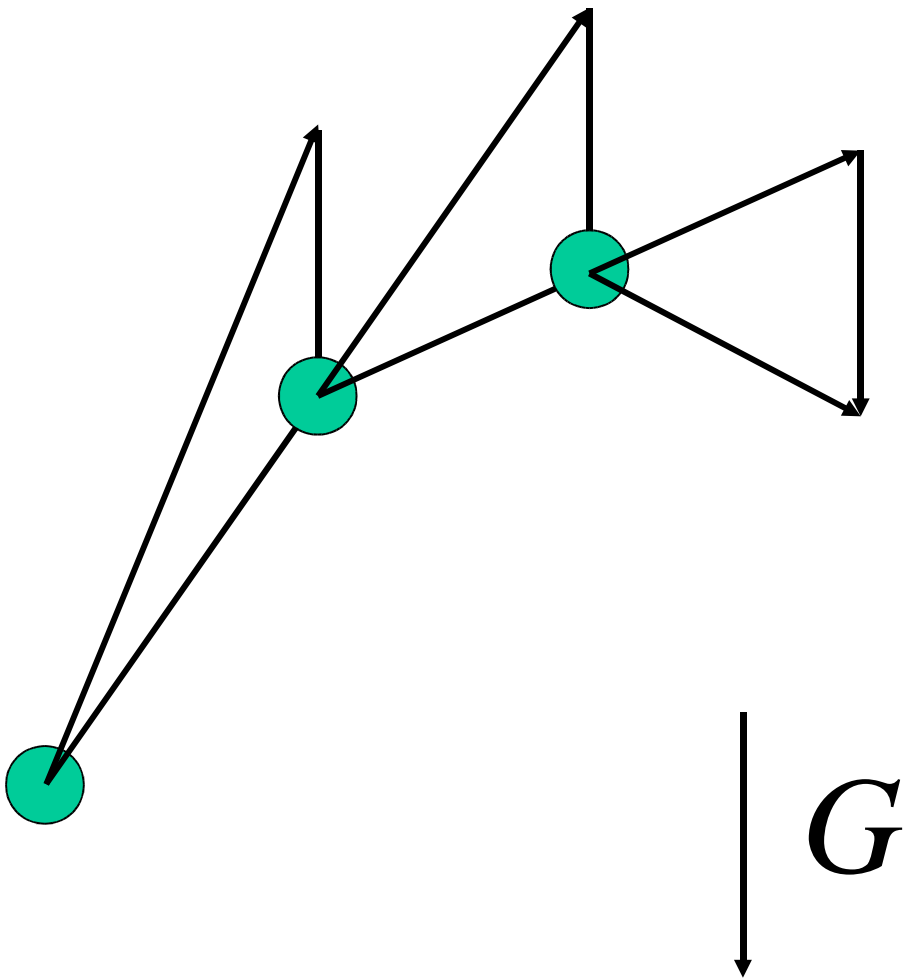
$\downarrow$   $G$

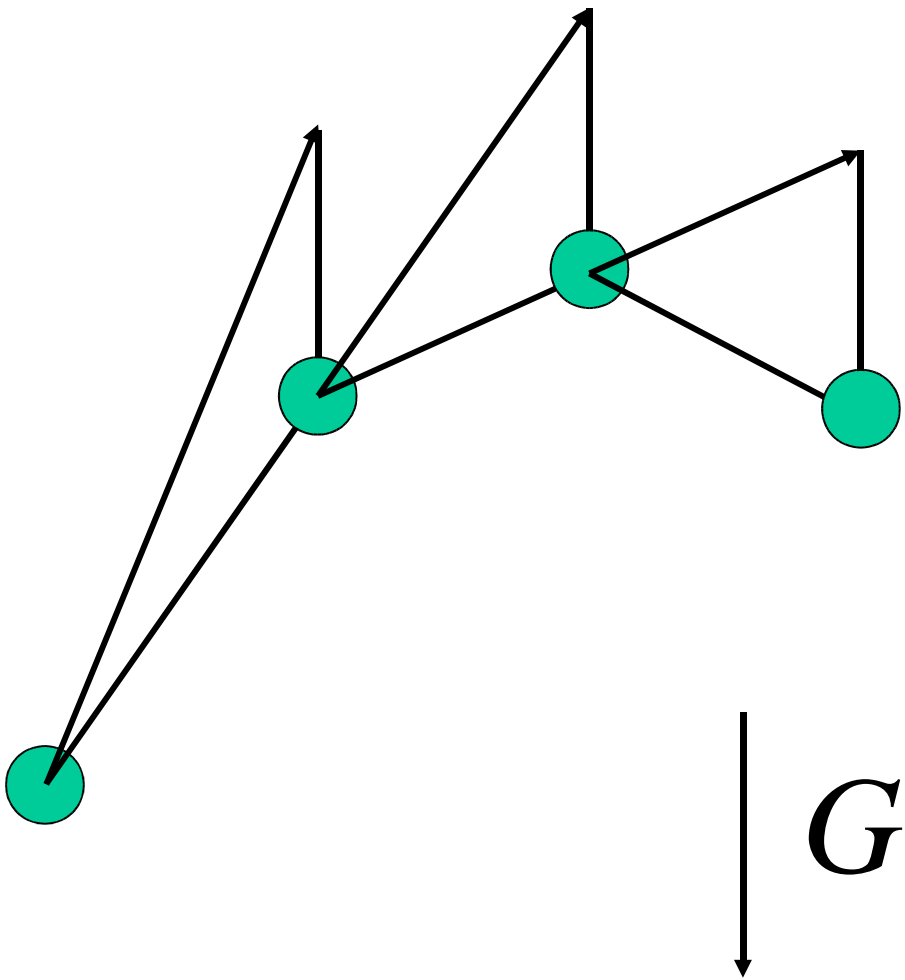


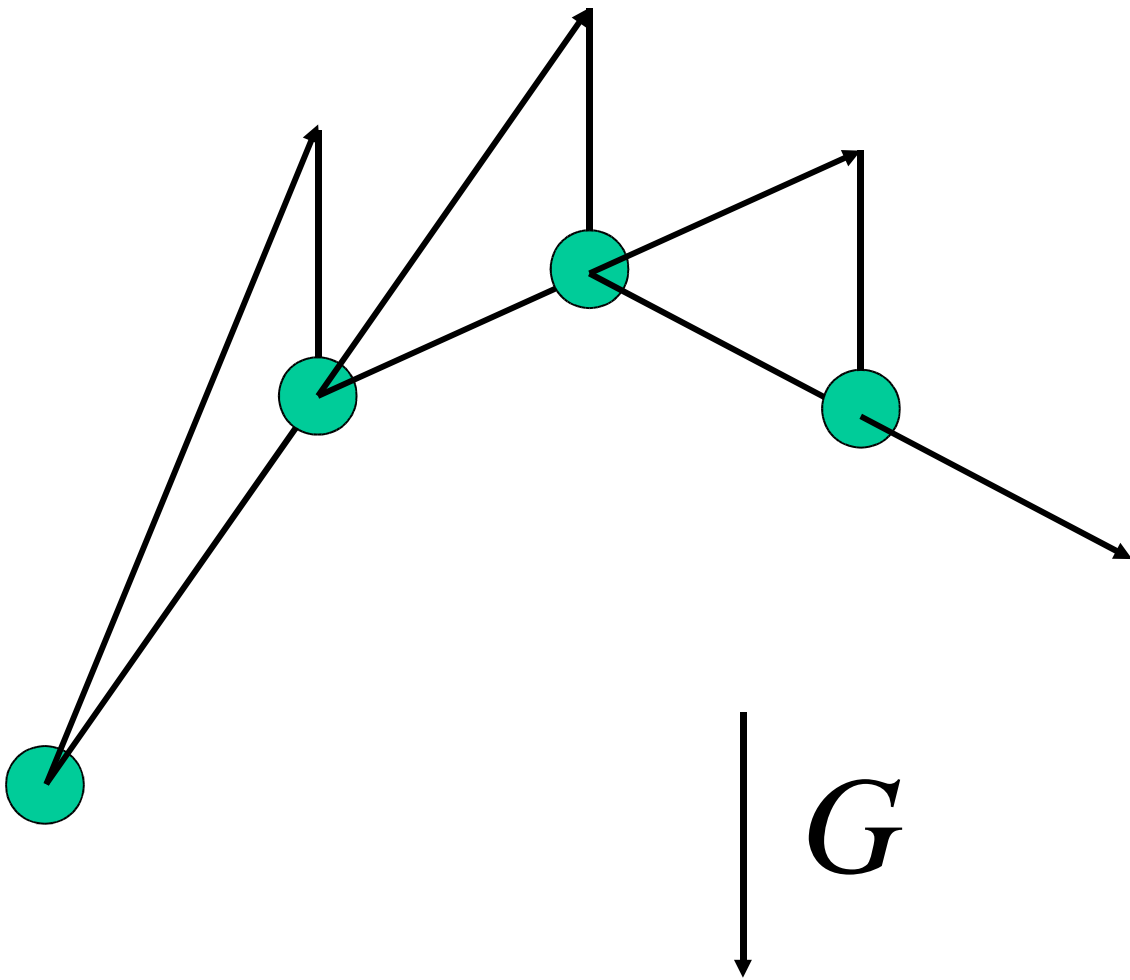
*G*

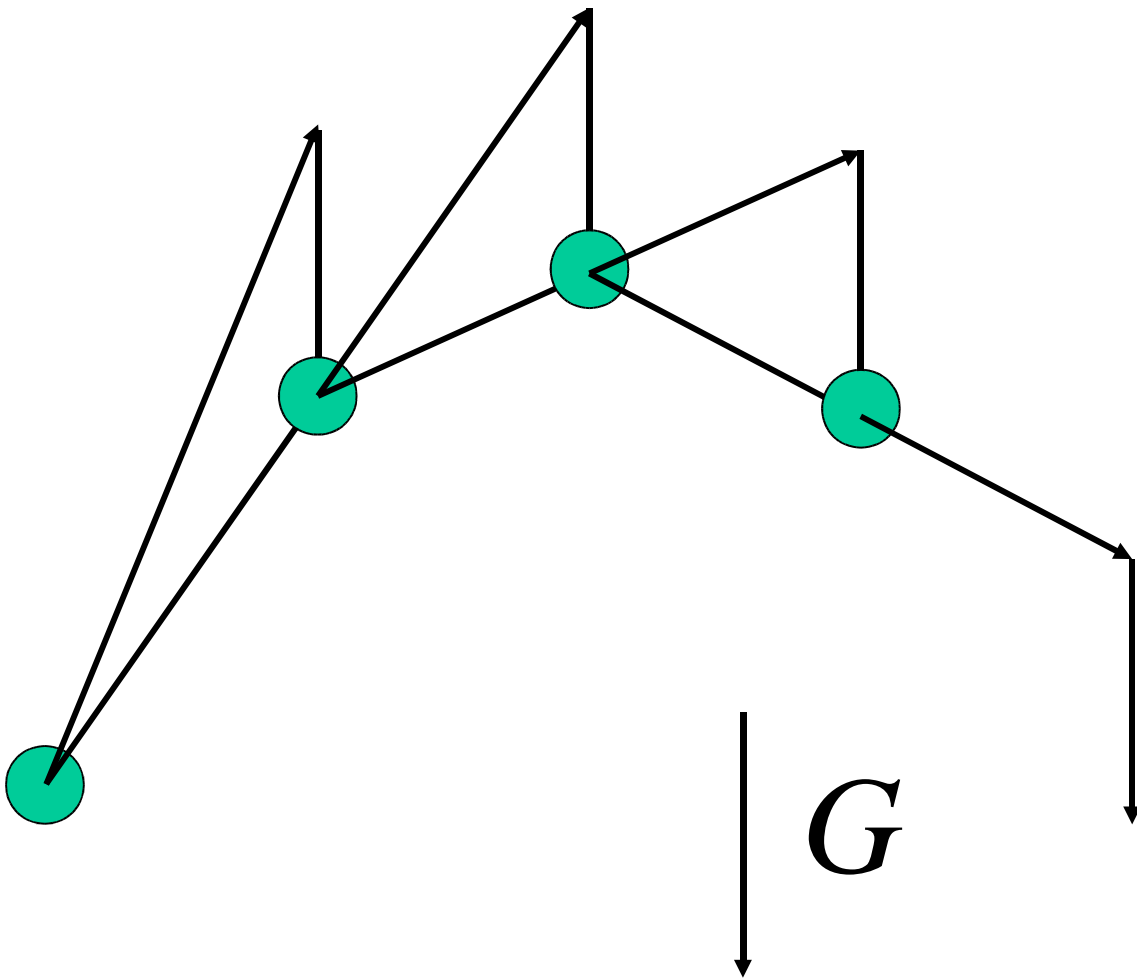


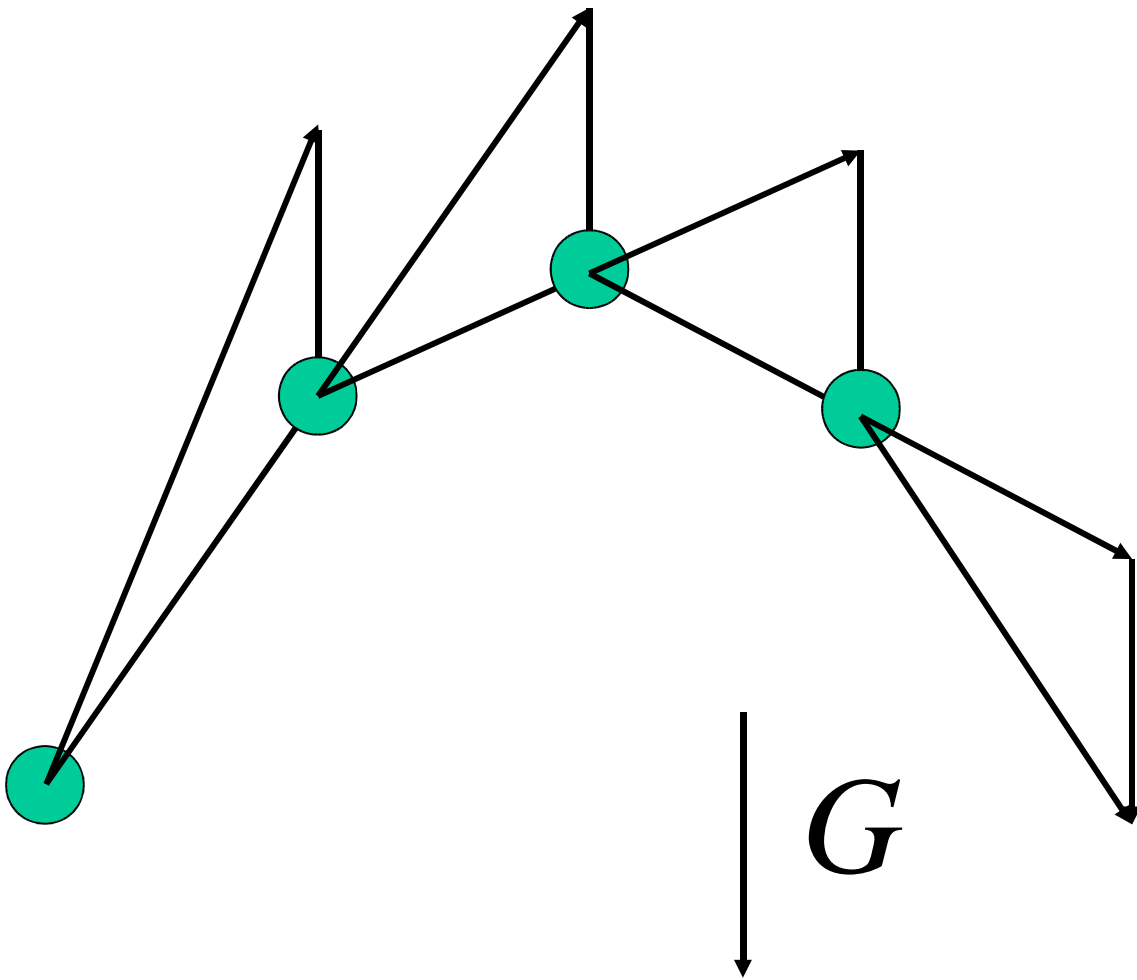


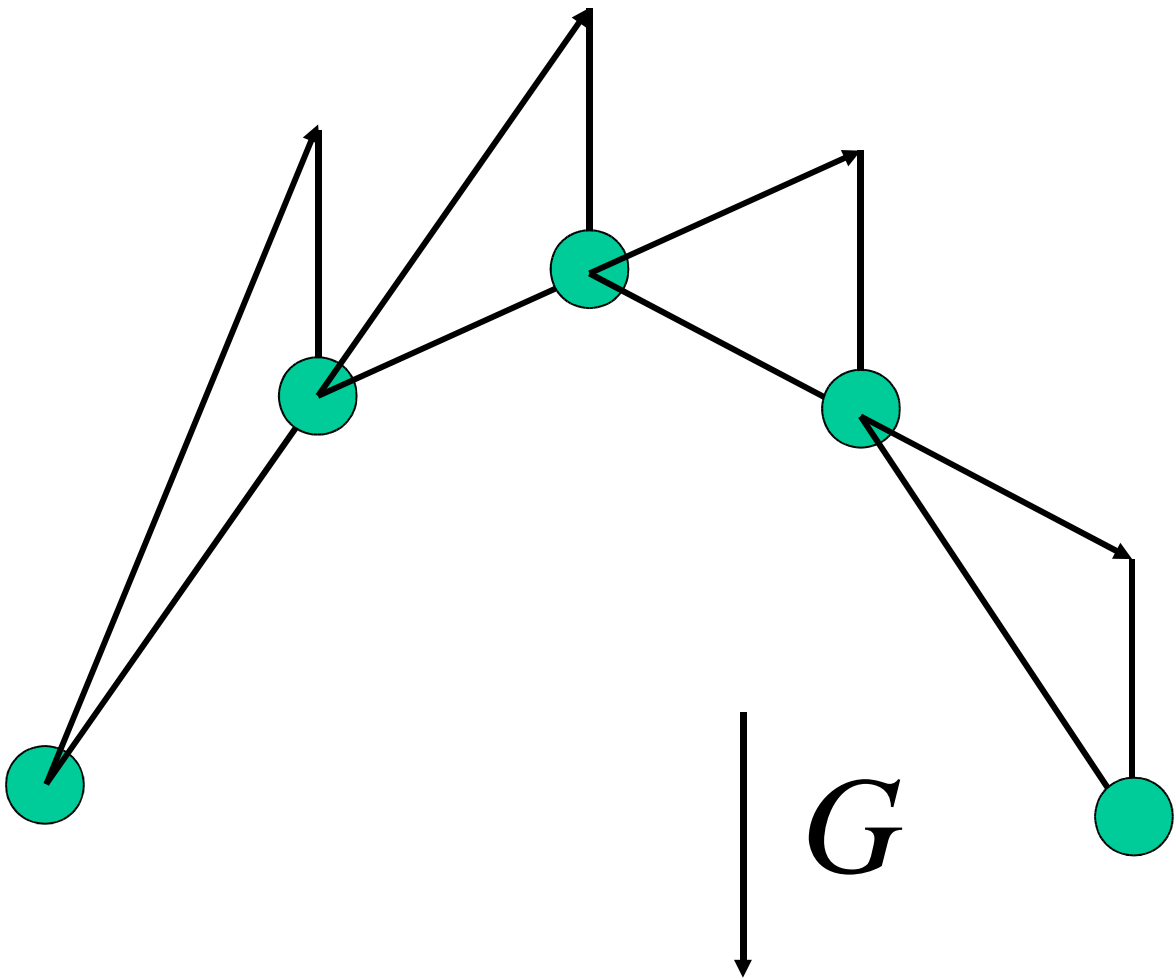


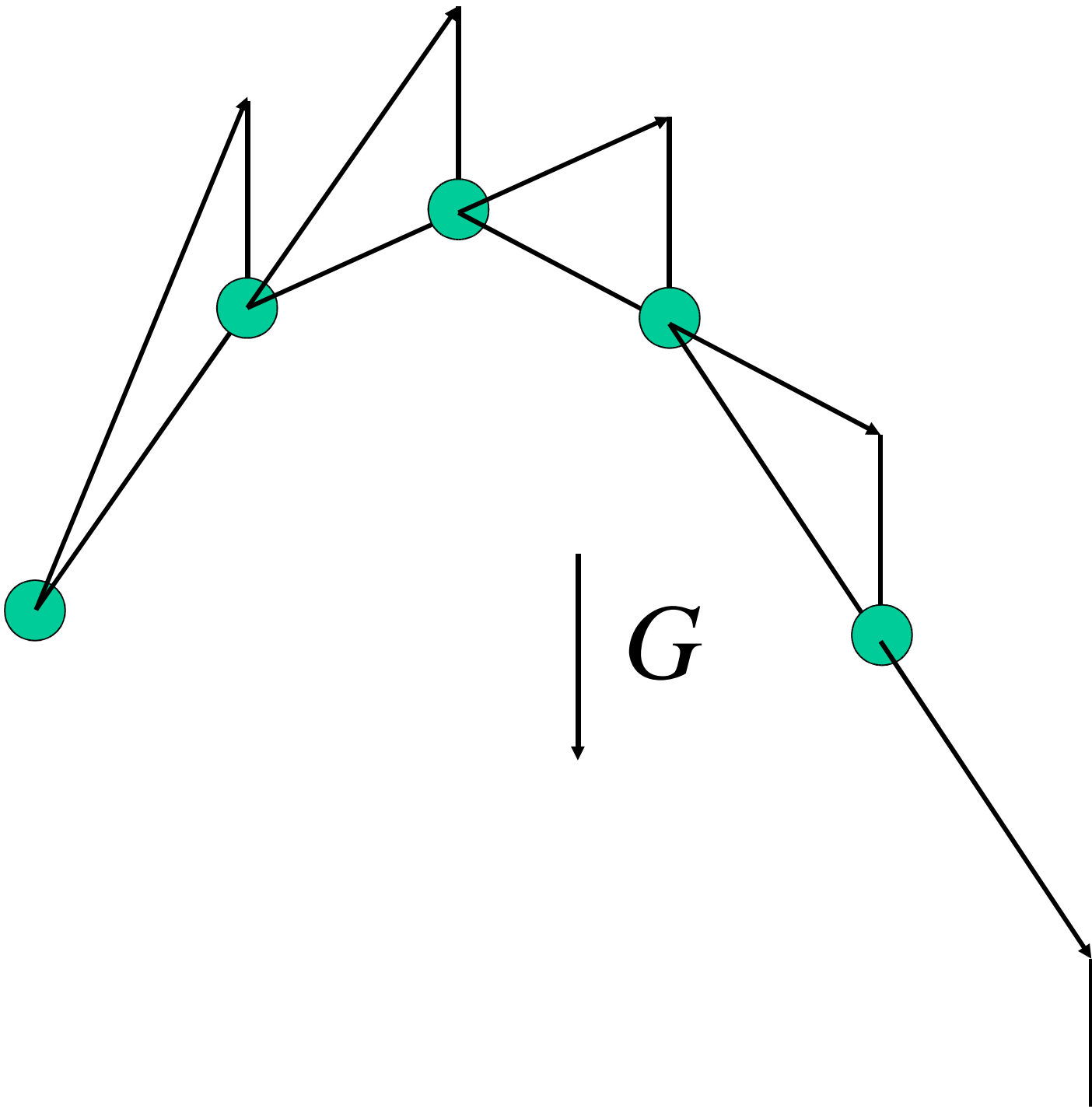












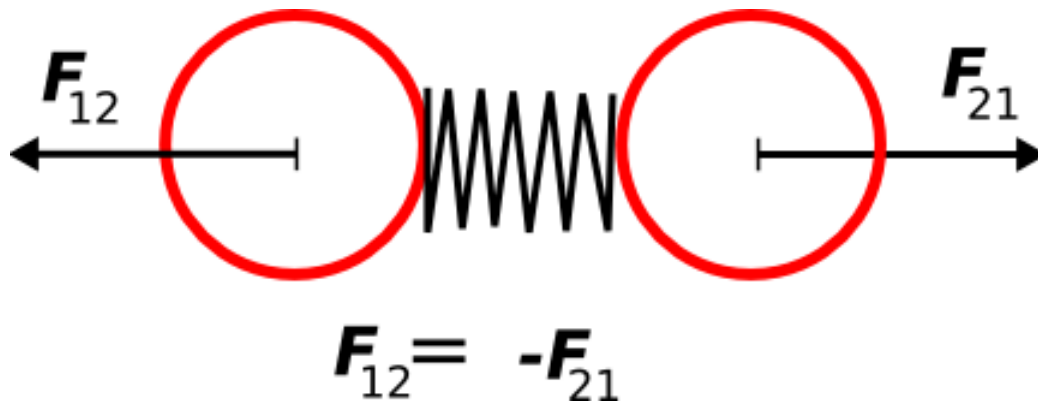
# Hybnost

- hybnost se zavádí z 2.N.Z vztahem  $\mathbf{p} = m\mathbf{v}$
- vektorová veličina vyjadřující pohybový stav tělesa (hm.b.)
- z 2.N.Z  $\mathbf{F} = \frac{d(m\mathbf{v})}{dt}$  platí  $\mathbf{F} = \frac{d\mathbf{p}}{dt}$
- za urč. podmínek  $\mathbf{F}t = m\mathbf{v}$
- zavádíme tzv. impuls síly  $\mathbf{I} = \mathbf{F}t$  – časový účinek síly na těleso
- velká síla působící po krátkou dobu (náraz) může mít stejný pohybový účinek jako menší síla působící po dlouhou dobu

# zákon zachování hybnosti

Celková hybnost izolované soustavy těles se zachovává.  $dp = dp_1 + dp_2 = 0$

- platí pro **izolovanou** soustavu těles (působí pouze vnitřní síly)



# K čemu je to dobré?

- základ všeho pohybu
- rakety, vrtule, kolesové parníky



$$\mathbf{p}_1 + \mathbf{p}_2 = m_1 \mathbf{v}_1 + m_2 \mathbf{v}_2 = 0$$



$$m_1 \mathbf{v}_1 = -m_2 \mathbf{v}_2$$

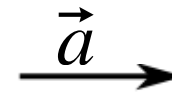
# Neinerciální soustavy

aneb co se točí

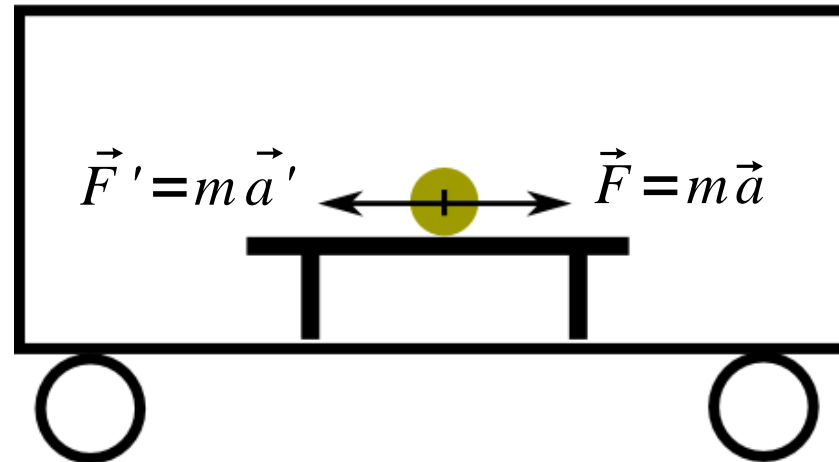
# Neinerciální soustava

- Vztažná soustava, kde neplatí 1. Newtonův zákon
- obvykle soustava  $S'$ , která vůči inerciální soustavě  $S$  koná zrychlený pohyb
- typicky: rozjíždějící se vagón (automobil), kolotoč, výtah na K3
- vznikají *zdánlivé síly* – síly které nejsou výsledkem působení těles

# Setrvačná síla

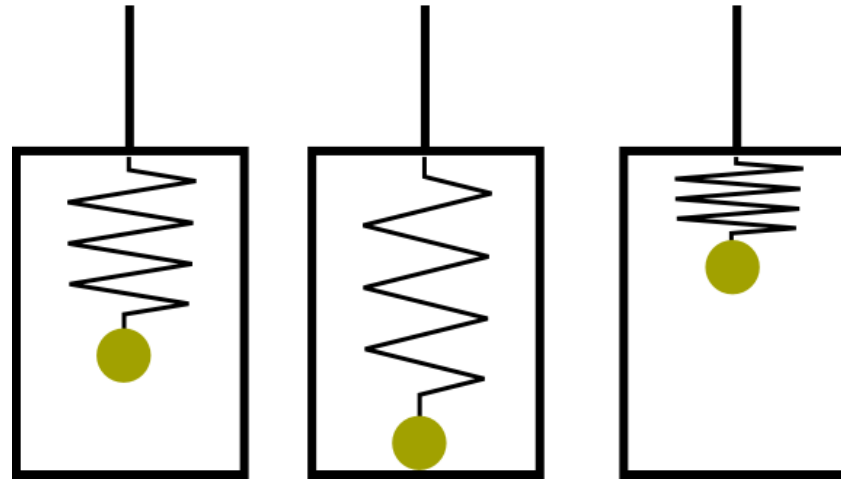


- soustava  $S'$  zrychluje se zrychlením  $\mathbf{a}$
- Pro pozorovatele uvnitř vagónu ( $S'$ ) se koule pohybuje vzad v důsledku působící síly  $F'$
- této pozorované síle říkáme setrvačná síla
- Z hlediska pozorovatele v  $S$  je vše v pořádku, koule setrvává na místě, 1.N.Z platí.



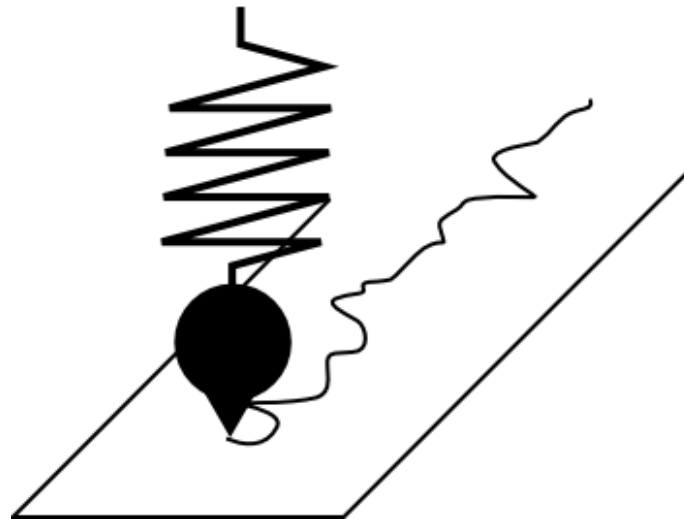
# Setrvačná síla 2

- ve výtahu obdobná situace
- při utržení lana volný pád – stav beztíže



## využití

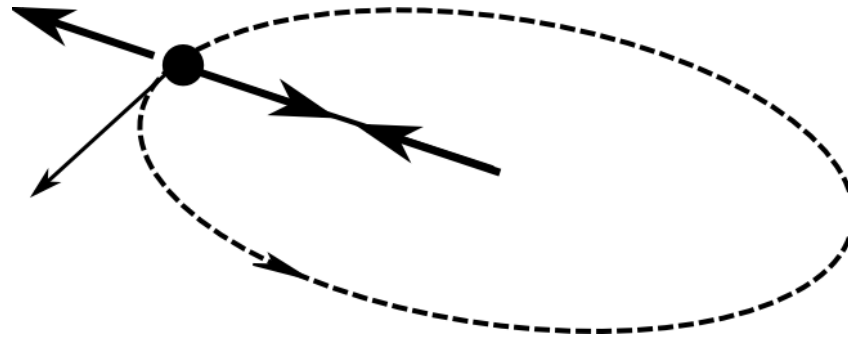
- seismografy
- akcelerometry



# dostředivá / odstředivá síla

- při křivočarém pohybu
- dostředivá způsobuje zakřivení dráhy, odstředivá je reakcí
- zdánlivá odstředivá je důsledkem setrvačnosti

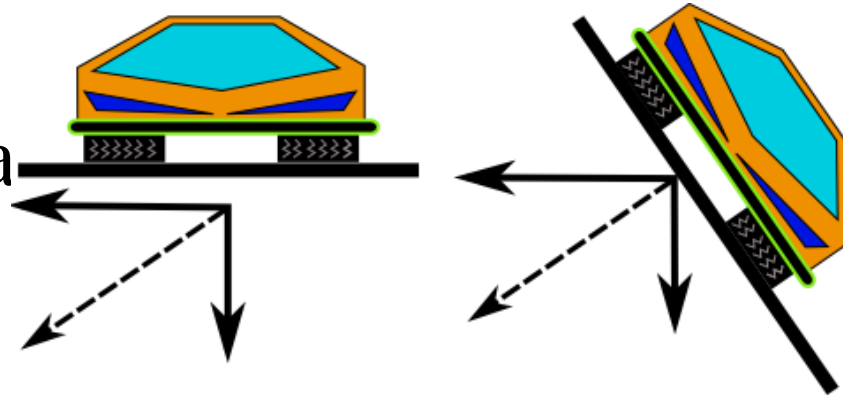
$$F = m \frac{v^2}{r} = m \omega^2 r$$





# Klopené a rovné zatačky

- Vlivem působení odstředivé síly se kola smýkají
- klopení to eliminuje



# Coriolisova síla

- v otáčivé soustavě při pohybu kolmo na směr otáčení (Zeměkoule, mravenec na gramodesce)
- podemletí břehů řek, opotřebení kolejnic,

~~Kyklóny~~  
 $F_c = 2m(\vec{v} \times \vec{\omega}) \sin(\theta)$

