

3. Zákon akce a reakce:

Jestliže jedno těleso působí silou na druhé těleso, pak i druhé těleso působí na první těleso stejně velkou silou opačného směru. Síly současně vznikají a zanikají.

Chtělo by se ještě dodat, že je nelze sčítat, protože každá z nich působí na jiné těleso.

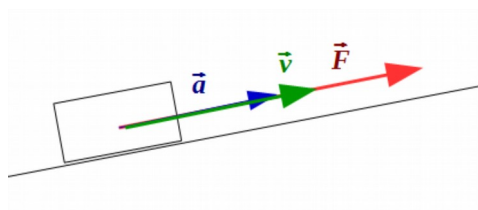
Např.: Působí-li loupežník Rumcajse na obra silou \vec{F} , působí obr na loupežníka Rumcajse silou \vec{F}' ($= -\vec{F}$). Sílu \vec{F} a \vec{F}' nelze „sečíst“, protože síla \vec{F} působí na obra, kdežto síla \vec{F}' na Rumcajse.

Dynamika přímočarých a křivočarých pohybů

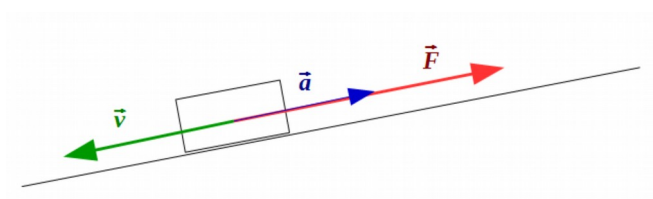
Příklad rovnoměrně přímočarého pohybu – výslednice sil, které na těleso působí je nulová, proto se těleso pohybuje právě takto (splňuje I. Newtonův zákon).

Jestliže na těleso působí nenulová výslednice sil, pohybuje se zrychlením. Pokud tato síla působí ve směru pohybu, způsobuje zvětšování vektoru rychlosti – půjde o rovnoměrně zrychlený přímočarý pohyb. Působí-li síla proti směru pohybu, způsobuje zmenšování vektoru rychlosti – půjde o rovnoměrně zpomalený přímočarý pohyb. Oba případy popisují situaci, kdy síla uděluje tělesu tečné zrychlení:

Příklad rovnoměrně zrychleného přímočarého pohybu:

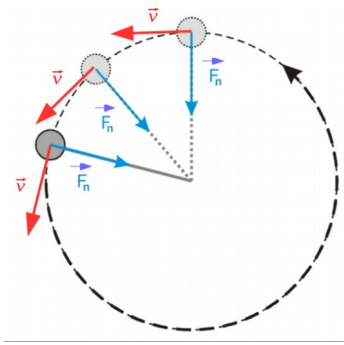


Příklad rovnoměrně zpomaleného přímočarého pohybu:



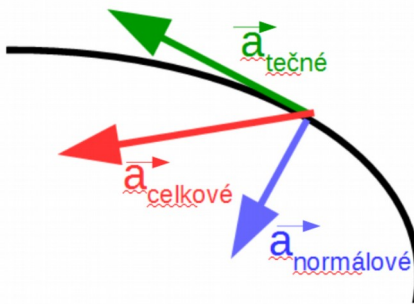
Jestliže síla působí kolmo ke směru pohybu, uděluje tělesu zrychlení normálové. Má tak vliv na směr vektoru rychlosti:

Příklad u pohybu po kružnici:



Zopakování pojmů tečného a normálového zrychlení – shrnutí:

Tečná složka zrychlení má vliv na velikost vektoru rychlosti, normálová složka zrychlení ovlivňuje směr vektoru rychlosti.



Rovnoměrný pohyb po kružnici, dostředivá a odstředivá síla:

Každé těleso, které se pohybuje po kružnicové trajektorii, je vystaveno působení **dostředivé síly**. Jejím vlivem dostává těleso normálové, tzv. **dostředivé zrychlení**, pro jehož velikost platí vztah z kinematiky:

$$a_d = v \cdot \omega = \omega^2 \cdot r = \frac{v^2}{r} = 4 \cdot \pi^2 f^2 r$$

Z druhého Newtonova zákona pak můžeme odvodit různé tvary vztahů pro velikost dostředivé síly (používáme ten, který se hodí):

$$F_d = m \cdot a_d = m \cdot v \cdot \omega = m \cdot \omega^2 \cdot r = \text{---} \text{---}$$

Dostředivá síla zakřivuje trajektorii tělesa. Dostředivé zrychlení tedy nemá vliv na velikost vektoru rychlosti, ale na jeho směr!

Hybnost tělesa a impuls síly:

- **hybnost tělesa** – vektorová fyzikální veličina charakterizující pohybový stav těles:

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

kde m je hmotnost tělesa a \vec{v} jeho okamžitá rychlost, $[p] = \text{kg}\cdot\text{m}\cdot\text{s}^{-1}$
 - **impuls síly** – vektorová veličina popisující změnu hybnosti:

$$\vec{I} = \vec{F} \cdot \Delta t,$$

kde \vec{F} je síla a Δt doba jejího působení, $[I] = \text{N}\cdot\text{s}$
 Platí: změna hybnosti tělesa je rovna impulsu síly:

$$\Delta \vec{p} = \vec{I},$$

tedy $m \cdot \Delta \vec{v} = \vec{F} \cdot \Delta t$.

Odtud plyne další možnost zápisu **2. Newtonova zákona síly**:

$$\vec{F} = \frac{\Delta \vec{p}}{\Delta t}$$

První vyjádření lze získat za předpokladu, že budeme považovat hmotnost za konstantní:

$$\vec{F} = \frac{\Delta \vec{p}}{\Delta t} = \frac{m \cdot \Delta \vec{v}}{\Delta t} = m \cdot \frac{\Delta \vec{v}}{\Delta t} = m \cdot \vec{a}$$

- **zákon zachování hybnosti**: Celková hybnost izolované soustavy těles, která je dána vektorovým součtem hybností jednotlivých těles, se vzájemným silovým působením nemění. Za izolovanou soustavu těles považujeme takovou soustavu, na kterou nepůsobí okolí žádnými silami nebo je výslednice těchto sil nulová.

- užití zákona zachování hybnosti (reaktivní motory, zpětný ráz pušky při výstřelu, ...)

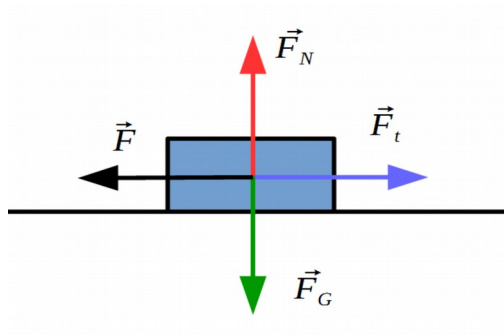
Smykové tření a valivý odpor

Smykové tření - při posouvání neboli smýkání tělesa po povrchu jiného tělesa vzniká na styčné ploše obou těles **třecí síla** \vec{F}_t , která směřuje vždy proti směru pohybu tělesa. Její *velikost* nezávisí na obsahu styčných ploch a při malých rychlostech na rychlosti tělesa, je *přímo úměrná velikosti kolmé tlakové síly* \vec{F}_n a *závisí na jakosti styčných ploch*:

$$F_t = f \cdot F_n,$$

kde f je **součinitel smykového tření**, jehož velikost je různá pro různé dvojice materiálů. Je-li těleso na podložce v klidu, pak na ně působí **klidové tření**. **Součinitel klidového tření** f_0 je větší než součinitel smykového tření v pohybu f . Velikost síly při klidovém tření:

$$F_t = f_0 \cdot F_n.$$



Užitečnost tření: chůze, pohyb, přenos pohybu (např. řemenicemi), opracovávání povrchů těles (brusky, pilníky, ...), spojování těles hřebíky a šrouby,...

Škodlivost tření: ložiska kol a strojů, opotřebenání povrchů, ...

Valivý odpor vzniká vždy, když se po podložce valí těleso kruhového průřezu.

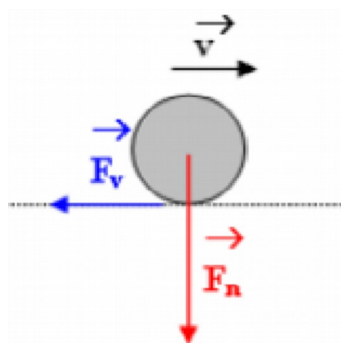
Působením **kolmé tlakové síly** \vec{F}_n se poněkud deformuje těleso i podložka.

Deformace vyvolává **odporovou sílu** \vec{F}_v , která působí na těleso a směřuje proti směru pohybu. *Velikost odporové síly je přímo úměrná velikosti kolmé tlakové síly F_n , nepřímo úměrná poloměru R valícího se tělesa a závisí také na jakosti povrchu.*

$$F_v = \xi \cdot \frac{F_n}{R}$$

ξ (ksí) je **rameno valivého odporu**, jehož velikost se najde pro různé materiály v tabulkách ; $[\xi] = m$

Valivý odpor je mnohem menší než smykové tření, čehož se využívá v praxi – využití kol.



Vztažné soustavy ve fyzice

- **inerciální vztažné soustavy (IVS)** – platí v nich všechny Newtonovy pohybové zákony. Všechny inerciální vztažné soustavy jsou vůči sobě v klidu nebo v rovnoměrném přímočarém pohybu.

Galileiho princip relativity: Ve všech inerciálních vztažných soustavách probíhají mechanické děje *stejně* (platí pro ně stejné fyzikální zákony). Z toho plyne, že je jedno, v které soustavě mechanické děje zkoumáme, všechny jsou pro fyzikální zkoumání rovnocenné. Dalším důsledkem tohoto principu je skutečnost, že žádným mechanickým

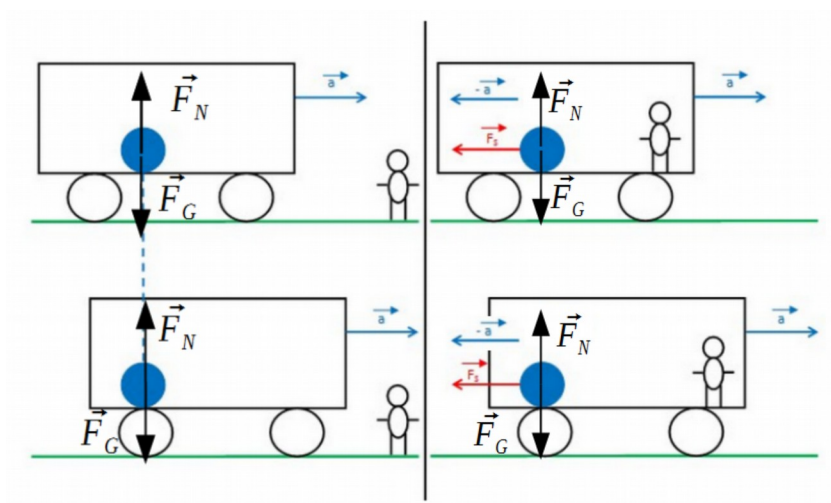
pokusem probíhající uvnitř inerciální vztažné soustavy nelze dokázat, zda je tato soustava v klidu nebo v rovnoměrném přímočarém pohybu

- **neinerciální vztažné soustavy (NVS)**– dá se říci, že neinerciální soustavy se pohybují (vůči inerciálním) se zrychlením.

Klasickými případy jsou rozjíždějící se (nebo brzdící) vagón nebo výtah, popřípadě sedačka na kolotoči a jim podobné případy.

Rozebereme příklad s rozjíždějícím se vagónem, ostatní je možné pěkně nastudovat z odkazu (viz níže).

Na obrázku je situace s rozjíždějícím se vagónem. Pozorovatel na peróně (např. Rumcajs) se dívá na kuličku ve vagónu, Cipísek je ve vagónu a sedí na sedačce:



Vagón se rozjíždí se zrychlením a směrem doprava. Kulička se vůči Rumcajsovi (IVS) nepohybuje, protože výslednice sil na ni působící je nulová (obrázek vlevo). Síla tíhová \vec{F}_G a reakce podložky \vec{F}_N jsou stejně velké opačně orientované.

Cipísek (NVS) ale sleduje kuličku a vidí, že se začíná pohybovat zrychleně směrem k zadní stěně vagónu. Nevidí ale žádnou působící sílu. Jak si má tedy Cipísek pohyb kuličky vysvětlit? Nevidí žádné těleso, které by na kuličku působilo. Aby situaci zachránil, musí zavést **setrvačnou sílu**, která pohyb kuličky ve vagónu vysvětlí (obrázek vpravo). Síla tíhová \vec{F}_G a reakce podložky \vec{F}_N jsou stejně velké opačně orientované stejně jako u Rumcajse.

Z hlediska Rumcajse je tedy vše v pořádku (až do okamžiku než zadní stěna vagónu přiměje kuličku, aby se dala do pohybu – platí I. Newtonův zákon.

Odkazy:

Úvod k NVS – případ rozjezdu vagónu:

<http://www.realisticky.cz/ucebnice/02%20Fyzika%20S%20C5%A0/01%20Mechanika/04%20Neinerici%3%A1ln%3%AD%20vzta%5%BE%3%A9%20soustavy/02%20Zrychluj%3%ADc%3%AD%20vzta%5%BE%3%A9%20soustavy%20I.pdf>

Situace ve vlaku – rozjíždějící se vagón, výtah, kulička v metru:

<http://www.realisticky.cz/ucebnice/02%20Fyzika%20S%20C5%A0/01%20Mechanika/04%20Neinerici%3%A1ln%3%AD%20vzta%5%BE%3%A9%20soustavy/02%20Zrychluj%3%ADc%3%AD%20vzta%5%BE%3%A9%20soustavy%20I.pdf>

[%C3%A9%20soustavy/03%20Zrychluj%C3%ADc%C3%AD%20vzta%C5%BEEn%C3%A9%20soustavy%20II.pdf](#)

Rotující soustavy I

<http://www.realisticky.cz/ucebnice/02%20Fyzika%20S%C5%A0/01%20Mechanika/04%20Neinercci%C3%A1ln%C3%AD%20vzta%C5%BEEn%C3%A9%20soustavy/04%20Rotuj%C3%ADc%C3%AD%20vzta%C5%BEEn%C3%A9%20soustavy%20I.pdf>

Rotující soustavy II

<http://www.realisticky.cz/ucebnice/02%20Fyzika%20S%C5%A0/01%20Mechanika/04%20Neinercci%C3%A1ln%C3%AD%20vzta%C5%BEEn%C3%A9%20soustavy/05%20Rotuj%C3%ADc%C3%AD%20vzta%C5%BEEn%C3%A9%20soustavy%20II.pdf>

Meze platnosti Newtonových pohybových zákonů:

Newtonovy zákony lze použít v makrosvětě. V případě mikrosvěta byly nahrazeny kvantovou mechanikou, ve světě rychlostí blízkých rychlosti světla je nahradila speciální teorie relativity.

1. Kvantová mechanika – *více v otázkách č. 28 a 29 .*
2. Speciální teorie relativity – *více v otázce č. 30.*

Veličiny psát kurzívou!!!

Přímočaré a křivočaré pohyby – pro rovnoměrný a po kružnici – také rozestat silově.

Obrázek u křivočarého pohybu.

U Rumcajse a obra – síly vektorově!!!

Obrázek u pohybu po kružnici – vektor rychlosti, šipky nad veličinami.

Otevřít ve wordu 2015 a přepsat!!!

U obrázků vložit vektory nad síly.

Najít obrázky na netu IVS – NVS

<http://www.fyzika007.cz/mechanika/neinercialni-vztazne-soustavy-setrvacne-sily>

U odkazů – popis, čeho se týkají.

použít zkrácené obrázky s komentářem – Svat'a, dále možná odkazy a říct že ostatní případy jsou podobně