



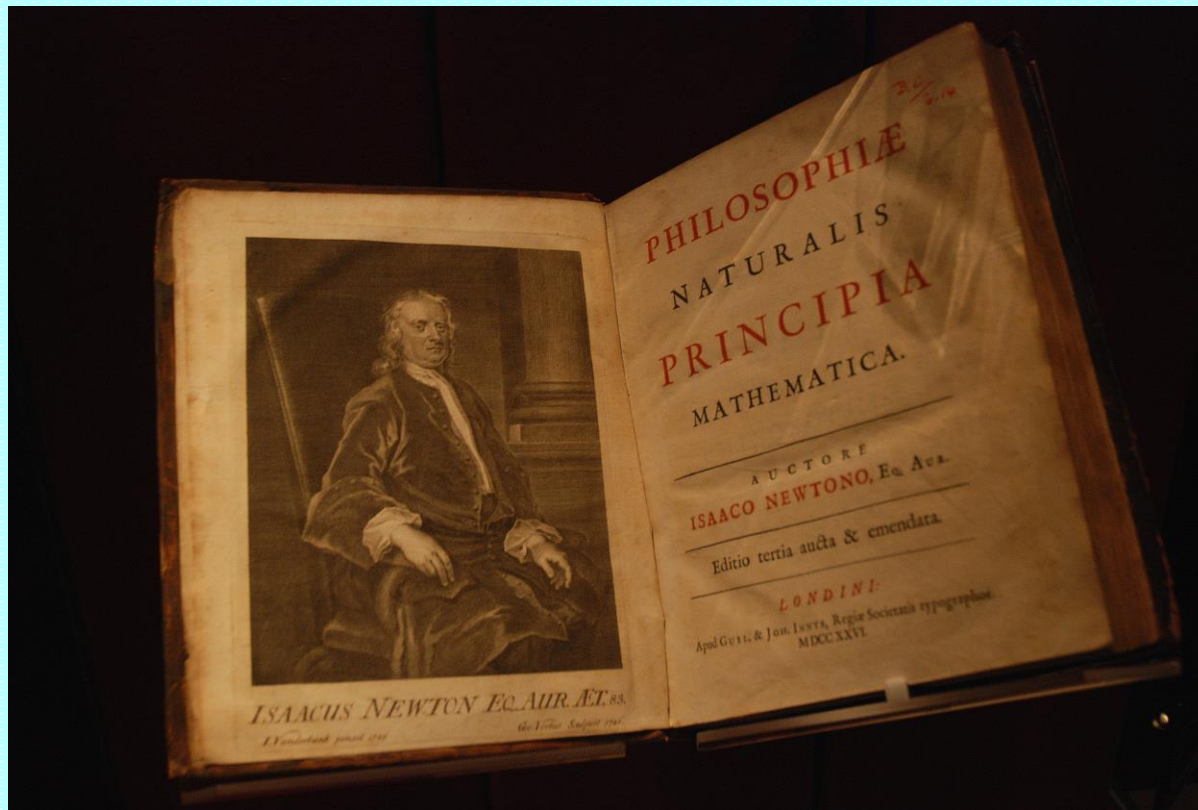
3 Dynamika hmotného bodu a sústavy hmotných bodov

Ciele:

- Definovať interakciu a silu.
- Formulovať a uviesť názov všetkých troch Newtonových pohybových zákonov. Uviesť hranice ich platnosti a možnosti použitia.
- Charakterizovať trenie a definovať treciu silu. Charakterizovať rôzne druhy trenia, určiť príčiny trenia a od čoho závisí trecia sila.
- Vysvetliť vznik dostredivej a odstredivej sily.
- Formulovať zákon zachovania hybnosti a uviesť jeho praktické aplikácie.

Dynamika hmotného bodu a sústavy hmotných bodov

- Klasická Newtonovská pre $v \ll c$



Obr. 3.1 *Philosophiae naturalis principia mathematica* (1687) (vies.sk, 2011)

Isaac Newton

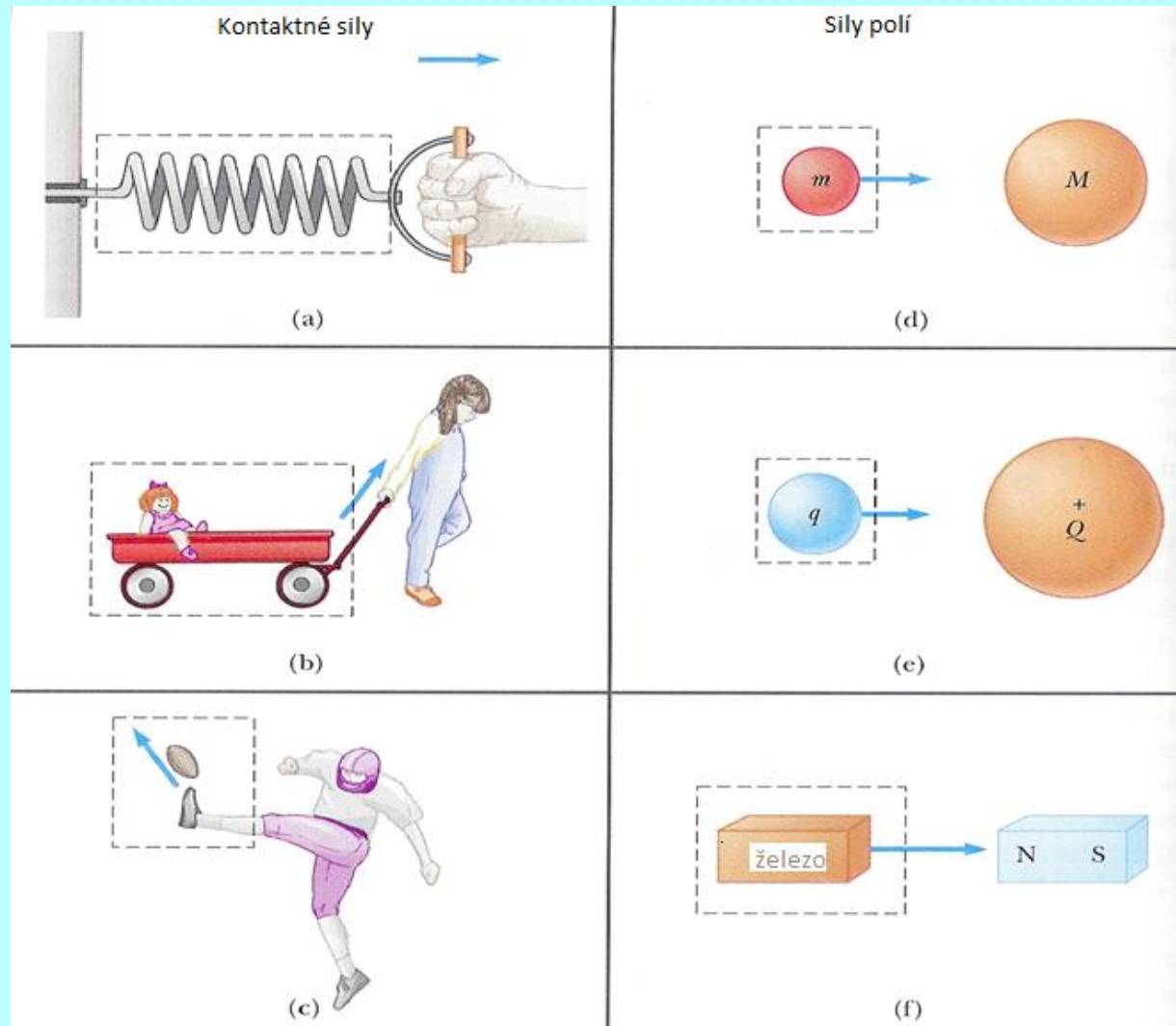
1. Vysvetlite rozdiel medzi pojmami sila a interakcia.
2. Akými spôsobmi môže byť sprostredkovaná interakcia?
3. Aké môžu byť následky interakcie? (čo môže spôsobiť)
4. Od čoho závisí účinok sily na teleso?
VELKOSŤ, SMER, PÔSOBISKO
5. Čo rozhoduje o účinku viacerých síl, ktoré pôsobia na teleso súčasne?
VÝSLEDNICA
6. Charakterizujte inerciálne a neinerciálne vzťahné sústavy a uveďte príklady takýchto sústav.

Interakcia

Vzájomné pôsobenie telies

Priamo

Sprostredkovane



Obr. 3.2 Interakcia telies prostredníctvom kontaktných síl (a, b, c) a prostredníctvom fyzikálnych polí (d, e, f). (Serway, 2006)

Výtahové lano vydrží ťažnú silu s veľkosťou 100 kN. Na lane je zavesený výtah s hmotnosťou 2,5 tony . . .

- a) Vysvetlite pojmy interakcia a sila. Aké sú účinky sily na teleso?
- b) Nakreslite danú situáciu za predpokladu, že lano s výtahom je v pokoji. Zakreslite do obrázku sily, ktoré pôsobia na výtah. Porovnajte ich veľkosti, ak je výtah v pokoji. Aký typ vzťažnej sústavy predstavuje v tomto prípade výtah?
- c) Slovné formulujte 3 Newtonove pohybové zákony a uveďte ich názvy.
- d) Napíšte pohybovú rovnicu pre prípad zrýchleného pohybu výtahu. Aký typ vzťažnej sústavy predstavuje v tomto prípade výtah? Pri akom zrýchlení by sa lano pretrhlo? Prečo?
- e) Ktorým smerom sa pohybuje výtah z predchádzajúcej časti? Vysvetlite.

1. Zákon zotrvačnosti

Teleso zotrvača v pokoji alebo rovnomernom priamočiarom pohybe, kým nie je nútené pôsobením vonkajšej nekompensovanej sily tento stav zmeniť

2. Zákon sily

Zrýchlenie telesa je priamoúmerné výslednej vonkajšej sile, s ktorou má rovnaký smer a nepriamoúmerné hmotnosti telesa

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

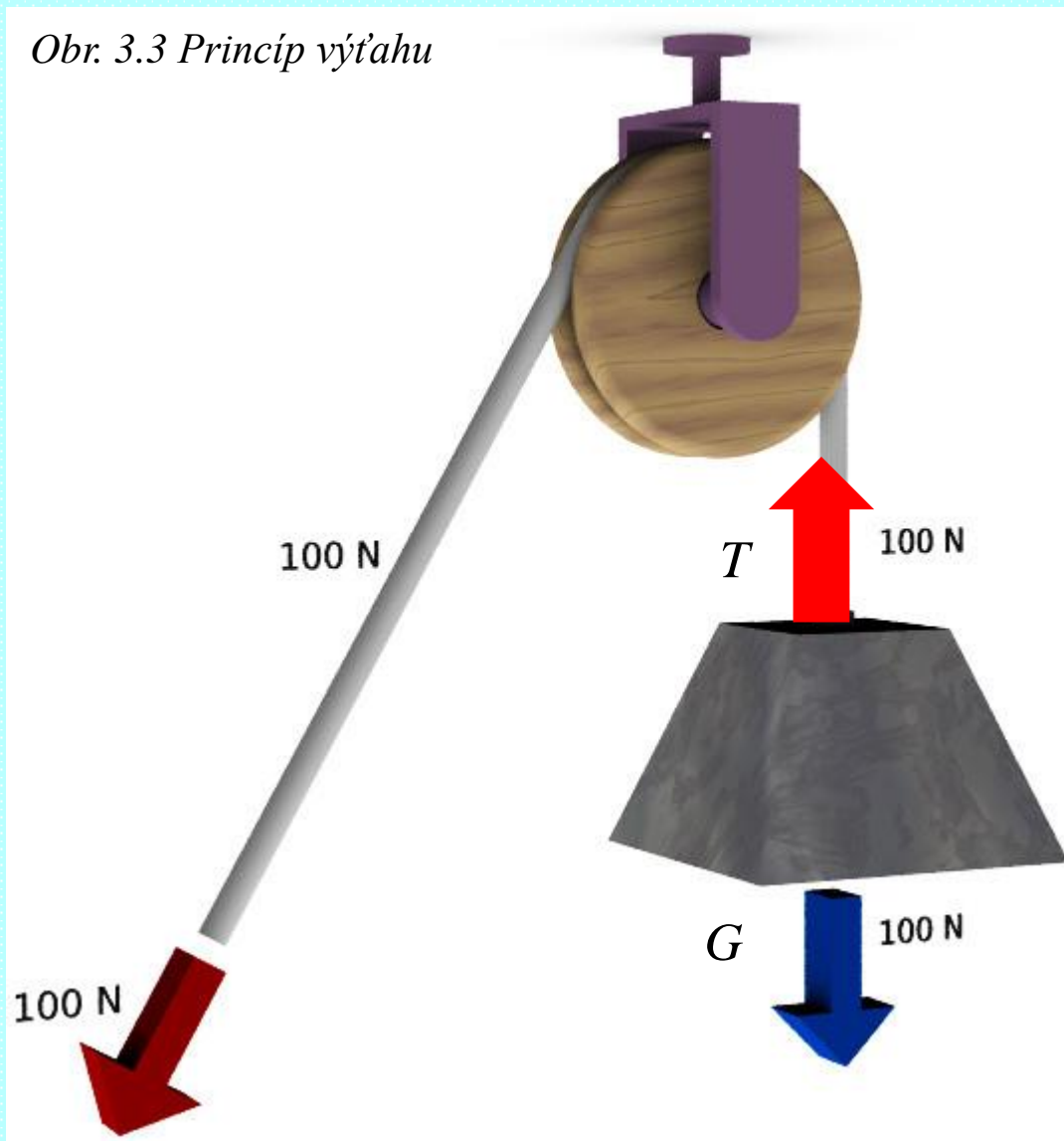
- $[F] = \text{kg.m.s}^{-2} = \text{N}$
- Obmedzená platnosť !!!

3. Zákon akcie a reakcie

Ak jedno teleso pôsobí na druhé silou (akcia), pôsobí aj to druhé teleso na prvé rovnako veľkou silou (reakcia) opačného smeru

$$\vec{F}_{12} = -\vec{F}_{21}$$

Obr. 3.3 Princíp výtahu



Pohybová rovnica pre translačný pohyb:

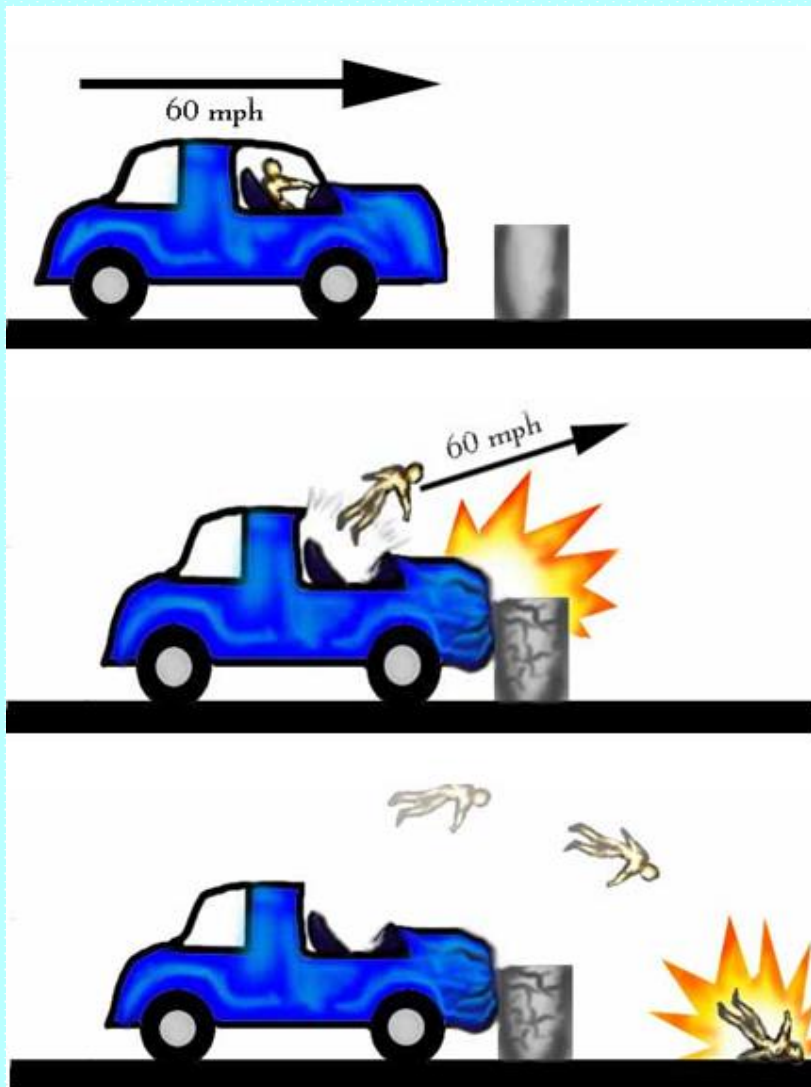
Sily a zrýchlenia rovnakým smerom musia mať rovnaké znamienko

$$\sum \vec{F} = m \cdot \vec{a}$$

1. V čom je obmedzená platnosť Newtonových pohybových zákonov (NPZ)?
2. Prečo sa nedá 1. NPZ dokázať?
3. Čo vyjadruje tento matematický zápis?

ak $\sum \vec{F} = 0$, tak $\vec{a} = 0$

4. Čo je inercia a čo je jej mierou pri translácii?



Obr. 3.4 Zákon zotrvačnosti v praxi (Williams, 2009) a (carcrasharticles.org, 2009).

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

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

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

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

Hybnosť
(kg.m.s⁻¹)

2. NPZ všeobecný tvar

**1. veta impulzová v
diferenciálnej forme**

Derivácia hybnosti podľa času je rovná sile, ktorá pôsobí na hmotný bod.

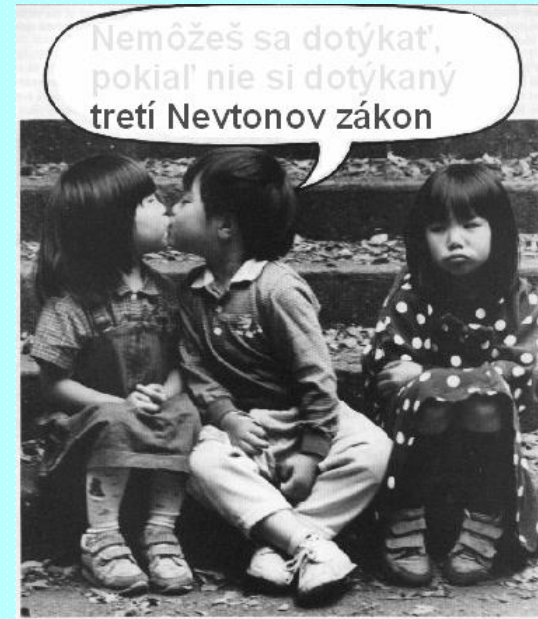
$$\begin{aligned}\vec{F} &= \frac{\Delta \vec{p}}{\Delta t} \\ \vec{F} \cdot \Delta t &= \Delta \vec{p} \\ \vec{F} \cdot \Delta t &= \vec{I}\end{aligned}$$

Impulz sily

1. Porovnajzte sily akcie a reakcie?
2. Ktorá z týchto síl skôr vzniká a ktorá skôr zaniká?
3. Aká je výslednica síl akcie a reakcie?

NEKOMPENZUJÚ SA – KAŽDÁ PÔSOBÍ NA INÉ TELESO

4. Aký fyzikálny zákon využíva otriasajúci sa pes?
5. Prečo klesá ortuť pri potriasaní lekársnym teplomerom?
6. Dva vagóny rôznych hmotností sa pohybujú rovnakou rýchlosťou. Ktorý vagón zastane skôr, ak na ne začne pôsobiť rovnaká sila proti pohybu?
7. Ako sa zhoduje s rovnosťou akcie a reakcie tá skutočnosť, že po zrážke je oveľa viac deformované osobné auto ako kamión?



Obr. 3.5 Zákon akcie a reakcie v praxi (Serway, 2006) a (Kubinec, 2002).

Hustota

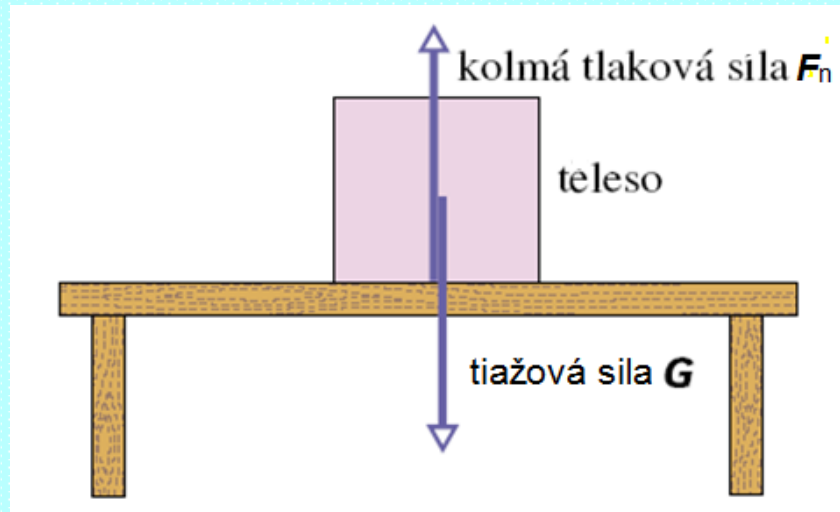
$$\rho = m / V$$

- m je hmotnosť telesa (kg),
- V je objem (m^3),
- $[\rho] = \text{kg} \cdot \text{m}^{-3}$

Nákladné auto dostane na mokrej ceste šmyk a narazí do stojaceho osobného.

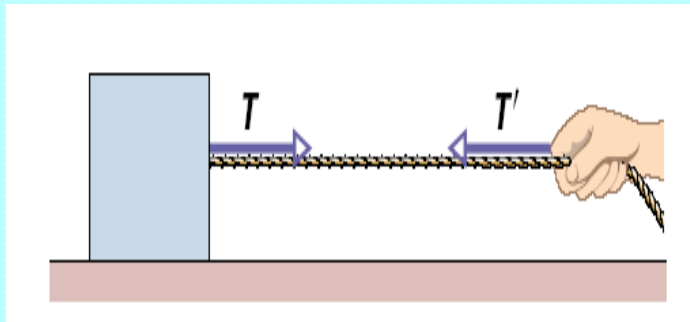
- a) Načrtnite túto situáciu v okamihu zrážky a vyznačte sily, ktorými pôsobí nákladné auto na osobné a osobné na nákladné.
- b) Porovnajte veľkosti týchto dvoch síl a zdôvodnite.
- c) Opíšte situáciu, ktorá nastane po zrážke. Ktorým smerom sa autá po zrážke pohybujú.
- d) Akým pohybom sa autá po zrážke pohybujú. Načrtnite aj pre tento prípad veľkosti týchto síl, ktorými pôsobí nákladné auto na osobné a osobné na nákladné.
- e) Porovnajte veľkosti týchto dvoch síl a zdôvodnite.

Tlaková síla



Obr. 3.6 Tlaková síla (Halliday, 1997).

Ťahová síla



Obr. 3.7 Ťahová síla (Halliday, 1997).



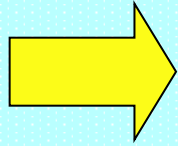
V hasičskom vodojeme sa nachádza voda, ktorá sa tankuje do hasičskej cisterny. Pri pohybe vody v hadici dochádza k treniu.

- Čo je trenie? Čo je príčinou vzniku trenia?
- Charakterizujte a uveďte príklady na statické a dynamické trenie a porovnajte ich veľkosti. Podobne charakterizujte kedy dochádza k šmykovému a valivému treniu.
- Napíšte a vysvetlite vzťah na výpočet sily šmykového trenia.
- Ako sa prejaví trenie na pohybe vody v hadici? Ako sa prejaví na pohybe molekúl? Ako sa zmení pritom teplota vody?
- Napíšte príklady pozitívnych i negatívnych dôsledkov trenia.
- Prečo sa zúbkuje povrch čeľustí plochých klieští?



Obr. 3.8 Drsnosť (Serway, 2006).

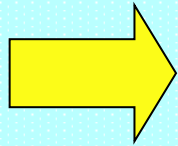
$$F_t = f \cdot F_n$$



Dynamická trecia sila:

f faktor (koeficient)
dynamického šmykového trenia
bezrozmerné číslo
 F_N normálová sila

$$F_t = f_0 \cdot F_n$$



Statická trecia sila:

f_0 faktor (koeficient)
statického šmykového trenia

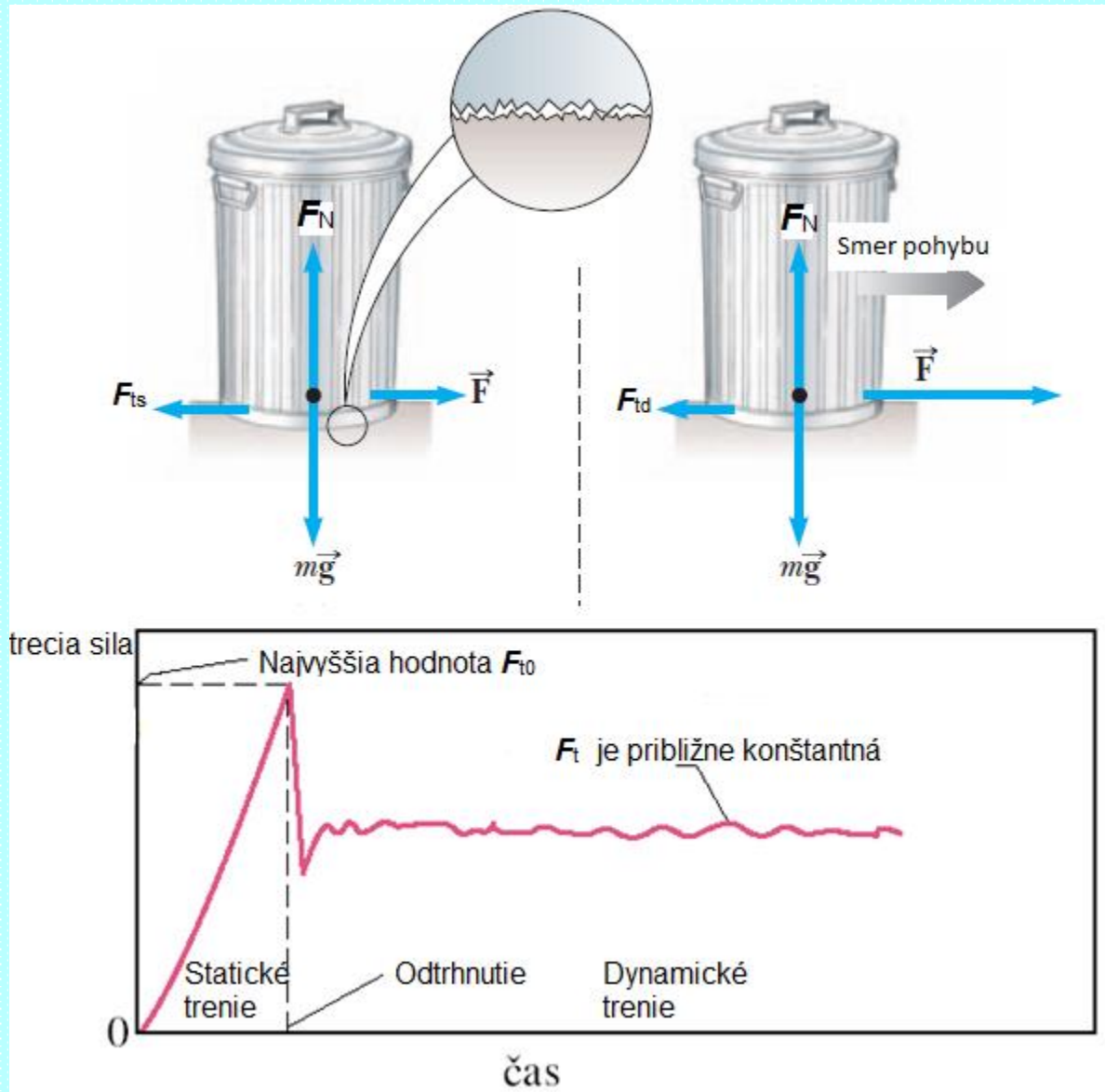
Trecia sila závisí od:

1. akosti (drsnosti) oboch trecích plôch,
2. od kolmej tlakovej (normálovej) sily (F_n).

Trecia sila nezávisí od:

1. v istých medziach na vzájomnej rýchlosti pohybujúcich sa telies,
2. od veľkosti trecích plôch, a teda nezávisí ani od tlaku.

Statické a dynamické trenie



Obr. 3.9 Priebeh síl statického a dynamického trenia. (Serway, 2006)

Valivé trenie

- Teleso guľového, alebo valcovitého tvaru sa valí po nejakej ploche
- Je menšie ako šmykové

Trenie v praxi



Obr. 3.10 Prikklady trenia. (jnj-eu.sk, 2011).

Trenie v praxi



Obr. 3.11 Pohyb auta i človeka pri poriadovici je naozaj náročný. Dochádza okamžite k šmyku. (Reprofoto, 2009)



Obr. 3.12 Šmyk auta v zákrute na vlhkej vozovke. (Sagner, 2011)

Vlak s hmotnosťou 10^6 kg má pri rozbiehaní dosiahnuť za 30 s rýchlosť $15 \text{ m}\cdot\text{s}^{-1}$. Faktor trenia je 0,1. . .

- a) Nakreslite danú situáciu za predpokladu, že vlak sa rozbieha rovnomerne zrýchleným pohybom. Zakreslite do obrázka všetky sily, kým má vlak vypnutý motor. Zakreslite do obrázka vektory všetkých síl, ktoré pri rozbiehaní na vlak pôsobia (aj trenie) a vektor zrýchlenia pohybu vlaku.
- b) Aké pohyby koná vlak (z hľadiska zmeny rýchlosti i tvaru trajektórie), ak zrýchlenie jeho pohybu je konštantné a pohybuje sa po priamočiarej trajektórii? Vlak považujeme za hmotný bod. Charakterizujte tieto pohyby.
- c) Uveďte názvy a slovne formulujte 3 Newtonove pohybové zákony.
- d) Určte všeobecne, ako vypočítate veľkosť výslednice síl pôsobiacich na vlak počas rozbiehania. Vyjadrite vzťah medzi výslednou pôsobiacou silou na vlak pri jeho rozbiehaní a veľkosťou zrýchlenia jeho pohybu (napíšte pohybovú rovnicu).
- e) Na základe zadaných údajov určte veľkosť ťažnej sily lokomotívy.
- f) Aký pohyb koná vlak ak naň pôsobí konštantná ťažná sila , ktorá je väčšia, rovná prípadne menšia ako trecia sila?

Zdroje obrázkov

1. carcrasharticles.org. 2009. [Online] 3. 3. 2009. [Dátum: 20. 6. 2011.] <http://carcrasharticles.org/>.
2. Halliday D., Resnick R., Walker J. 1997. Fyzika. Praha : VUTIUM a PROMETHEUS, 1997. ISBN 80-214-1869-9.
3. jmj-eu.sk. 2011. Ložiská. [Online] 3. 6. 2011. [Dátum: 20. 6. 2011.] <http://www.jmj-eu.sk/loziska/0/0/2/19>.
4. Kubinec, P. 2002. Úsmev. [Online] 4. 7. 2002. [Dátum: 11. 11. 2011.] <http://www.lsg.sk/~pkubinec/usmev.htm>.
5. Reprofoto. 2009. Ledovka na chodnících. Nevycházejte, radí záchranári. [Online] 23. 12. 2009. [Dátum: 20. 6. 2011.] http://www.lidovky.cz/ledovka-na-chodnicich-nevychazejte-radi-zachranari-f85-/ln_domov.asp?c=A091223_094122_ln_domov_tsh.

Zdroje obrázkov

6. Sagner, P. 2011. ewrc.cz. [Online] 3. 6. 2011. [Dátum: 20. 6. 2011.] <http://www.ewrc.cz/ewrc/fotogalery.php?events=929&fotograf=7&all=1>.
7. Serway, R. a kol. 2006. College Physics. s.l. : Brooks Cole,, 2006. s. 1056. ISBN-13: 978-0495113690.
8. vies.sk. 2011. Philosophiae naturalis principia mathematica. [Online] 22. 4. 2011. [Dátum: 20. 6. 2011.] <http://www.vies.sk/philosophiae-naturalis-principia-mathematica/>.
9. Williams, C. 2009. Isaac Newton's three laws of motion. [Online] 31. 3. 2009. [Dátum: 20. 6. 2011.] <http://www.williamsclass.com/EighthScienceWork/NewtonsThreeLaws.htm>.