

### 2.4.3 1. Newtonův zákon III

**Předpoklady:** 020402

**Pomůcky:** ruličky, kousky toalet'áku

**Pedagogická poznámka:** Je nutné postupovat tak, aby se před koncem hodiny podařilo zadat poslední příklad.

**Př. 1:** Jaký byl nejdůležitější závěr minulé hodiny?

Nestačí si pamatovat 1. Newtonův zákon, ale je třeba ho používat, když se zamýšlíme nad nějakým problémem.

**Př. 2:** Auto jede po vodorovné přímé silnici rovnoměrně rychlostí 90 km/h a působí na něj směrem dopředu síla o velikosti 250 N. Působí na auto další síla? Jak je velká?

Auto se pohybuje rovnoměrně přímočaře  $\Rightarrow$  výsledná působící síla musí být nulová  $\Rightarrow$  na auto musí působit kromě síly motoru směrem dozadu stejně velká síla o velikosti 250 N (zřejmě celkový odpor (vzduch a tření dohromady)).

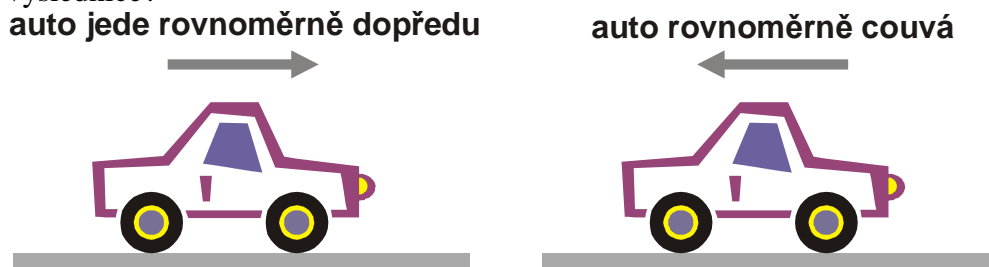
**Př. 3:** Vysvětli princip beranidla. Jaké vlastnosti by mělo mít? Proč je snazší dveře vyrazit než vytlačit?

Beranidlo - rozpohybujeme ho a vrazíme do dveří. Beranidlo se snaží si zachovat svůj pohyb, zabrzdí ho až síla dveří (stejně velkou silou působí beranidlo na dveře).

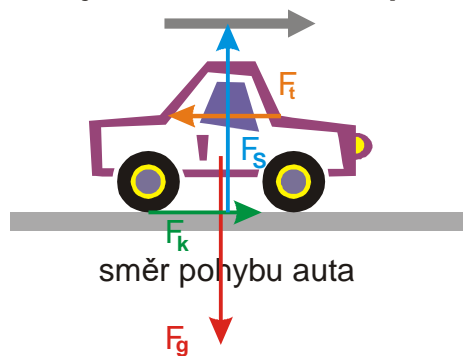
Beranidlo musí být těžké, pohybovat se velkou rychlostí a musí být tvrdé.

Na rychlé zastavení je třeba velká síla.

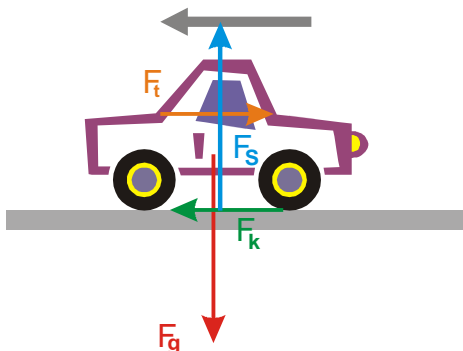
**Př. 4:** Jaké síly působí na auto jedoucí stálou rychlostí po rovné silnici. Jaká je jejich výslednice?



### auto jede rovnoměrně dopředu



### auto rovnoměrně couvá



Auto jede rovnoměrně  $\Rightarrow$  výslednice působících sil musí být nulová.

Na auto působí:

- $F_g$  - gravitační síla Země,
- $F_s$  - síla silnice,
- $F_t$  - třecí síla a odpor vzduchu,
- $F_k$  - síla kol, kterou se odstrkují od silnice a udržují auto v rovnoměrném pohybu.

Dvojice sil opačného směru mají stejnou velikost a navzájem se odečtou.

Auto jede rovnoměrně  $\Rightarrow$  výslednice působících sil musí být nulová.

Na auto působí:

- $F_g$  - gravitační síla Země,
- $F_s$  - síla silnice,
- $F_t$  - třecí síla a odpor vzduchu,
- $F_k$  - síla kol, kterou se odstrkují od silnice a udržují auto v rovnoměrném pohybu.

Dvojice sil opačného směru mají stejnou velikost a navzájem se odečtou.

**Pedagogická poznámka:** Některé žáky překvapuje, že oba obrázky jsou téměř stejné.

Podrobnější diskusi o tom, která síla auto udržuje v pohybu necháváme na později.

**Př. 5:** Když položíš vodorovně na pás v obchodě u pokladny jako poslední limonádu, láhev zůstává na místě, i když se pás rozjede. Proč? Co se naopak stane, když pás zastaví?

Láhev se snaží si udržet svůj pohybový stav (klid)  $\Rightarrow$  zůstává na místě  $\Rightarrow$  pás ji postupně roztáhne a tím uvádí do pohybu.

Ve chvíli, kdy se pás rychle zastaví, se láhev opět snaží udržet svůj pohyb a kutálí se dál dopředu.

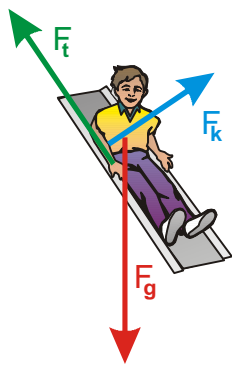
**Př. 6:** Je nutné, aby kosmická sonda měla během cesty ze Země na Mars celou dobu zapnuté motory? Proč?

Nutné to není (ani se to tak nedělá). Sonda je urychlena při startu ze Země, pak se větší část rakety oddělí a sonda dál letí setrvačností. Motory se zapínají zase až při zastavování nebo manévrech v cíli cesty.

**Př. 7:** Dítě si hraje na skluzavce. Jednou sedí uprostřed a nehýbe se, podruhé stejným místem rovnoměrně projíždí. Porovnej velikost třecí síly v obou případech.

Rozebereme si postupně oba případy.

### dítě se nehýbe

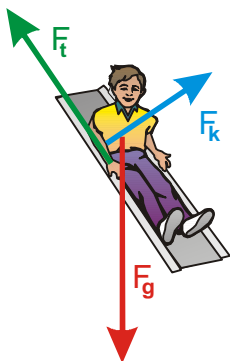


Na dítě působí tři síly:

- $F_g$  - gravitační síla Země,
- $F_k$  - síla klouzačky (aby se dítě nepropadlo dolů),
- $F_t$  - třecí síla, která zabraňuje části gravitace stáhnout dítě dolů.

Podle 1. Newtonova zákona může dítě zůstat v klidu pouze v případě, že výsledná působící síla bude nulová  $\Rightarrow$  třecí síla musí vyrovnat působení gravitační síly a síly od klouzačky.

### dítě jede rovnoměrně



Na dítě působí tři síly:

- $F_g$  - gravitační síla Země,
- $F_k$  - síla klouzačky (aby se dítě nepropadlo dolů),
- $F_t$  - třecí síla, která zabraňuje části gravitace stáhnout dítě dolů.

Podle 1. Newtonova zákona se může dítě pohybovat rovnoměrně přímočaře pouze v případě, že výsledná působící síla bude nulová  $\Rightarrow$  třecí síla musí vyrovnat působení gravitační síly a síly od klouzačky.

Gravitační síla i síla klouzačky jsou v obou případech stejné  $\Rightarrow$  třecí síla musí být v obou případech stejná.

**Pedagogická poznámka:** Studenti většinou považují za větší sílu působící v klidu. Vychází to i z osobní skutečnosti, protože nerozlišují sílu, která musí zabrzdit klouzající dítě, od síly, která stačí k tomu, aby se už stojící dítě nepohybovalo.

**Př. 8:** Akční hrdina musí vyskočit z jedoucího vlaku. V jakém směru má skočit? Proč? Co musí při dopadu udělat?

Problém: Pokud jedeme vlakem, máme rychlost vlaku, o kterou nepřijedeme, když vyskočíme  $\Rightarrow$  při dopadu na zem se budeme pohybovat ve směru jízdy vůči zemi podobnou rychlostí, kterou jede vlak.

Doporučení:

- dopadat ve směru pohybu vlaku (pozadu jsou všechny reakce daleko obtížnější),
- zkusit se odrazit směrem dozadu proti směru jízdy vlaku a tím rychlost vůči zemi snížit,
- po dopadu udělat kotoul, nebo pokračovat v běhu.

**Př. 9:** Parašutista vyskočí z letadla. Nejdříve padá se zavřeným padákem. Zrychluje, ale po určité době se jeho rychlost ustálí a padá rovnoměrně. Poté otevře padák, jeho pád se zpomaluje až do okamžiku, kdy začne opět padat rovnoměrně. Porovnej velikost odporu vzduchu, který dohromady na parašutistu s padákem působí, a) když rovnoměrně padá se zavřeným padákem, b) když rovnoměrně padá s otevřeným padákem.

Během pádu působí na parašutistu dvě síly:

- $F_g$  - gravitační síla Země (během pádu se nemění),
- $F_v$  - odpor vzduchu.

a) Parašutista rovnoměrně padá se zavřeným padákem.

Rovnoměrný pohyb  $\Rightarrow$  na parašutistu působí nulová výsledná síla  $\Rightarrow$  musí platit  $F_v = F_g$ .

b) Parašutista rovnoměrně padá s otevřeným padákem.

Rovnoměrný pohyb  $\Rightarrow$  na parašutistu působí nulová výsledná síla  $\Rightarrow$  musí platit  $F_v = F_g$ .

$\Rightarrow$  V obou případech se velikost odporu vzduchu rovná velikosti gravitační síly, kterou na parašutistu působí Země  $\Rightarrow$  v obou případech působí na parašutistu stejně velký odpor vzduchu.

**Př. 10:** Vysvětli, jak je možné, že v obou bodech předchozího příkladu, působí na parašutistu stejně velký odpor vzduchu, když při pádu s otevřeným padákem brzdí parašutistu daleko větší plocha otevřeného padáku.

Odpor vzduchu závisí na:

- velikosti plochy,
- rychlosti pohybu.

$\Rightarrow$

- Parašutista rovnoměrně padá se zavřeným padákem: malá plocha, ale velká rychlost pádu  $\Rightarrow$  potřebná velikost odporu vzduchu.
- Parašutista rovnoměrně padá s otevřeným padákem: velká plocha, ale malá rychlost pádu  $\Rightarrow$  potřebná velikost odporu vzduchu.

$\Rightarrow$  Smysl padáku: velká plocha padáku zaručí, že odpor vzduchu dosáhne potřebné velikosti už při malé rychlosti pádu a parašutista přežije dopad na zem (když se padák neotevře, dopadne s velkou pravděpodobností po nějaké době rovnoměrného pádu, ale příliš velkou rychlostí a zabije se).

**Př. 11:** V úzké trubici uvízl předmět (papírek). Navrhni způsob, jak ho dostat ven. Postup fyzikálně zdůvodni. Je možné upravit postup tak, aby papírek vylezl horním (dolním) koncem trubice.

Můžeme využít setrvačnosti papíru v trubici.

Pokud uvedeme trubku rychle do pohybu (například úderem), snaží se papír zůstat v klidu (dokud ho tření o stěny neuvede do pohybu)  $\Rightarrow$

- pokud tlučeme do trubice shora, papír se postupně přesunuje k hornímu konci (zůstává v klidu, zatímco trubice se po úderu pohybuje dolů),
- pokud tlučeme do trubice zdola, papír se postupně přesunuje k dolnímu konci (zůstává v klidu, zatímco trubice se po úderu pohybuje nahoru).

Pokud pohybující se trubku rychle zastavíme (například nárazem), snaží se papír zůstat v pohybu (dokud ho tření o stěny nezastaví)  $\Rightarrow$

- pokud zastavujeme trubici pohybující se shora dolů, papír se postupně přesunuje k dolnímu konci (zůstává v pohybu, zatímco trubice se nárazu zastaví),
- pokud zastavujeme trubici pohybující se zdola nahoru, papír se postupně přesunuje k hornímu konci (zůstává v pohybu, zatímco trubice se nárazu zastaví).

**Pedagogická poznámka:** Předchozí příklad si žáci zkouší s ruličkami od kuchyňských papírových utěrek, prázdných rolí od látek ... Někteří objeví zajímavé souvislosti s vytřepáváním kečupu z částečně prázdného obalu.

Zatím jsme zkoumali, jak probíhá pohyb, když je působící síla nulová. Nyní je třeba prozkoumat pohyb v situaci, kdy výsledná síla nulová není.

**Pedagogická poznámka:** Doporučuji zadat následující příklad jako dobrovolnou skupinovou práci s odevzdáním do příštího týdne s tím, že skupina, která si měření nejlépe rozmyslí ho poté v hodině provede. Provádění pokusů současně ve více skupinách omezuje počet siloměrů a prostor.

**Př. 12:** Máš k dispozici siloměr, kolečkové brusle, spolupracovníky. Připrav pokusy na prozkoumání vlivu nenulové výsledné síly působící ve směru pohybu na pohyb. Podle nejlepšího návrhu budeme v příští hodině postupovat. Zohledni veličiny, které budou sledovaný pohyb ovlivňovat.

---

**Shrnutí:**