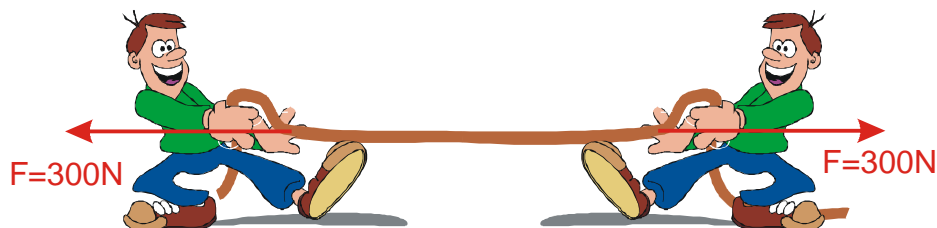


## 1.2.9 3. Newtonův pohybový zákon II

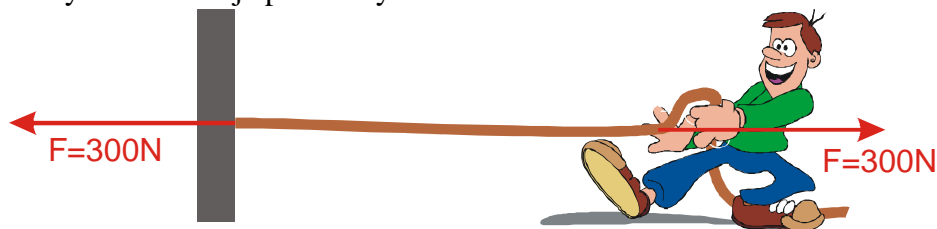
**Předpoklady:** 1208

**Pomůcky:** siloměr, osobní váha, balónek.

**Př. 1:** Chlapci při přetahování tahají ze své strany stejnými silami o velikosti 300 N. Vydrží lano, když jeho pevnost v tahu je 500 N?



Nejdříve si musíme uvědomit, že situace, kdy za lano tahají z obou stran dva kluci (a souboj je nerozhodný), je z hlediska sil na lano stejná, jako když za lano tahá jednom jeden kluk a druhý konec lana je přivázaný ke zdi.



V obou případech je lano v klidu  $\Rightarrow$  výsledná síla působící na lano musí být nulová  $\Rightarrow$  pokud na lano zleva působí síla 300 N, musí na něj zleva působit stejně velká síla na druhou stranu  $\Rightarrow$  lano s pevností 500 N musí vydržet působení síly 500 N z obou stran  $\Rightarrow$  nemělo by se při přetahování chlapců přetrhnout.

Předchozí příklad můžeme demonstrovat pomocí každého siloměru. Ukazuje stejnou sílu, když se o něj přetahují dva experimentátoři, i v situaci, kdy táhne pouze jeden z nich a druhý konec je přidělán ke stěně.

**Pedagogická poznámka:** Nejdříve siloměr přetahují oběma rukama (přetahování obou chlapců). Většinou se objeví někdo, kdo pochybuje o tom, že táhne i druhou rukou, jakmile řekne, která z rukou podle něj podvádí, předám mu odpovídající konec siloměru, aby si vyzkoušel, že opravdu táhne.

**Př. 2:** Tvoří síly, které jsme nakreslili do obrázku v předchozím příkladu dvojici partnerských sil z 3. Newtonova zákona?

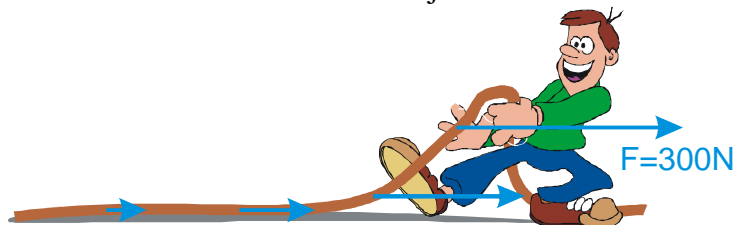
Síla chlapce na lano a síla zdi na lano tvoří dvojici partnerských sil z 3. Newtonova zákona, protože nemají navzájem prohozené původce a cíle (například také obě působí na stejný předmět).

- Síla zdi na lano má jako partnerskou sílu sílu lana na zed'.
- Síla chlapce na lano má jako partnerskou sílu sílu lana na chlapce.

**Př. 3:** Je možné, aby na lano působila síla pouze od jednoho z chlapců? Co se v takovém případě bude dít? Bude celé lano napínáno stejnou silou?

Pokud nebude lano uvázané a nikdo ho nebude držet, bude na něj působit jediná síla – síla od chlapce  $\Rightarrow$  na lano bude působit nenulová výsledná síla směrem doprava  $\Rightarrow$  lano začne zrychlovat (a pokud to chlapec neočekává, zřejmě spadne na zem).

Celé lano se musí pohybovat se stejným zrychlením  $\Rightarrow$  síla, která napíná lano, se bude s rostoucí vzdáleností od místa, kde ho chlapec drží zmenšovat, protože musí urychlovat čím dál menší kus lana a tím samozřejmě menší hmotnost.



**Př. 4:** Popiš, jakým způsobem skáče člověk z místa do výšky. Vysvětli z fyzikálního hlediska.

Člověk přikrčí nohy (to může udělat pomalu) a pak je co nejrychleji narovná. Tím se odrazí od země, získá rychlost a protože jeho rychlost se nemůže jen tak ztratit, vyskočí nad zem (za chvíli zase spadne, protože ve vzduchu už na něj působí jenom gravitace směrem dolů a tak ho tímto směrem postupně urychlí).

Směrem nahoru může člověka urychlit pouze síla, která působí nahoru. Kde se bere? Při narovnávání nohou, člověk tlačí velkou silou do Země (jakoby se jí snažil odkopnout, což se mu vzhledem k velikosti Země podaří jen velmi málo). Podle 3. Newtonova zákona musí Země působit na člověka stejně velkou silou opačného směru (tedy nahoru)  $\Rightarrow$  člověk při odrazu tlačí do Země, aby ho partnerská síla Země na člověka urychlila do výskoku.

Změny síly, kterou působíme na Zemi, můžeme snadno demonstrovat pomocí klasické osobní váhy. Když se přikrčujeme, síla se zmenšuje (váha ukazuje méně), když nohy narovnáme, síla se zvětší (váha ukazuje více).

**Př. 5:** Při vystupování z lodi musí dát vodák pozor, aby se neodrážel směrem ke břehu. Naopak se musí odrážet vzhůru. Vysvětli.

Situace je podobná předchozí. Vodák při vystupování působí nohou na loď v opačném směru, než působí loď na něj.

- Pokud vystupuje nahoru, tlačí loď do vody (a voda loď nadnáší, tak že ji nenechá potopit).
- Pokud vystupuje dopředu, tlačí loď dozadu, třecí síla mezi lodí a vodou je minimální a tak lodi nic nebrání v pohybu dozadu (od břehu), začne se vzdalovat od břehu a vodák spadne do vody.

Zkušený vodák naplocho opře pádlo o břeh a tím vyrobí třecí sílu mezi pádlem a břehem, která zabrání odplutí lodi od břehu.

**Př. 6:** Rozhodni, která síla uvádí do pohybu automobily.

Většina lidí si myslí, že automobily uvádí do pohybu „síla motoru“. Je pravda, že bez motoru se automobil nerozjede, ale přesto „síla motoru k rozjetí automobilu nestačí“.

Pokud je náledí, nebo automobil zapadne do bahna, můžeme motor túrovat na maximum a auto se nerozjede.

Proč auta jezdí. Motor roztočí kola a pokud je mezi koly a zemí dostatečně velké tření, začnou kola strkat třecí silou Zemi dozadu (dobře je to vidět při rozjíždění na šterku. Od kol odlétají dozadu kamínky a mohou být poměrně nebezpečné). Země působí na kola stejně velkou partnerskou silou směrem dopředu a tím rozpohybuje auto.

Pokud je třecí síla příliš malá, snažíme se ji zvětšit (sypání sněhu a ledu, podkládání kol větvemi, nasazením sněhových řetězů).

**Př. 7:** Proč se baron Prášil nemohl vytáhnout z bažiny za svůj cop?

Jednou z mnoha nesnází, ze kterých se baron Prášil ve svých příhodách šťastně dostal, byla nehoda v bažině. Baron uvízl a začal se topit. Ve chvíli, kdy se schylovalo k nejhoršímu, se z bažiny sám za svůj cop vytáhl.



Ve skutečnosti by se utopil. Pokud by se rukou chytil za cop a začal ho tahat nahoru, objevila by se síla jeho ruky na cop, která by ho táhla nahoru, ale zároveň s ní by se objevila i její partnerská síla copu na ruku, stejně velká směřující dolů. Obě síly jsou stejně velké a obě působí na tělo barona  $\Rightarrow$  jejich výslednice je nulová a baron dále klesá do bažiny.

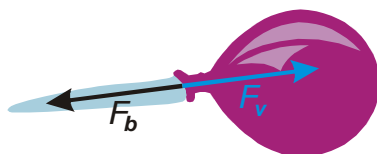
3. Newtonův zákon má tedy dva zajímavé důsledky:

- Pokud chceme uvést nějaký předmět do pohybu, musí na něj působit síla od nějakého jiného předmětu.
- Pokud potřebujeme, aby na nás nějaký jiný předmět působil, dosáhneme toho tím, že začneme působit na něj ve směru, který je opačný ke směru potřebného silového působení

K oběma důsledkům se ještě vrátíme.

**Př. 8:** Jaká síla pohybuje s volně puštěným nafouknutým balónek. Proč se jeho pohyb postupně čím dál divočejší?

Z puštěného balónku vyletuje vzduch, který je vytlačován gumovou stěnou balónku. Aby vzduch z balónku vyletěl musí ho obsah balónku vytlačit směrem dozadu silou  $F_b$ . S touto silou se musí objevit i její partnerská síla  $F_v$  - síla vzduchu na balónek, směrem dopředu. Síla  $F_v$  urychluje balónek dopředu.



Velikost síly  $F_v$  se během letu balónku zřejmě podstatně nemění, naopak rychle klesá hmotnost balónku (jak v něm ubývá vzduchu) a zvětšuje se tak zrychlení, které vzduch způsobuje.

**Př. 9:** Ve známém večerníčku „Jen počkej“ dohání vlk utíkajícího zajíce na plachetnici tím, že sám z paluby fouká do plachty. Proč není možné pohánět plachetnici tímto způsobem. Jak by využitím svého velkého „fuku“ plachetnici pohánět mohl?

Jde o podobnou situaci jako u barona Prášila.

Vlk vyfukuje vzduch z plic na plachtu  $\Rightarrow$  působí na vzduch směrem dopředu a vzduch působí partnerskou silou na vlka (a tím i loď) směrem dozadu (pokud by loď neměla plachtu, couvala by). Vzduch při nárazu působí na loď směrem dopředu (a vyrovná své předchozí působení na vlka).

Ve skutečnosti dochází vždy k nějakým ztrátám  $\Rightarrow$  síla vzduchu na plachtu by byla menší než vzduchu na vlka  $\Rightarrow$  loď by pomalu couvala.

Pokud se vlk otočí zády ke směru plavby a bude foukat dozadu, bude na loď působit vzduch pouze jednou a to silou na vlka  $\Rightarrow$  loď pojedou dopředu.

**Shrnutí:**