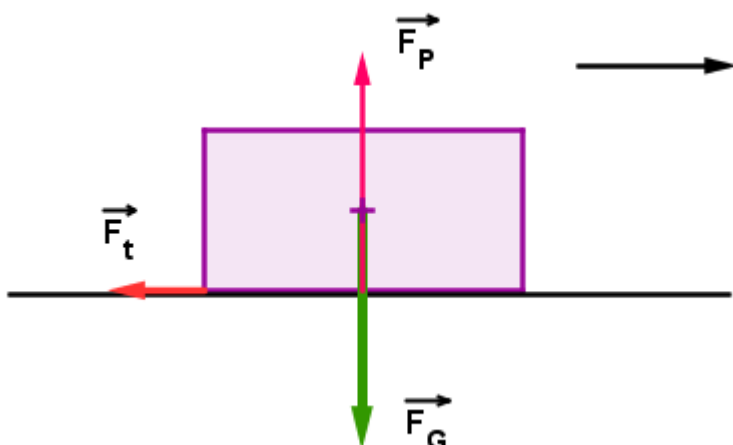


## Druhý Newtonův pohybový zákon

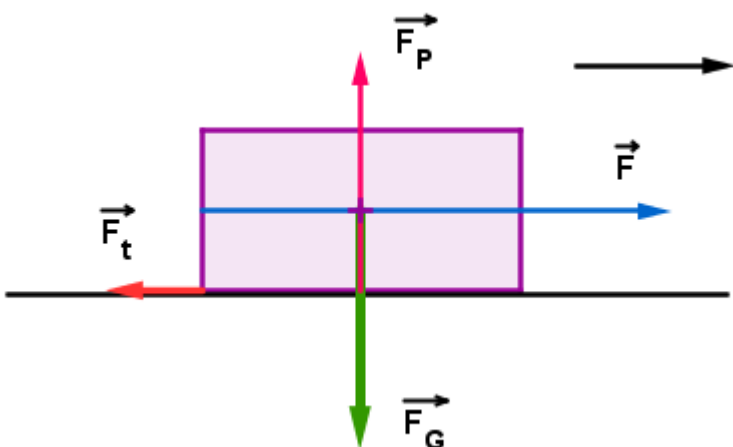
---

Začneme opakováním z předchozí kapitoly (*První Newtonův pohybový zákon – setrvačnost*).

1. úkol: Krabičku uvedeme strčením do pohybu. Nakreslete všechny síly, které na ni působí, pokud se pohybuje (když už se jí nedotýkáme), než se zastaví.



2. úkol: Krabičku uvádíme strčením do pohybu. Nakreslete všechny síly, které na ni působí (dotýkáme se jí).



Pokud se krabičky dotýkáme – tlačíme na levou stěnu a krabičku posunujeme doprava (ruka není v obrázku zakreslena), působíme na krabičku silou, která ji urychluje. Síla tak zvyšuje její rychlost (krabička byla nejprve v klidu, pak se působením síly rozjíždí). Krabička se tedy pohybuje se zrychlením.

Výslednice sil působících na krabičku je:

$$\mathbf{F}_V = \mathbf{F}_G + \mathbf{F}_P + \mathbf{F}_t + \mathbf{F}$$

Síly  $\mathbf{F}_G$  a  $\mathbf{F}_P$  se vyruší (jejich pohybové účinky), můžeme tak psát

$$\mathbf{F}_V = \mathbf{F}_t + \mathbf{F}$$

$$F_V = F - F_t$$

Výslednice je evidentně nenulová, jelikož síla „ruky“ ( $\mathbf{F}$ ) je větší, než třecí síla (viz předchozí obrázek).

A jelikož výslednice sil na těleso působících je nenulová, neplatí první Newtonův pohybový zákon. Těleso tak není ani v klidu, ani v pohybu rovnoměrném přímočarém. Krabička se tedy díky působení ruky pohybuje zrychleným pohybem.

Zrychlení má směr pohybu (směr výslednice).

Je zřejmé, že čím větší silou zapůsobíme („čím silněji do krabičky strčíme“), tím bude výslednice sil větší, tím více krabičku urychlíme; a tím dále dojde.

**Čím větší síla, tím větší zrychlení.**

Velikost zrychlení však bude záviset ještě na něčem; a to na hmotnosti. Těleso s vyšší hmotností je totiž těžší urychlit než těleso s nižší hmotností. Přesněji řečeno – pokud chceme, aby se těleso o vyšší hmotnosti pohybovalo se stejným zrychlením, jako těleso o nižší hmotnosti, musíme na něj (na těleso vyšší hmotnosti) působit větší silou.

Ještě jinak:

**Abychom dosáhli stejného zrychlení, musíme na těžší těleso působit větší silou.**

Pro zrychlení tedy dostáváme vztah:

$$\mathbf{a} = \frac{\mathbf{F}}{m} \Rightarrow \mathbf{F} = m\mathbf{a}$$

**Zvětšujeme-li sílu, zrychlení roste. Zvětšujeme-li hmotnost, zrychlení klesá (při stejné síle).**

Výše uvedený vztah je 2. Newtonův pohybový zákon, který říká:

**Velikost zrychlení tělesa je přímo úměrná velikosti výslednice sil působících na těleso a nepřímo úměrná hmotnosti tělesa. Směr zrychlení je stejný jako směr výslednice.**

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

## Otázky, které se často objeví, nebo je potřeba je položit

---

1. *Opravdu je obtížnější urychlit hmotnější těleso? Není to tím, že u těžšího tělesa bude větší třecí síla mezi podložkou a stolem? (Předchozí obrázek k tomu totiž svádí.)*

I když se předchozí obrázek může zdát nedidaktický, je uveden schválně. Žáci a žákyně sice svádí, že za obtížnější urychlení hmotnějšího tělesa může třecí síla, ale právě po upozornění, že i bez třecí síly by urychlení těžšího tělesa bylo obtížnější, si to lépe uvědomí.

Je také třeba říci, že obecně rozhodně neplatí, že čím větší hmotnost tělesa, tím větší třecí síla. Žákům pak říkám, že si to podrobně rozebereme v kapitole o třecí síle.

Že zrychlení skutečně nepřímo závisí na hmotnosti, si ukážeme na příkladu se dvěma stejně velkými vrhačskými koulemi (železné koule, kterými atleti a atletky vrhají do dálky). Jedna je třeba 3kilová, druhá 7kilová. Lehčí koulí dohodíme dále než těžší.

**Lehčí kouli je tedy (při stejné síle) snadnější urychlit → větší zrychlení → dále doletí.**

Je zřejmé, že v tomto případě byla odporová síla (vzduchu) u obou koulí stejná.

2. *Pokud ale budeme po stole rukou posunovat krabičku rovnoměrným přímočarým pohybem, tak přeci taky působíme silou a přitom se žádné zrychlení nekoná.*

Ano, to je pravda. Pokud se tedy krabička pohybuje rovnoměrně přímočaře nepůsobní na ni podle 1. Newtonova pohybového zákona žádné síly, nebo je jejich výslednice nulová. Jelikož působíme silou ruky, musí se tato síla „vyrušit“ s nějakou jinou silou. Tou je třecí síla.

**Pokud tedy rukou posouváme krabičku rovnoměrně přímočaře, je síla naší ruky stejně velká jako třecí síla.**

(Tíhová síla se vyruší s tlakovou silou podložky.) Výslednice sil působících na krabičku je tedy nulová a krabička se pohybuje rovnoměrně přímočaře.

*Pozn.: Jak je to s třecí silou při rozjždění krabičky z klidu na pohyb rovnoměrně zrychlený, nechávám do kapitoly o třecí síle.*