

**1. KŠPA Kladno, s. r. o., Holandská 2531, 272 01 Kladno, [www.1kspa.cz](http://www.1kspa.cz)**



**FYZIKA**

**Kapitola 4.: *Dynamika***

***Mgr. Lenka Hejduková Ph.D.***

## Kapitola 4.: *Dynamika*

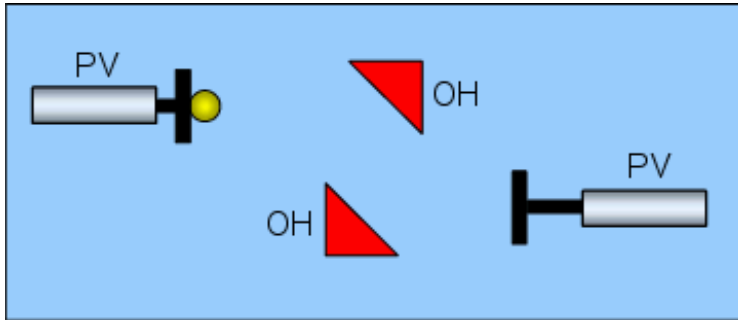
### **Kinematika**

- obor, který zkoumá pohyb bez ohledu na jeho příčiny

### **Dynamika**

- obor, který zkoumá příčiny jeho pohybu
- zabývá se vztahem mezi pohybem předmětu a silami, které na něj působí
- působící síla má za následek změnu rychlosti předmětu a/nebo směru

## Kapitola 4.: *Dynamika - 1.N.Z. zákon setrvačnosti*



Pohyb kuličky je ovlivněn pružinovými válci PV a odraznými hranoly OH, které na ni působí silou. Tím dochází ke změně velikosti a směru rychlosti kuličky a tak se její pohybový stav neustále mění.

Pokud by k silovému působení na kuličku nedocházelo, kulička by zůstala v klidu.

Na vodorovné podložce je v klidu válec. Koule, která se pohybuje rovnoměrným pohybem, do něj narazí a působí na něj silou. Tím mění pohybový stav válce.

Současně působí i válec na kouli a mění její pohybový stav tím, že zmenšuje velikost její rychlosti.



Dvě ocelové kuličky jsou umístěny na vodorovné podložce a nachází se v klidu.

Pokud mezi ně umístíme silný tyčový magnet, pak se kuličky uvedou do zrychleného pohybu, protože magnet na ně působí přitažlivou magnetickou silou.



## Kapitola 4.: *Dynamika*

Lze konstatovat:

- tělesa na sebe působí silami
- silové působení je vždy vzájemné
- působením sil mohou tělesa měnit velikost a směr své rychlosti, tedy svůj pohybový stav.

- základem dynamiky jsou tři **Newtonovy zákony**, tzv. *pohybové zákony*:

**První pohybový zákon – zákon setrvačnosti**

**Druhý pohybový zákon – zákon síly**

**Třetí pohybový zákon – zákon akce a reakce**

## Kapitola 4.: *Dynamika*

### **První pohybový zákon – zákon setrvačnosti**

**Hmotný bod setrvává v klidu nebo v rovnoměrném přímočarém pohybu, dokud není nucen vnějšími silami tento svůj stav změnit.**

Př. 1: Vysvětli, proč se narazí uvolněná kovová část sekery, udeříš-li prudce topůrkem (dřevěnou násadou) do desky stolu?

Př. 2: Jak by jste si počínali, kdyby jste museli v případě nebezpečí vyskočit z jedoucího trolejbusu? A jak to uděláte?

Př. 3: Na stole leží krabička. Co musíme udělat, aby se dala do pohybu? Proč se pak krabička pohybuje?

## Kapitola 4.: *Dynamika*

### **První pohybový zákon – zákon setrvačnosti**

Př. 4: Na otvor sklenice nebo kádinky položíme kus papíru. Na papír položíme minci. Navrhni, jak dostaneme minci do sklenice, aniž bychom jsme se mince jakkoli dotkli.

Př. 5: Popište, co pozorujete: Sedíme-li a) v sedačce rozjíždějící tramvaji, b) v sedačce brzdící tramvaji.

Př. 6: Vysvětlete jev, kterého mokrý pes využívá, když se oklepává.

Př. 7: Proč padáme po klopýtnutí dopředu a při uklouznutí dozadu?

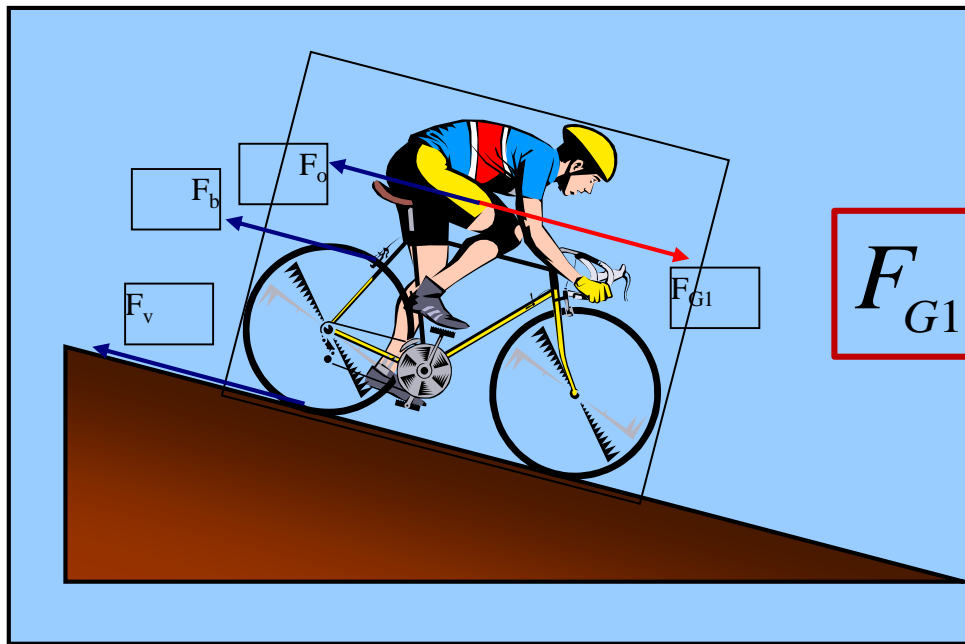
## Kapitola 4.: *Dynamika*

Setrvačnost se uplatňuje v mnoha situacích běžného života. V některých případech, kdy setrvačnost podceníme, hrozí těžké úrazy a velké majetkové škody. Ale jsou i případy, u nichž naopak setrvačnost využijeme.

<b>Rizika zanedbání setrvačnosti</b>	<b>Využití setrvačnosti</b>
Jízda v dopravních prostředcích	Jízda na kole po přerušení šlapaní
Uklouznutí při chůzi	Vytřepání prachu z textilní hadry
Brzdící auta před přechody chodců	Odstředivky prádla
Pohyblivé náklady na korbách aut	Řazení vagónů na nádraží
Přelévání tekutých hmot v cisternách při jízdě v zatáčkách a brzdění	Narážení násady kladiva na topůrko
Vyhazování předmětů z jedoucích dopravních prostředků	Pohyb míče, puku, bowlingové koule

## Kapitola 4.: *Dynamika*

Chlapec na horském kole má sjíždět z kopce. Za jakých podmínek bude pohyb kola rovnoměrný, jestliže cyklista nemá při jízdě šlapat?

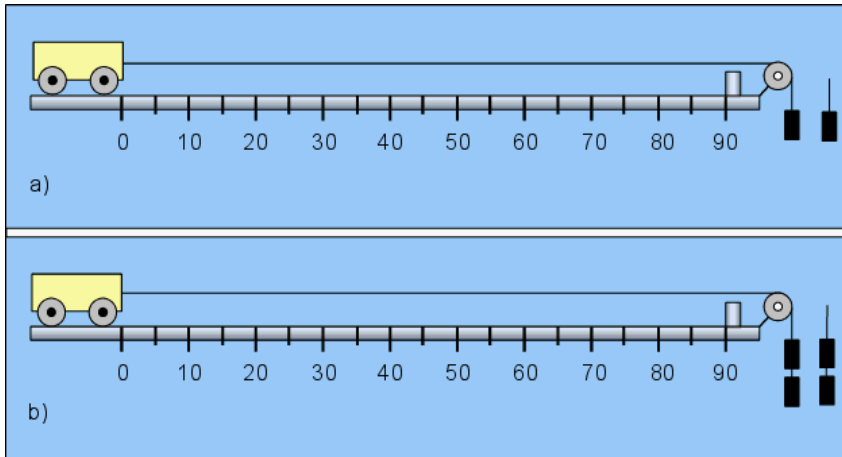


$$F_{G1} = F_v + F_o + F_b$$

Z 1. Newtonova pohybového zákona vyplývá, že těleso setrvává v rovnoměrném přímočarém pohybu, pokud výslednice všech sil, které na těleso působí, je rovna nule.

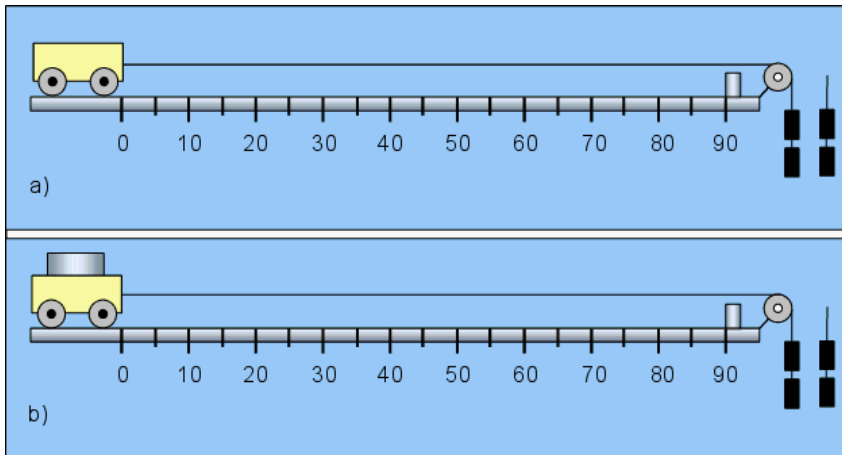
## Kapitola 4.: *Dynamika – 2.N.Z. zákon síly*

*Prohlédněme nejprve dvě ukázky a zkusme prozkoumat, jaký vliv na zrychlení tělesa má působící síla a jeho hmotnost a jaké poznatky z toho vyplynou...*



Na vozíček působí přes kladku a závěs závaží silou, čímž se vozíček pohybuje rovnoměrně zrychleným pohybem. V případě b) jsou použita dvě závaží a tak působící síla na vozíček je dvakrát větší než v případě a).

Jak ukazuje obrázek, je zrychlení vozíčku dvakrát větší v případě b) než a). **Zrychlení vozíčku je přímo úměrné působící síle.**



V obou případech jsou použita dvě závaží, takže působící síla je stejně velká. V případě b) vozíček obsahuje náklad a jeho hmotnost je dvakrát větší než v případě a).

Jak ukazuje obrázek, je zrychlení vozíčku menší v případě b) než a). **Zrychlení vozíčku je nepřímo úměrné působící síle.**

## Kapitola 4.: *Dynamika*

### **Druhý pohybový zákon – zákon síly**

- zrychlení tělesa je při stálé hmotnosti tělesa přímo úměrné působící síle
- zrychlení tělesa je při stálé působící síle nepřímo úměrné hmotnosti tělesa

**Změna velikosti či směru rychlosti pohybujícího se tělesa je způsobena vnější silou. Samovolně se pohybový stav tělesa nezmění.**

- Zákon vyjadřuje vztah:

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

## Kapitola 4.: *Dynamika*

Z 2. Newtonova zákona lze odvodit vztah pro definici síly:

$$F = m a$$

$m$  – hmotnost tělesa [kg]

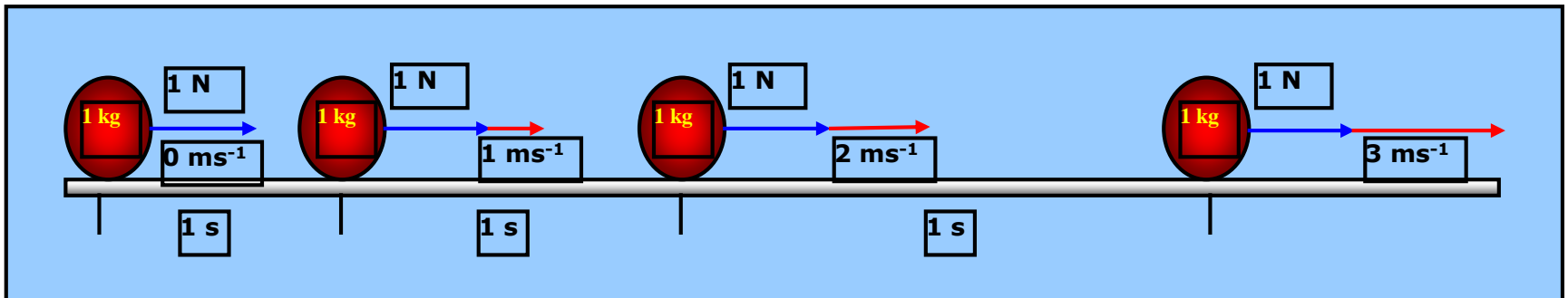
$a$  – zrychlení [ $m \cdot s^{-2}$ ]

A jednotku síly:  $[F] = [kg \cdot ms^{-2}] = [N]$  (*newton*)

**1 newton** je **síla**, která tělesu o hmotnosti 1 kg uděluje zrychlení  $1 m \cdot s^{-2}$ .

## Kapitola 4.: *Dynamika*

Z výše uvedeného vzorce plyne, že silou o velikosti 1 N působíme tehdy, když touto silou udělíme tělesu o hmotnosti 1 kg zrychlení  $1 \text{ ms}^{-2}$ , takže se jeho rychlost za každou sekundu zvětší o  $1 \text{ ms}^{-1}$ .



## Kapitola 4.: *Dynamika*

### **Druhý pohybový zákon – zákon síly**

- působí-li na těleso síla, mění se jeho rychlost. To znamená, že se těleso buď z klidu uvede do pohybu, nebo se pohyb tělesa urychlí, zpomalí, zastaví nebo změní směr
- čím větší síla po určitou dobu na těleso působí, tím je změna jeho rychlosti větší
- čím větší má těleso hmotnost, tím je změna jeho rychlosti působením síly po určitou dobu menší

## Kapitola 4.: *Dynamika*

### Příklad 8:

Jak velkou tažnou silou působí lokomotiva, aby se rozjel vlak o hmotnosti 900 t se zrychlením  $0,2 \text{ m}\cdot\text{s}^{-2}$ . Odporové síly nebudeme uvažovat.

### Příklad 9:

Jakého zrychlení dosáhneme, jestliže při pohybu tělesa bude působit síla 1,5 kN a hmotnost tělesa je 0,5 kg?

## Kapitola 4.: *Dynamika*

### Příklad 8: řešení

Jak velkou tažnou silou působí lokomotiva, aby se rozjel vlak o hmotnosti 900 t se zrychlením  $0,2 \text{ m}\cdot\text{s}^{-2}$ . Odporové síly nebudeme uvažovat.

$$m = 900 \text{ t} = 9 \cdot 10^5 \text{ kg}$$

$$a = 0,2 \text{ m}\cdot\text{s}^{-2}$$

$$F = ?$$

$$F = m \cdot a = 9 \cdot 10^5 \cdot 0,2 = 180\,000 \text{ N} = 180 \text{ kN}$$

Lokomotiva na rozjetí vlaku působí tažnou silou 180 kN.

## Kapitola 4.: *Dynamika*

### Příklad 9: řešení

Jakého zrychlení dosáhneme, jestliže při pohybu tělesa bude působit síla 1,5 kN a hmotnost tělesa je 0,5 kg?

$$F = 1,5 \text{ kN} = 1500 \text{ N}$$

$$m = 0,5 \text{ kg}$$

$$a = ?$$

$$F = m \cdot a$$

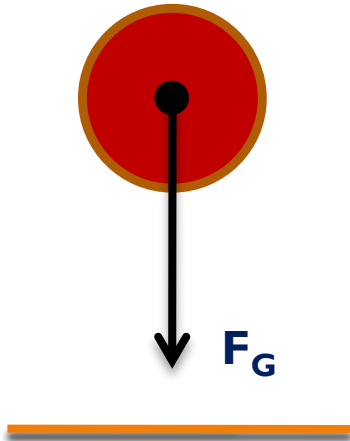
$$a = F:m = 1500:0,5 = \underline{3000 \text{ m.s}^{-2}}$$

Dosáhneme zrychlení 3000 m.s<sup>-2</sup>.

## Kapitola 4.: *Dynamika*

### Tíhová síla a tíha tělesa

- vyplývá z druhého Newtonova zákona
- platí, působí-li na těleso stálá síla, je konán rovnoměrně zrychlený pohyb
- příkladem je volný pád, při kterém působí také stálá síla - tíhová síla  $F_G$



Tíhová síla  $F_G$  je síla, kterou působí Země na každé těleso při svém povrchu a uděluje mu tíhové zrychlení  $g$ .

$$F_G = m \cdot g$$

## Kapitola 4.: *Dynamika*

### Tíha tělesa



$$\mathbf{G} = m \cdot g$$

Tíha tělesa  $\mathbf{G}$  je síla, kterou působí nehybné těleso na vodorovnou podložku nebo na svislý závěs.

## Kapitola 4.: *Dynamika*

### **Síly brzdící pohyb tělesa**

Proti pohybu těles působí brzdné síly – brzdí pohyb tělesa. Jsou to *síly třecí* nebo *odporové*. Tyto tzv. *odporové síly* vznikají všude tam, kde se těleso stýká s povrchem jiného tělesa.

## Kapitola 4.: *Dynamika*

### Příklad 10:

Cyklista vyvolá šlapáním sílu, která působí na kolo ve směru jeho pohybu průměrnou silou 45 N. Jaké je zrychlení cyklisty, jehož hmotnost i s kolem činí 65 kg. Určete pro případ, kdy je úplně bezvětří, tření zanedbáme a pro případ, kdy proti jeho pohybu působí odporové síly 10 N.

## Kapitola 4.: *Dynamika*

### Příklad 10: řešení

Cyklista vyvolá šlapáním sílu, která působí na kolo ve směru jeho pohybu průměrnou silou 45 N. Jaké je zrychlení cyklisty, jehož hmotnost i s kolem činí 65 kg. Určete pro případ, kdy je úplné bezvětří, tření zanedbáme a pro případ, kdy proti jeho pohybu působí odporové síly 10 N.

a)  $F_1 = 45 \text{ N}$   
 $m = 65 \text{ kg}$   
 $a = ?$

$$a = \frac{F}{m} = \frac{45}{65} = 0,69 \text{ m} \cdot \text{s}^{-2}$$

b)  $F_1 = 45 \text{ N}$   
 $F_2 = 10 \text{ N}$   
 $m = 65 \text{ kg}$

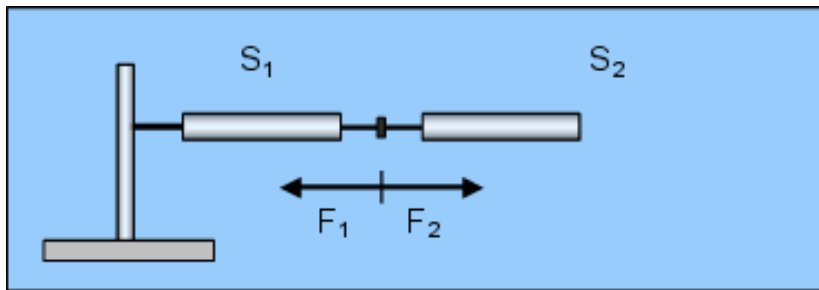
$a = ?$

$$a = \frac{F_1 - F_2}{m} = \frac{45 - 10}{65} = 0,54 \text{ m} \cdot \text{s}^{-2}$$

Zrychlení cyklisty je  $0,69 \text{ m} \cdot \text{s}^{-2}$  a s odpor.silami  $0,54 \text{ m} \cdot \text{s}^{-2}$ .

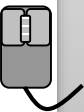
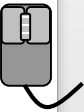
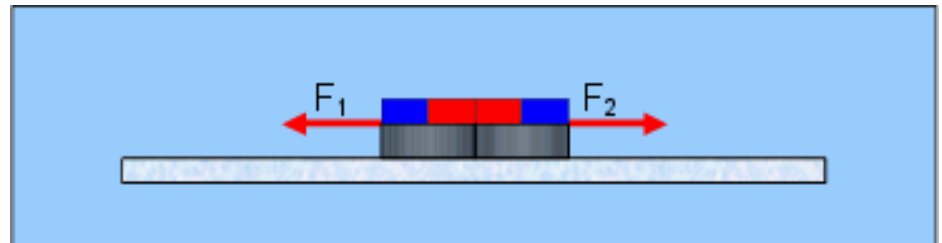
## Kapitola 4.: *Dynamika – 3.N.Z. Zákon akce a reakce*

*Prohlédněme nejprve dvě ukázky a zkusme prozkoumat, jaké vlastnosti mají síly, kterými na sebe tělesa v ukázkách působí...*



Siloměr  $S_1$  je upevněn na stojanu a spojen se siloměrem  $S_2$ , za který taháme směrem doprava. Siloměr  $S_1$  působí silou  $F_1$  na siloměr  $S_2$  a stejně tak siloměr  $S_2$  působí na siloměr  $S_1$  silou  $F_2$ . Siloměry nejenže sílu zaznamenávají, ale pomocí dílkové stupnice také určují její velikost. Vidíme, že obě síly mají stejnou velikost, ale opačný směr, a každá působí na jiné těleso. Můžeme si rovněž všimnout, že obě síly současně vznikají a současně zanikají.

Na dokonale hladkém ledě jsou položeny dva stejné hokejové puky, na nichž jsou připevněny dva stejné magnety, které jsou vzhledem k sobě orientovány souhlasnými magnetickými póly, takže magnety na sebe působí odpuzivými magnetickými silami. Jestliže puky uvolníme, magnetické síly magnetů je uvedou do pohybu a oba puky urazí stejně velkou dráhu. Síly  $F_1$  a  $F_2$  mají stejnou velikost a opačný směr.



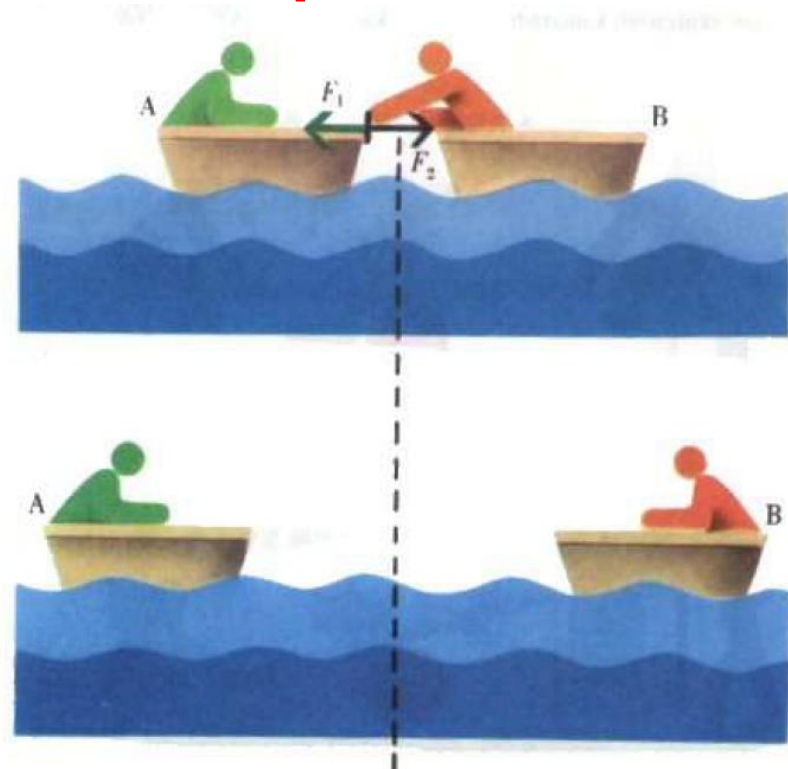
## Kapitola 4.: *Dynamika*

### Třetí pohybový zákon – zákon akce a reakce

**Působí-li jedno těleso na druhé silou, působí i druhé těleso na první stejně velkou silou opačného směru.**

Tělesa na sebe působí vždy vzájemně.

Síly akce a reakce současně vznikají a současně zanikají.

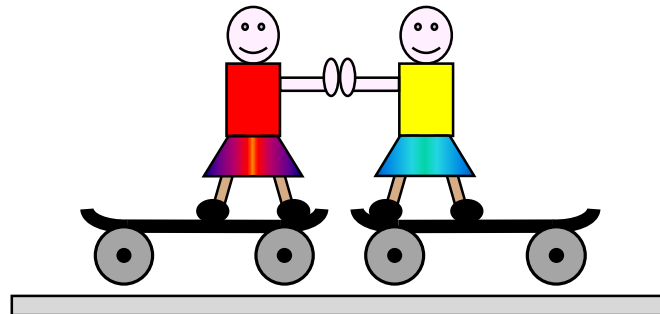


## Kapitola 4.: *Dynamika*

### Příklad 11:

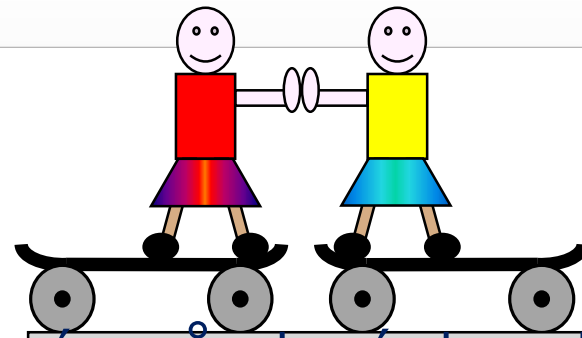
Dvě dívky stojící na rovné silnici na totožných skateboardech a mají stejnou hmotnost. Rukama se od sebe odrazí (viz obr).

- Co můžeš říci o vzájemném silovém působení obou dívek?
- Jaký fyzikální jev pozoruješ?
- Která z dívek dojede nejdále?
- Jak by se situace změnila, kdyby jedna z dívek měla výrazně větší hmotnost?



## Kapitola 4.: *Dynamika*

### Příklad 11: řešení



a) Co můžeš říci o vzájemném silovém působení obou dívek?

Dívky na sebe vzájemně působí stejně velikými silami opačného směru.

b) Jaký fyzikální jev pozoruješ? Jedná se o zákon akce a reakce.

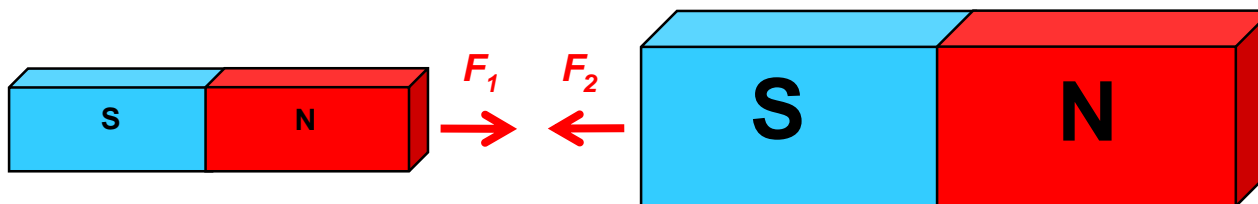
c) Která z dívek dojede nejdále? Obě dívky dojedou stejně daleko.

d) Jak by se situace změnila, kdyby jedna z dívek měla výrazně větší hmotnost? Dívky by na sebe opět působily stejně velikými silami opačného směru. Nejdále by však dojela lehčí dívka.

## Kapitola 4.: *Dynamika*

### Příklad 12:

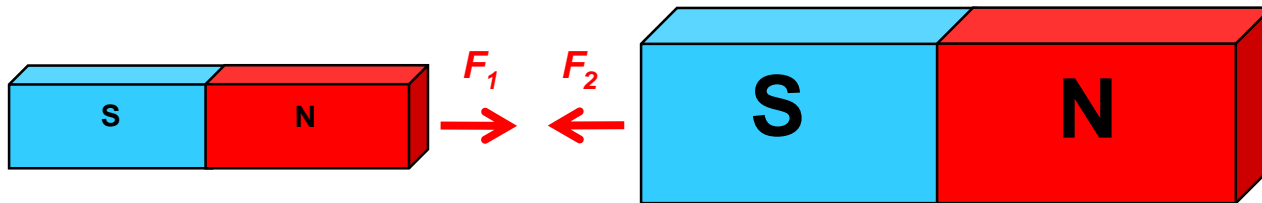
Dva magnety jsou blízko sebe nesouhlasnými póly, vzniká mezi nimi přitažlivá magnetická síla (viz obrázek). Jeden z magnetů váží 1000 g a druhý pouhých 200 g. Který z magnetů je přitahován větší silou?



## Kapitola 4.: *Dynamika*

### Příklad 12: řešení

Dva magnety jsou blízko sebe nesouhlasnými póly, vzniká mezi nimi přitažlivá magnetická síla (viz obrázek). Jeden z magnetů váží 1000 g a druhý pouhých 200 g. Který z magnetů je přitahován větší silou?



Oba dva magnety jsou k sobě přitahovány stejně velikými silami, ale opačného směru. Platí zde zákon akce a reakce.

## Kapitola 4.: *Dynamika*

### Použité zdroje:

- LANK, Vladimír; VONDRA, Miroslav: Fyzika v kostce pro střední školy, Praha, Fragment, s.r.o., 2007
- LEPIL, Oldřich a kol.: Fyzika, Sbíрка úloh pro střední školy, Praha, Prometheus, s.r.o., 2007
- Příklady.eu - matematika a fyzika pro střední školy, Sbíрка příkladů z matematiky, fyziky a chemie, [www.priklady.eu](http://www.priklady.eu)
- portál: [www.rvp.cz](http://www.rvp.cz)