

### 1.3.2 Síla je když

**Předpoklady:** 010301

**Pomůcky:** gumičky, tlustší provázek, magnet, houba na tabuli, laserové ukazovátko, kousek modelíny

**Pedagogická poznámka:** Následující rozbory mohou působit únavně, bohužel se ukazuje, že jsou zřejmě nutnou podmínkou k tomu, aby se většina žáků naučila dělat fyziku pořádně a jejich fyzikální vzdělávání nesklouzlo k povrchnímu plkání bez pořádného vhledu. Obecně je silová analýza jeden z naprosto základních problémů i na vyšším gymnáziu, právě proto, že vyžaduje důslednost a opatrné rozlišování toho, na co síla působí a kdo ji způsobuje.

Opakování z minulé hodiny:

- Síla popisuje vzájemné působení mezi tělesy.
- Sílu nemůžeme přímo pozorovat, ale síla sama prozrazuje svou přítomnost svými účinky:

uvedení do pohybu, změna směru pohybu, zastavení pohybu, deformace předmětu.

**Př. 1:** Popiš působení sil v následujících situacích. U každé zmiňované síly uveď, čím se prozrazuje.

- a) Závaží je zavěšeno na pružinu.
- b) Člověk se odráží od trampolíny.
- c) Auto naráží do stromu.

a) Závaží je zavěšeno na pružinu.

Pružina působí na závaží směrem vzhůru (závaží nespadne), závaží působí na pružinu směrem dolů (pružina se protáhne).

Čím větší silou působí závaží na pružinu (těžší závaží), tím větší silou působí pružina na závaží (více se protáhne).

b) Člověk se odráží od trampolíny.

Trampolína působí na člověka směrem nahoru (zastavuje ho a pak ho odrazí směrem vzhůru), člověk působí na trampolínu směrem dolů (trampolína se prověšuje).

c) Auto naráží do stromu.

Strom působí na auto silou proti směru jeho pohybu (auto se o strom zastaví), auto působí na strom ve směru pohybu (můžeme zlomit nebo poškodit).

**Př. 2:** Pro každou sílu musíme najít tři věci (každá síla musí splňovat tři podmínky). Prostuduj všechny naše předchozí popisy a uveď, které tři věci jsme byli schopni určit u každé síly.

Projedeme si řešení minulého příkladu

**Pružina** působí na závaží směrem vzhůru (závaží nespadne), **závaží** působí na pružinu směrem dolů (pružina se protáhne).

**Trampolína** působí na člověka směrem nahoru (zastavuje ho a pak ho odrazí směrem vzhůru), **člověk** působí na trampolínu směrem dolů (trampolína se prověšuje).

**Strom** působí na auto silou proti směru jeho pohybu (auto se o strom zastaví), **auto** působí na strom ve směru pohybu (můžem zlomit nebo poškodit).

**Červeně vyznačen je původce síly - předmět, který sílu způsobuje.**

Hledáme dál.

**Pružina** působí **na závaží** směrem vzhůru (závaží nespadne), **závaží** působí **na pružinu** směrem dolů (pružina se protáhne).

**Trampolína** působí **na člověka** směrem nahoru (zastavuje ho a pak ho odrazí směrem vzhůru), **člověk** působí **na trampolínu** směrem dolů (trampolína se prověšuje).

**Strom** působí **na auto** silou proti směru jeho pohybu (auto se o strom zastaví), **auto** působí **na strom** ve směru pohybu (můžem zlomit nebo poškodit).

**Modře vyznačen je cíl síly - předmět, na který síla působí.**

Poslední vlastnost všech sil si zviditelníme pomocí tabulky.

<b>Pružina</b> působí <b>na závaží</b> směrem vzhůru.	<b>Závaží</b> působí <b>na pružinu</b> směrem dolů.
<b>Trampolína</b> působí <b>na člověka</b> směrem nahoru.	<b>Člověk</b> působí <b>na trampolínu</b> směrem dolů.
<b>Strom</b> působí <b>na auto</b> silou proti směru jeho pohybu.	<b>Auto</b> působí <b>na strom</b> ve směru pohybu.

Síly se vyskytují vždy ve dvojicích (partnerské síly). Partnerské síly mají:

- prohozeného původce a cíl,
- opačný směr,
- stejnou velikost.

**Pedagogická poznámka:** U předchozího příkladu postupujeme následovně. Nejdříve si zkontrolujeme první příklad, popisy sil píšou na tabuli, aby jsme je měli k dispozici. Pak nechám žáky chvíli přemýšlet, projdu si jejich názory v sešitech a začneme diskutovat. Diskusi neuzavírám, podtrhnu na tabuli původce červeně a diskutujeme o tom, jaký význam mají podržená slova v jednotlivých situacích. Poté, co se shodneme na tom, že jde o původce, nechám opět chvíli na rozmyšlenou. Podtržení cílů je pro žáky daleko srozumitelnější.

Zviditelnění partnerské síly provádím pomocí tabulky z učebnice.

**U každé síly musíme najít:**

**původce,**

**cíl,**

**partnerskou sílu (stejně velká síla opačného směru s prohozeným původcem a cílem)**

**Př. 3:** Vezmi si gumičku. Natáhni si ji za palec jedné ruky a ukazováčkem druhé ruky ji pomalu natahuj. Jak se mění síla, kterou Tvůj ukazováček na gumičku působí? Jakým způsobem se tato síla prozrazuje? Splňují působící síly tři podmínky pro sílu?

Čím víc gumičku natáhneme, tím větší silou na ni ukazováček působí, tím víc je gumička natažená. Zároveň cítíme, že se zvětšuje i partnerská síla, kterou působí gumička na ukazováček. Obě síly jsou navzájem partnerské a splňují podmínky pro partnerské síly.

Stejná situace je u palce. S natahováním gumičky rose síla, kterou musíme palcem působit na gumičku, abychom ji udrželi, i síla, kterou působí gumička na palec (cítíme rostoucí tlak). Obě síly jsou opět navzájem partnerské a splňují podmínky pro sílu.

**Dodatek:** Je zajímavé, že můžeme gumičku v našich představách vynechat a brát ji pouze jako zprostředkovatele sil mezi prsty. Potom budou tvořit partnerskou dvojici síla ukazováčku na palec a síla palce na ukazováček.

**Př. 4:** Spoj liščí smyčkou dvě stejné gumičky. Jednu si natáhni za za palec jedné ruky, druhou za ukazováček druhé ruky. Táhni oběma rukama proti sobě. Jak se mění prodloužení obou gumiček? Co cítíš? Jakou silou působí první gumička na druhou? Jakou silou působí druhá gumička na první? Táhni pouze ukazováčkem. Palec drž na místě. Jak se mění prodloužení obou gumiček? Co cítíš? Připevni jednu z gumiček k lavici nebo tašce. Táhni za druhou. Jak se mění prodloužení obou gumiček? Co cítíš?

Táhneme oběma rukama proti sobě.

Spojené gumičky působí stejně jako v předchozím příkladu. Obě se natahují přibližně stejně, obě působí stejně silně na svůj prst, oba prsty působí na svou gumičku. Síly, kterými na sebe navzájem působí obě gumičky jsou viditelně partnerské (stejně velké, opačný směr).

Táhneme pouze ukazováčkem.

Spojené gumičky působí stejně jako v předchozím příkladu. Obě se natahují přibližně stejně, obě působí stejně silně na svůj prst, oba prsty působí na svou gumičku. Síly, kterými na sebe navzájem působí obě gumičky jsou viditelně partnerské (stejně velké, opačný směr).

Skutečnost, že nyní táhneme pouze jedním prstem a druhý držíme na místě situaci nijak nezměnila. Je zřejmé, že partnerská síla od palcové gumičky vznikne i bez toho, aby se palec aktivně snažil gumičku natáhnout.

Připevníme jednu gumičku k lavici.

Spojené gumičky působí stejně jako v obou předchozích příkladech. Obě se natahují přibližně stejně, obě působí stejně silně na svůj prst, oba prsty působí na svou gumičku. Síly, kterými na sebe navzájem působí obě gumičky jsou viditelně partnerské (stejně velké, opačný směr).

Skutečnost, že nyní táhneme pouze jedním prstem a druhý držíme na místě situaci nijak nezměnila. Je zřejmé, že partnerská síla od palcové gumičky vznikne i v situaci, kdy na druhou gumičku nepůsobí člověk a je jen pasivně připevněna k těžkému předmětu.

**Pedagogická poznámka:** Největší problém bude asi s liščí smyčkou, proto si beru do hodiny tlustší provázek, na kterém vázání smyčky rychle ukáží.

V některých situacích se na první pohled zdá, že podmínky pro sílu neplatí.

**Př. 5:** Na stole je položeno závaží. Jaké síly působí mezi stolem a závažím? Platí pro ně podmínky pro sílu? Jak je možné síly zviditelnit?

Určitě působí stůl na závaží silou směrem vzhůru (jinak by závaží spadlo).

K této síle by měla existovat partnerská síla závaží na stůl působící směrem dolů. Tato síla však není za normálních okolností vidět (se stolem se nic neděje). Proč?

Stůl je příliš pevný a proto na něm nedochází k žádným viditelným změnám.

Sílu můžeme zviditelnit tím, že na stůl pod závaží položíme jiný předmět, který není moc pevný. Působením síly předmětu se zdeformuje (například když pod závaží dáme houbu na tabuli).

Jinou možností je zviditelnit sílu na stůl. Na stůl připevníme kouskem modelíny zapnuté laserové ukazovátko. tak aby na stropě byla vidět jeho stopa. Když na stůl sedneme, stůl se nepatrně prohne (tak, že to většinou není vidět), ale stopa na stropě se pohne zřetelně.

**Př. 6:** Vypátrej a usvěť partnerskou sílu, která působí v následujících situacích.

- a) Opírám se rukou o stěnu.
- b) Stojím na zemi (sedím na židli).

a) Opírám se rukou o stěnu.

Stěna na mě působí silou, která mně brání spadnout (a kterou cítím na ruce)  $\Rightarrow$  měl bych působit partnerskou silou na stěnu (směrem do ní).

Různé možnosti zviditelnění:

- mezi ruku a stěnu dám houbu,
- v čerstvé omítce by zůstal otisk ruky,
- když bude zeď chatrná spadne,
- místo stěny se opřu o kamaráda,
- ...

b) Stojím na zemi (sedím na židli).

Od podlahy na mě působí síla směrem vzhůru (díky tomu nepadám)  $\Rightarrow$  musím působit na podlahu silou směrem dolů.

Podobné možnosti zviditelnění jako v předchozím příkladu:

- stoupnu si na houbu,
- v měkké půdě (v bahně) zůstanou stopy,
- chatrná podlaha se propadne,
- stoupnu někomu na ruce,
- stoupnu si na váhu,
- ...

**Pedagogická poznámka:** U předchozích dvou příkladů (a v dalších podobných příkladech v následujících hodinách) jde zejména o to, aby žáci zjistili, že při hlubším zamyšlení mohou dojít ke zcela opačným zjištěním než při povrchním pohledu. A právě tyto poctivější výsledky jsou narozdíl od těch počátečních v souladu s obecnými pravidly.

**Shrnutí:** Původce, partnerka, cíl, jen to za sílu prohlásím.