

2.5.7 Šetříme si svaly I (kladka)

Předpoklady: 020501

Pomůcky: kladky, nakloněná rovina, šroub, smotatelná nakloněná rovina, švihadla (lano), dvě košťata

Př. 1: Uveď příklad situace, ve které se používá páka na:

- a) zvětšení síly, b) změnu směru síly, c) zvětšení rychlosti.

a) páka jako zvětšovač síly

- šroubovák,
- klíč,
- nůžky,
- kleště,
- pajcr,
- páčka na přehazovačce jízdního kola,
- volant,
- ...

b) páka jako měnič směru síly

- splachovadlo,
-

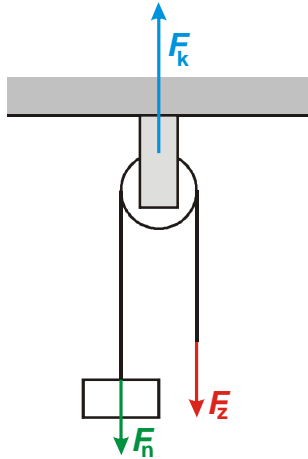
c) páka jako zvětšovač rychlosti (prodlužovač dráhy)

- lidská kostra a svaly (svaly jsou ke kostem připojeny většinou tak, aby malé zkrácení svalů připojeného ke kosti blízko k ose, způsobilo velký pohyb druhého konce kosti)
- tenisová raketa (osa otáčení prochází ramením kloubem),
- hokejová hůl,
- pádlo,
-

Pedagogická poznámka: Bod a) je jednoduchý (takových pák jsme si ukazovali mnoho), další dva body jsou podstatně obtížnější. V bodě c) je přelomem prozrazení řešení s tenisovou raketou. Po ní žáci začnou přicházet s dalšími sportovními náčiními.

Triků na šetření síly přináší fyzika více - například kladku.

Př. 2: Zedník zvedá nahoru pomocí kladky kýbl. Nakresli do obrázku síly, které působí na lano, zavěšené na kladce. Jaký má kladka na stavbě význam? Jaký nejtěžší předmět bys s ní mohl zvednout?



Na lano na kladce působí tři síly:

- síla nákladu F_n táhne lano dolů na levé straně,
- síla zedníka F_z táhne lano dolů na pravé straně (vyvažuje sílu F_n a proto musí být stejně velká),
- síla kladky F_k táhne lano nahoru (aby nespadlo dolů) a je dvakrát větší než síly F_n a F_z (musí je vyvážit).

Normální kladka nezvětšuje sílu.

Umožňuje nám zvedat předměty tím, že taháme směrem dolů (což je jednodušší a méně namáhavé, protože můžeme využít gravitaci, kterou nás přitahuje Země).

Pomocí kladky můžeme zvedat předměty s maximální hmotností rovnou naší hmotnosti.

Př. 3: Prohlédni si fotografie jeřábů, které zdvihají těžké předměty (a využívají také kladky). Co je na nich v souvislosti se zvedáním břemen zajímavého?





Na všech jeřábech je hák na připevňování břemene zavěšen přes kladky nahoře i dole pomocí více než jednoho lana (jeden z jeřábů má dokonce osm lan). Zřejmě větší počet lan ulehčuje zvedání.

Pedagogická poznámka: Pokud žáky nic nenapadá, tak jim doporučím, aby si prohlédli hák, na který se zavěšují zvedané předměty a to zejména na posledních dvou fotografiích.

Pedagogická poznámka: V hodině nepromítám jeřáby ze zadání v učebnici, ale použít jednotlivé obrázky přes celou obrazovku.

Dodatek: Adresy obrázků s jeřáby:

<http://www.dolin.estranky.cz/fotoalbum/OSTATNi-FOTA-A-AKCE/edk-1000---koeljovy-jerab/>

<http://www.dolin.estranky.cz/img/original/14801/edk-1000---zeleznicni-jerab--24.jpg>

http://www.atsjicin.cz/sites/default/files/produkty/xcmg/jerab-xcmg-qy25k5_2.jpg

<http://media.novinky.cz/487/164877-original1-optxs.jpg>

http://img.yauto.cz/photos/246/1500495/Vezovy_jerab_MB_1030_max_32m_8t.jpg

<http://www.autojerabyhanak.cz/storage/image/800x600/93-jerab-plus-kontejner-026.jpg>

<http://podpora.topcd.cz/podpora/topcd/simulator/jerab0.jpg>

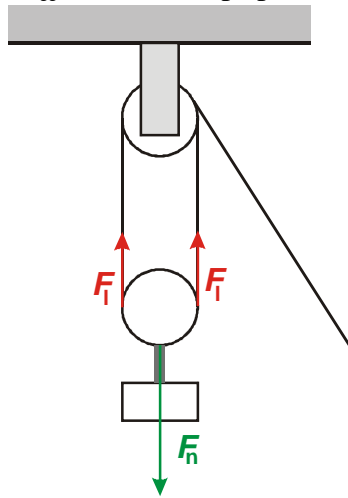
<http://www.rbserviscb.cz/img/galerie/praga38x1.jpg>

<http://www.atsjicin.cz/sites/default/files/produkty/xcmg/xct30e.jpg>

Př. 4: Nakresli si schematicky situaci na nejjednodušší kladce z předchozích fotografií. Do obrázku dokresli těleso, které se kladkou zvedá. Jaké síly působí na spodní kladku?

Jakou silou jsou napínána jednotlivá lana? Jakou silou musí motor jeřábu kladku zdvihat?

Nejjednodušším případem byla dolní kladka s hákem zavěšená na dvou lanech.



Na spodní kladku působí tři síly:

- síla nákladu F_n táhne kladku dolů,
- dvě stejné síly lan F_l , které táhnou kladku nahoru.

Lana jsou napínána silou F_l , tedy poloviční silou než je síla F_n . Jeřáb zdvihá kladku tím, že silou F_l navíjí lano \Rightarrow motor zdvihá předměty silou F_l .

Kladka zavěšená na dvou (nebo více) lanech (viz. předchozí příklad) se označuje jako **volná kladka**.

Kladka z předchozích příkladů pevně přichycená ke stropu se označuje jako **pevná kladka**.

Př. 5: Urči, jakou silou musí navíjet lano motor u posledního jeřábu, jestliže zvedá předmět o hmotnosti 1,5 tuny.



Hák s kladkou jsou zavěšeny na čtyřech lanech \Rightarrow lana jsou napínána čtvrtinovou silou než jaká působí na hák.

Síla působící na hák odpovídá gravitační síle na břemeno: $F_g = mg = 1500 \cdot 10 \text{ N} = 15000 \text{ N}$.

Síla působící na lano: $F = \frac{F_g}{4} = \frac{15000}{4} \text{ N} = 3750 \text{ N}$.

Motor musí navíjet lano silou 3750 N.

Př. 6: Na kolika lanech musí být zavěšena dolní kladka s hákem jeřábu, který má nosnost 4 t, jestliže motor jeřábu je schopen navíjet lano silou 5000 N?

Kladka musí být zavěšena na počtu lan, který odpovídá podílu gravitační síly na břemeno a tažné síly motoru.

$$F_g = mg = 4000 \cdot 10 \text{ N} = 40\,000 \text{ N}$$

$$n = \frac{F_g}{F} = \frac{40000}{5000} = 8$$

Hák s kladkou musí být zavěšen a osmi lanech.

Př. 7: Navrhni obecný postup pro výpočet síly, kterou musí být navíjeno lano volné kladky. Čím platíme za zmenšování síly pomocí volné kladky?

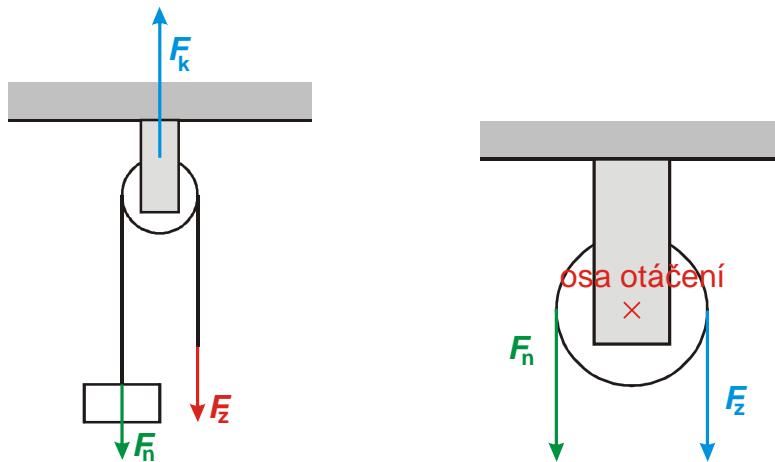
Sílu, kterou musí být navíjeno lano volné kladky, získáme tak, že gravitační sílu na břemeno vydělíme počtem lan, na kterých je kladka hákem zavěšena.

Za zmenšení síly platíme tím, že musíme navinout větší délku lana (pokud chceme povytáhnout hák s kladkou zavěšený na čtyřech lanech o metr, musíme zkrátit o metr všechna čtyři lana \Rightarrow musíme navinout 4 metry lana.

Kolikrát zmenšíme sílu, tolikrát zvětšíme délku navíjeného lana.

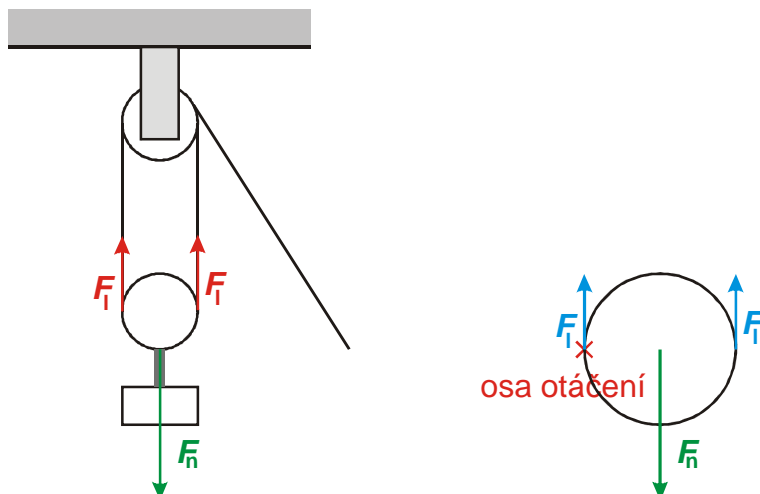
Př. 8: Na pevnou i volnou kladku (se dvěma lany) se můžeme dívat jako na páku a tak vysvětlit, jakou silou jsou lana napínána. Nakresli potřebné obrázky a udělej to.

Pevná kladka



Osa otáčení prochází středem kladky \Rightarrow síly F_n a F_z mají stejná ramena \Rightarrow síly F_n a F_z jsou stejně velké.

Volná kladka



Osa otáčení prochází krajem kladky v místě, kde působí jedno z lan \Rightarrow síla F_l má dvojnásobné rameno než síla F_n mají stejná ramena \Rightarrow síla F_l má poloviční velikost než síla F_n .

Shrnutí: Kolikrát je zavěšena kladka, tolikrát zmenšuje sílu potřebnou ke zvedání.