

## 04 - jednoduché stroje

Úkolem jednoduchých strojů (bez motoru, baterie či jiného pohonu) je usnadnit člověku práci, ovšem vždy za určitou cenu. Typicky převádějí působení síly do výhodnějšího směru, nebo zmenšují síly na úkor vzdálenosti, kterou musíme "urazit". Žádný z jednoduchých strojů magicky nevykouzlí energii z ničeho - to umí jen hypotetické "perpetuum mobile".

### Newtonovy zákony - opakování

1. Jestliže na těleso nepůsobí žádné vnější síly nebo výslednice sil je nulová, pak těleso setrvává v klidu nebo v rovnoměrném přímočarém pohybu. (Známý jako zákon setrvačnosti)
2. Jestliže na těleso působí síla, pak se těleso pohybuje se zrychlením, které je přímo úměrné působící síle a nepřímo úměrné hmotnosti tělesa.
3. Proti každé akci vždy působí stejná reakce; jinak: vzájemná působení dvou těles jsou vždy stejně velká a míří na opačné strany. (Známý jako zákon akce a reakce)

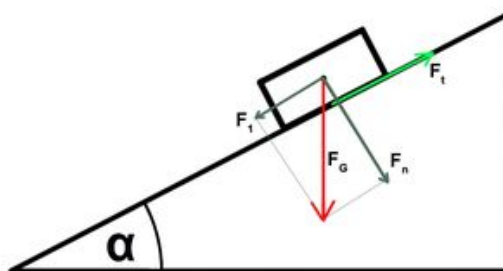
**Úkol:** Chytněte provázek do napřažené ruky láhev s vodou zavěšenou na provázku. Dokážete udržet ruku na místě, když se provázek přestřihne? Jaké působí síly?

### Nakloněná rovina

Její popis najdete v pracovním listu č. 3.

**Úkol:**

- a) Změřte sílu působící na těleso na nakloněné rovině, označte ji jako  $F_1$ .
- b) Změřte úhel naklonění, znovu změřte sílu, označte ji jako  $F_2$ .
- c) Změřte sílu, kterou působí těleso zavěšené na provázku. Označte ji  $F_G$ .
- d) Všechny síly porovnejte.

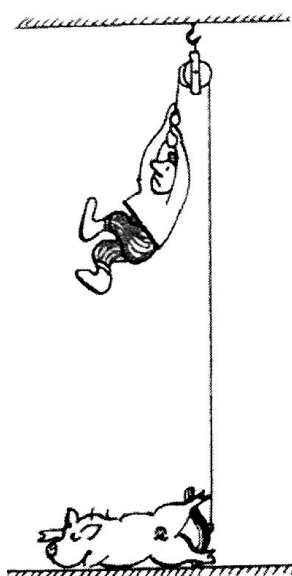


$$F_1 = \dots \text{ N}$$

$$F_2 = \dots \text{ N}$$

$$F_G = \dots \text{ N}$$

## Kladka



Kladka je zařízení, skládající se z jednoho kola volně se otáčejícího na hřídeli. V drážce onoho kolečka se pohybuje provaz či řetěz. Hlavní výhodou **pevné kladky** je změna směru působení síly.

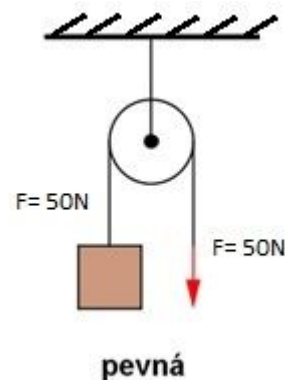
**Volná kladka** nemá pevnou osu otáčení, díky čemuž umožňuje měnit vzdálenost, po které síla působí. Tím je možné sílu zmenšit!

Zachovává se ovšem **práce (W)**, daná součinem působící síly (F) a dráhy (s):

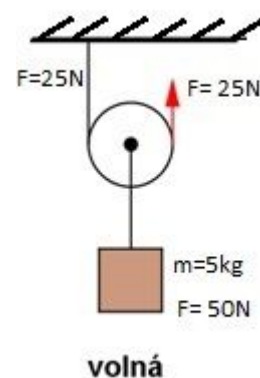
$$W = F \cdot s$$

Snížení síly na polovinu ale zaplatíme zdvojnásobením délky lana, kterou musíme vytáhnout.

Ještě dokonalejším zařízením je kladkostroj, který kombinací několika kladek sílu sníží ještě výrazněji. Ale o to větší kus provazu je třeba vytáhnout. Žádný zázrak se nekoná :-)

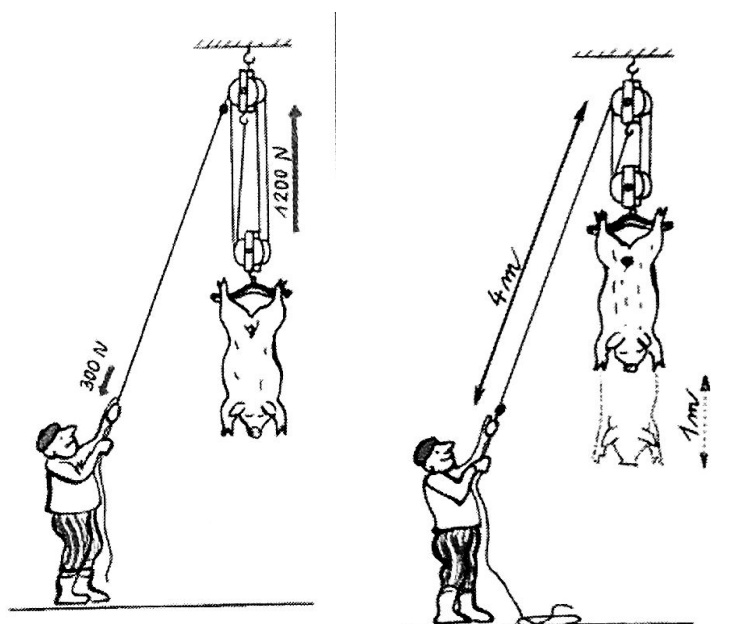


pevná



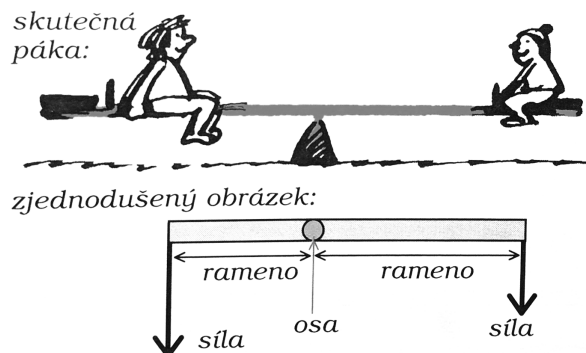
volná

## Kladkostroj



**Úkol:** Dokážete zvednout těžké závaží s pomocí kladkostroje?

## Páka



Síly na páce se vyrovnávají, ale to, jakou silou je potřeba působit, záleží na délce obou ramen. Čím blíže jsme k ose ("pevnému bodu"), tím větší je potřeba působit silou a naopak. To je princip vám jistě známý např. z houpačky. Má ovšem i svou fyzikálně-matematickou podobu.

Při působení sil na páce se zachovává tzv. **moment síly** ( $M$ ). Ten je přímo úměrný jak délce ramene ( $l$ ), tak velikosti působící síly ( $F$ ):

$$M = F \cdot l$$

Aby došlo k rovnováze dvou sil na páce, musí se oba momenty rovnat:

$$M_1 = M_2, \quad \text{neboli} \quad F_1 \cdot l_1 = F_2 \cdot l_2$$

**Úkol:** Délka ramene houpačky, na kterém sedí Sylvie (40 kg), je 2 m. Jak daleko od osy si musí sednout její kamarádi, aby se mohli rovnocenně houpat? (Hmotnost houpačky zanedbejte).

Kamarád	Hmotnost	Síla	Moment síly	Vzdálenost
Mirek	60	... N	... N.m	... m
Lenka	30	... N	... N.m	... m
Franta	80	... N	... N.m	... m

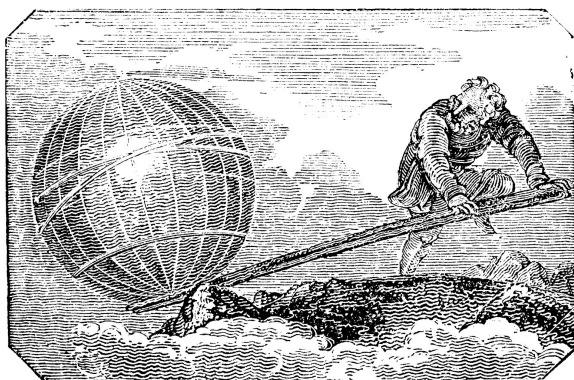
**Úkol:** Napadá vás, kde je ještě vhodně použit princip páky?

# Archimédés

*Dejte mi pevný bod a já pohnu Zemí.*

*Nalezl jsem! - Heuréka!*

*Neruš mi mé kruhy! - Noli tangere circulos meos!*



Archimédés ze Syrakus, řecky Αρχιμήδης, latinsky Archimedes, (287 př. n. l.– 212 př. n. l. Syrakusy), byl řecký matematik, fyzik, filozof, vynálezce a astronom. Je považován za jednoho z nejvýznamnějších vědců klasického starověku, za největšího matematika své epochy a jednoho z největších matematiků vůbec.

Na poli fyziky patří mezi jeho nejslavnější objevy ve statice (mechanická rovnováha, vysvětlení principu páky) a hydrostatice (Archimédův zákon). Navrhl a sestrojil mnoho vynálezů, sloužících pro potřeby jeho rodného města Syrakus, včetně šnekového čerpadla, kterým byla vybavena největší loď starověku Syrakúsia.

Archimédés byl zabit během druhé punské války římským vojskem pod vedením Marca Claudia Marcella při obraně svého rodného města. O jeho smrti se nám dochovala legenda, podle které odmítl po dobytí Syrakus následovat římského vojáka dříve, než dořeší matematický problém. To vojáka rozzuřilo a Archiméda zabil.

*Zdroj: wikipedia*

## Tření

Když se povrchy dvou těles vůči sobě se pohybujících dotýkají, v pohybu jim brání zvláštní síla, **smykové tření**. Způsobují ji různé mikroskopické hrbolky a nerovnosti povrchu, případně přilnavost těchto povrchů. Třecí síla:

- Je přímo úměrná síle, kterou jsou předměty tlačeny k sobě (což je často síla tíhová).
- Působí proti směru pohybu.

Dva druhy tření:

- Smykové tření (statické) - toto tření brání, aby pohyb vůbec začal.
- Smykové tření (dynamické) - toto tření působí ve chvíli

Podobné efekty:

- Valivý odpor (či nepřesně "valivé tření") - toto vzniká, když se nějaký předmět kutálí po podložce (kolo, kulička, válec, ...). Často bývá výrazně menší než smykové tření.
- Odpor prostředí (vzduchu, vody) - pokud se nějaké těleso pohybuje ve vzduchu či vodě (obecně jakémkoliv plynném nebo kapalném prostředí), musí molekuly tohoto prostředí rozhrnovat od sebe. Výrazně se zvyšuje s rychlostí.

## Kolo

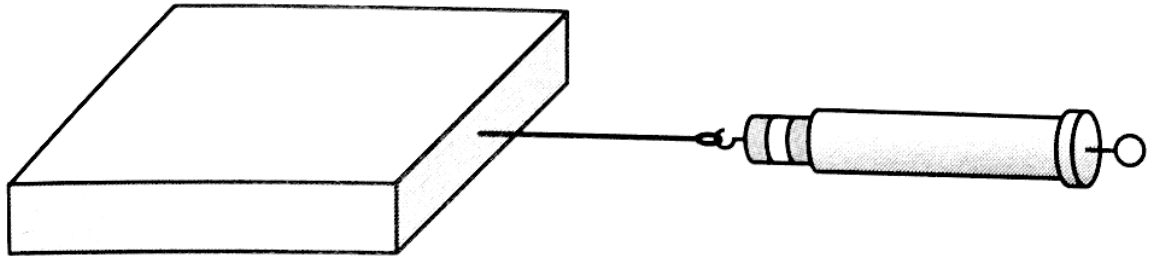
Protože valivý odpor je obvykle menší než smykové tření, je výhodnější těžká břemena dopravovat kutálením nebo na voze. V Mezopotámii používali kolo již asi před 6000 lety, některé vyspělé civilizace na kolo ovšem nepřišly vůbec, třeba Mayové v Mexiku, kteří se jinak proslavili velice rozvinutou matematikou a astronomií.



**Úkol:** Porovnejte sílu působící při pohybu na "vozik", když:

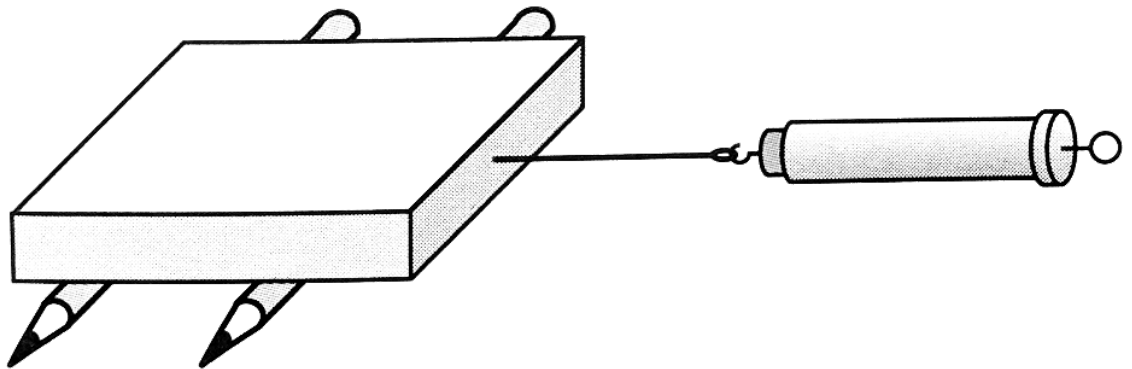
a) Její smýkáte po stole.

$$F = \dots N$$



b) Když jede na kolečkách.

$$F = \dots N$$



Kdo maže, ten jede

**Suché tření**



**Polosuché (mezní) tření**  $h_{\min} = 0$



**Kapalinné tření**



## Výpočet třecí síly

$$F_t = f \cdot F_n$$

$F_n$  - síla, která tlačí povrchy k sobě

$f$  - součinitel smykového tření (liší se pro různé druhy povrchů)

Materiál 1	Materiál 2	Součinitel tření (statický)	Součinitel tření (dynamický)
dřevo	dřevo	0,65	0,30
ocel	dřevo	0,55	0,35
ocel	ocel	0,7	0,5
ocel	ocel (naolejované)	0,15	0,10
ocel	led	0,03	0,03
skluznice lyže	sníh	0,1	0,03
kolenní kloub	kloub	0,01	0,003

## Pozitivní tření

Tření je v mnoha situacích naopak užitečné. Zabraňuje objektům pohybovat se více, než by měly.

- Brzdy na kole (i v autě).
- Při uchopení předmětu tření mezi prsty (s drážkami) a předmětem samotným.
- Hřebík ve zdi drží třením

**Úkol:** Vymyslete další situace, kdy je tření užito k nějakému pozitivnímu účelu.