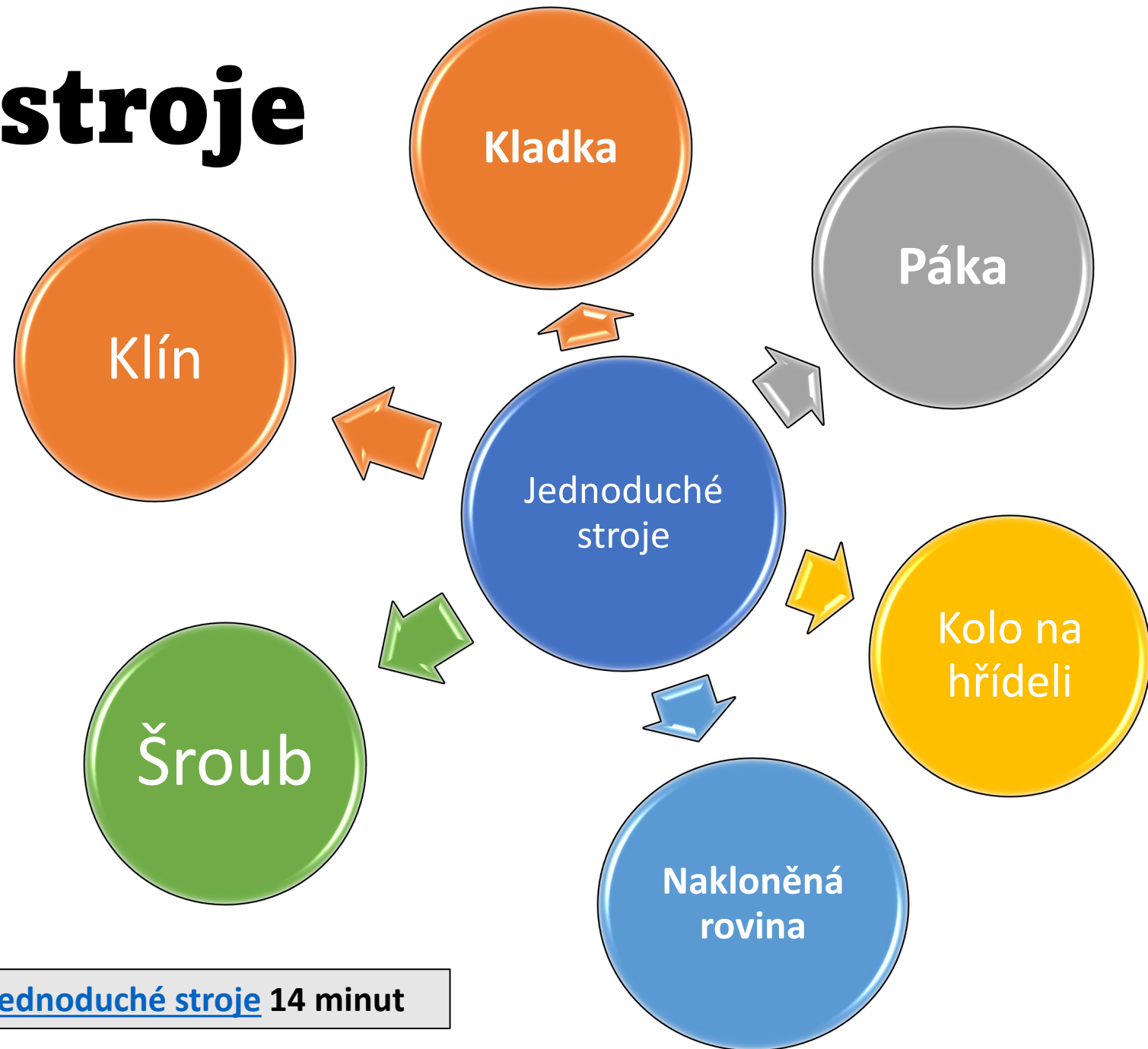
A woman in a dark jacket and red skirt stands on a seesaw in a park. The background shows trees and a wooden fence. The text is overlaid on the left side of the image.

Jednoduché stroje
Páka, kladka,
nakloněná rovina
Práce na páce, kladce a nakl. rovině

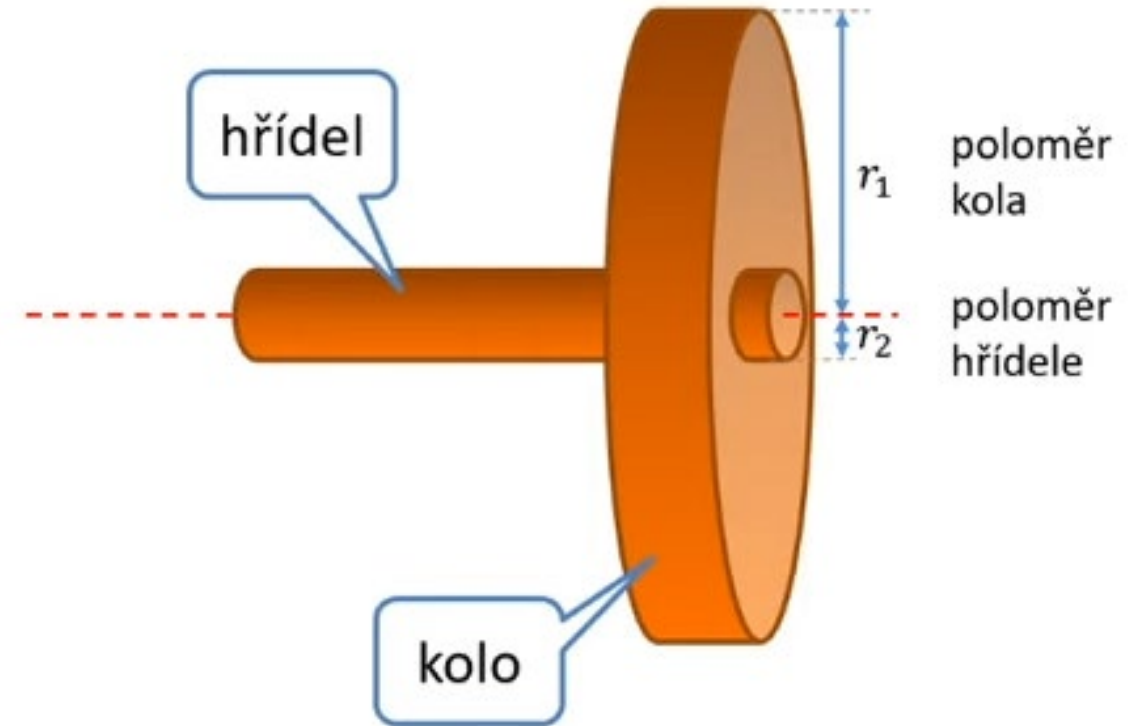
Jednoduché stroje

- Usnadňují práci;
- Je třeba vyvinout menší sílu;
- Mění působení síly;
- **Pracujeme však vždy po delší dráze.**



1. Kolo na hřídeli

- Jednoduchý stroj
- Snižuje potřebnou sílu tolikrát, kolikrát je větší poloměr kola než poloměr hřídele



Kolo na hřídeli *užití*

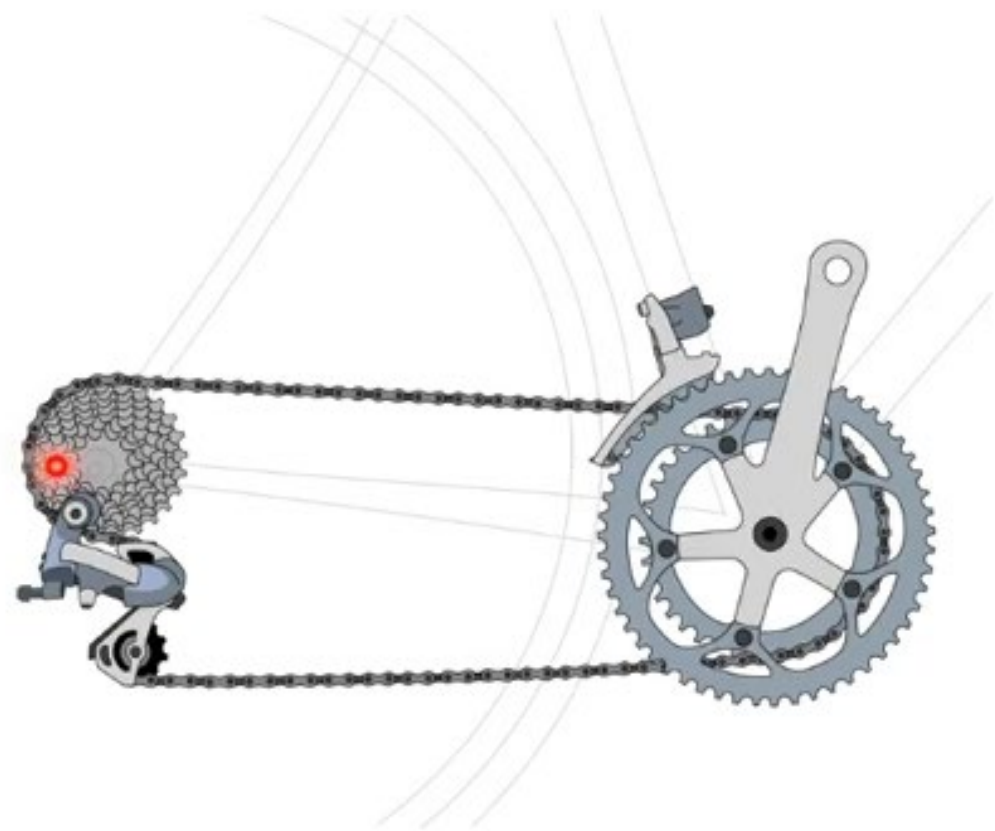


volant



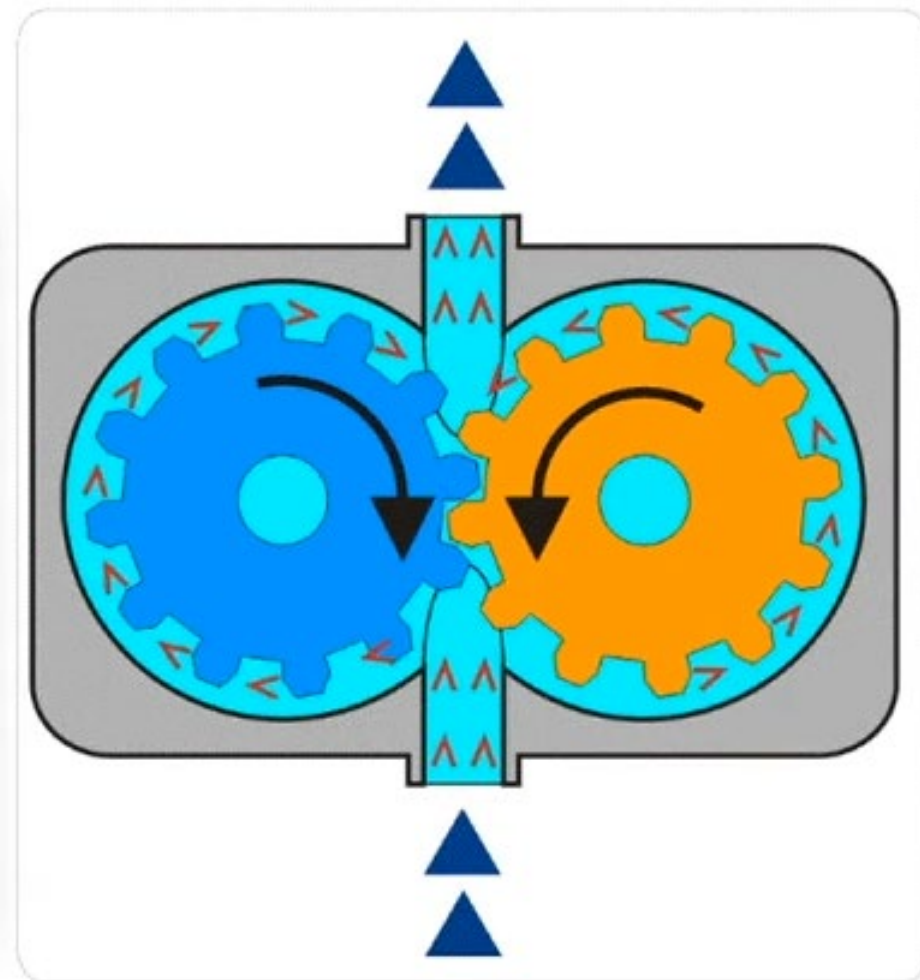
kormidlo

Kolo na hřídeli užití



převody u kola

Kolo na hřídeli užití



kompresor, pumpa

Příklad kola na hřídeli



- Kola na hřídeli jsou důležitou součástí strojů.
- Jsou na:
 - jízdním kole
 - šicím stroji
 - motocyklu
 - automobilu
 - okružní pile
 - míchačce
 -



2. Nakloněná rovina

- Jednoduchý stroj;
- Usnadňuje chůzi nebo jízdu do kopce a z kopce;
- Spouštění břemen;
- **Dráha delší ale menší síla.**

Nakloněná rovina

užití



nájezdová plošina



nájezdová plošina

Nakloněná rovina

užití



vjezd do garáží



odtah auta

Nakloněná rovina

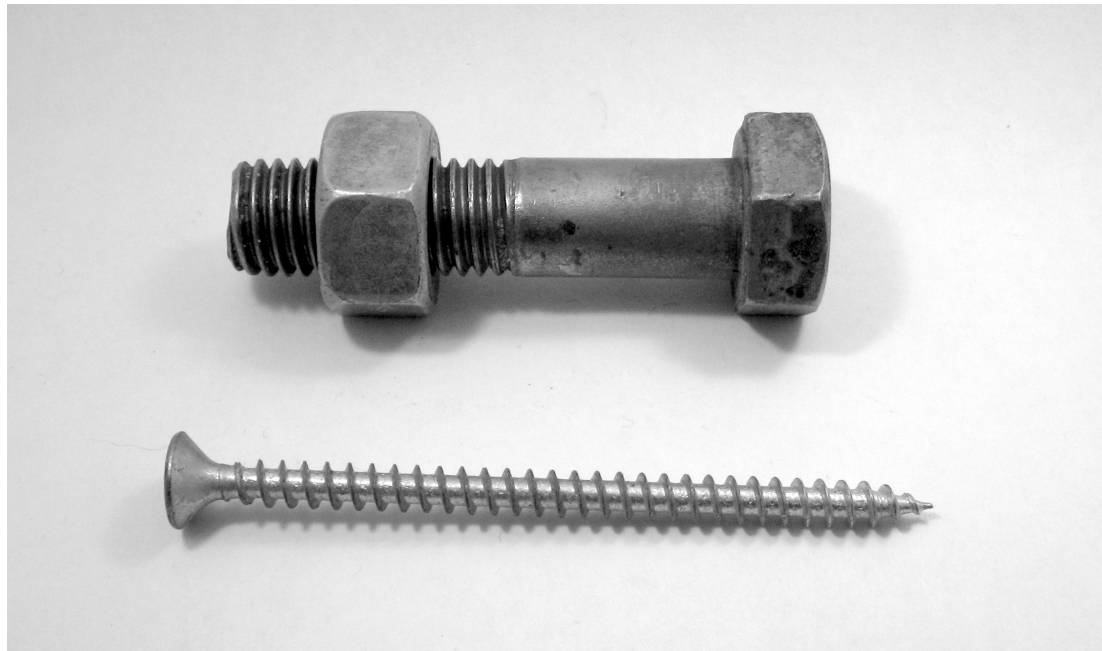
užití



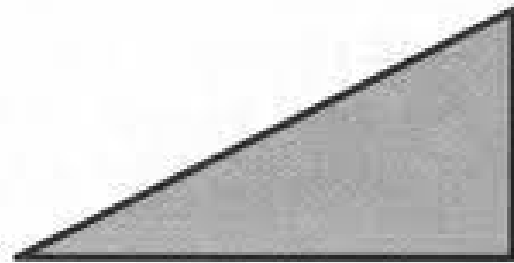
silnice v kopci

3. Šroub

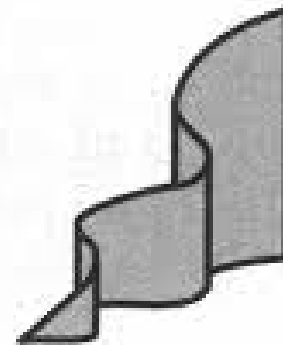
- Jednoduchý stroj
- Nakloněná rovina navinutá na válci



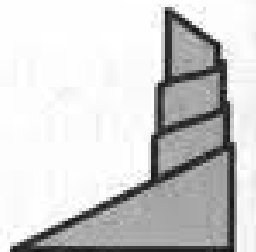
*nakloněná
rovina*



serpentiný

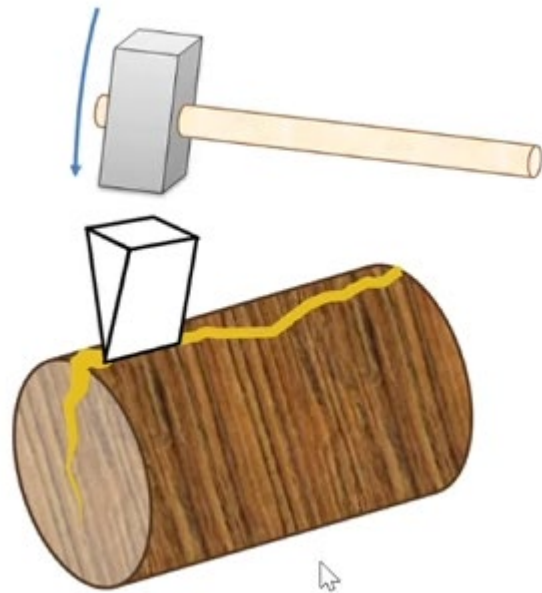


šroub



4. Klín

- Jednoduchý stroj
- Trojboký hranol fungující na principu nakloněné roviny



5. Páka

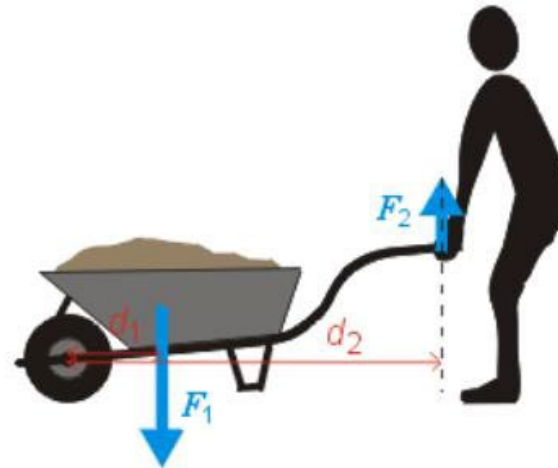
- Jednoduchý stroj;
- Tyč otočná kolem pevného bodu „O“ (osa rotace);



Příklady z praxe:



300 - 800 Nm



**Smysl páky ..
Působit menší silou než bez páky.**

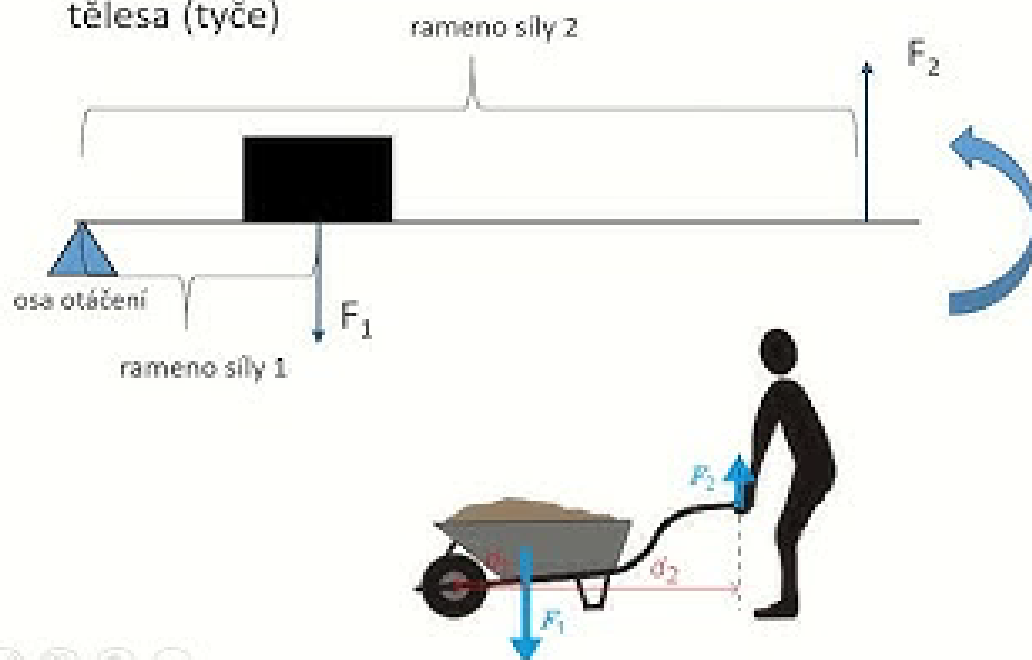
Páka

Jednoduchý stroj – tyč otočná kolem pevného bodu O (osy rotace);



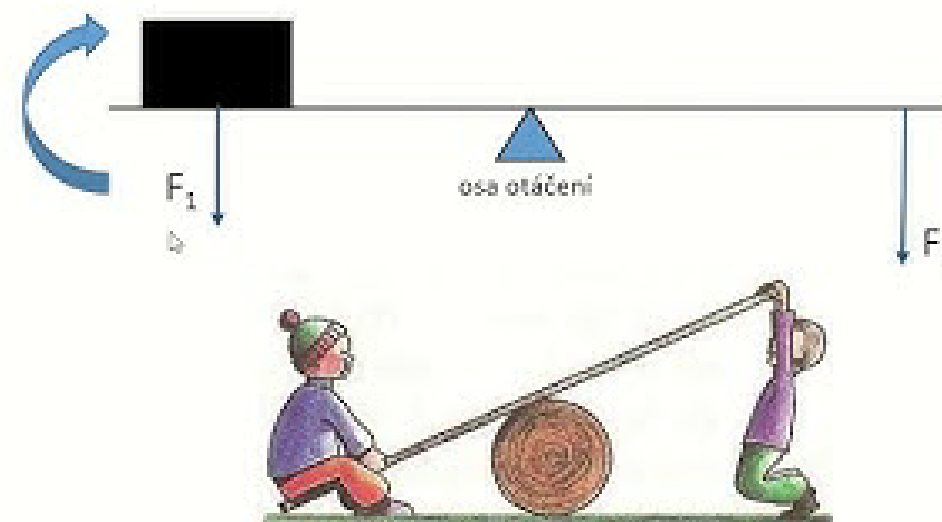
JEDNOZVRATNÁ

- všechny síly, které na tuto páku působí, působí pouze na **jedné straně** od osy otáčení
- osa otáčení je většinou umístěna na **jednom konci** tělesa (tyče)

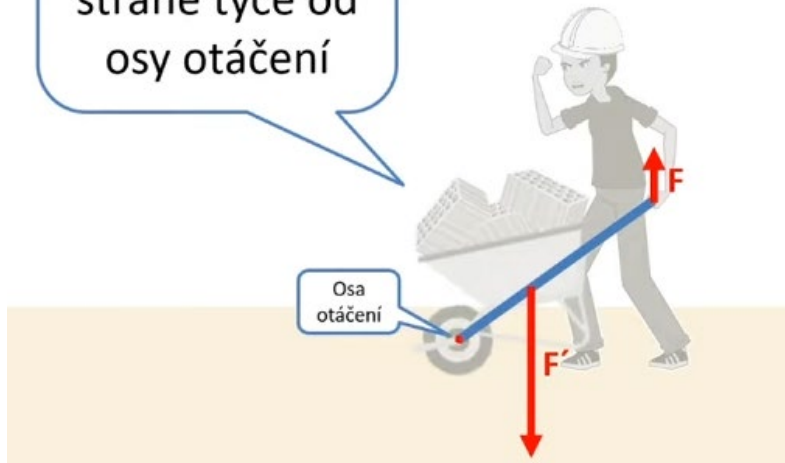


DVOJZVRATNÁ

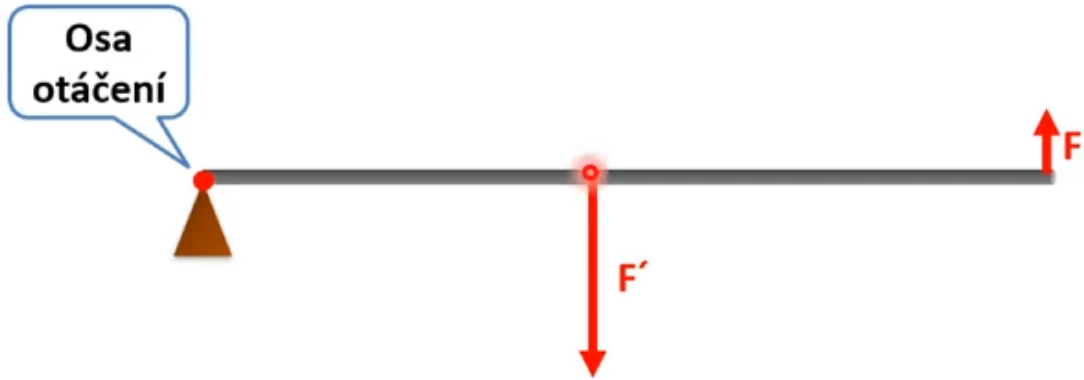
- síly mohou působit **nalevo i napravo** od osy otáčení
- osa otáčení je většinou umístěna **uprostřed** tělesa (tyče)



Obě síly působí
na stejné
straně tyče od
osy otáčení



Jednozvrtná páka má osu na konci tyče, síly působí na jedné straně od osy.

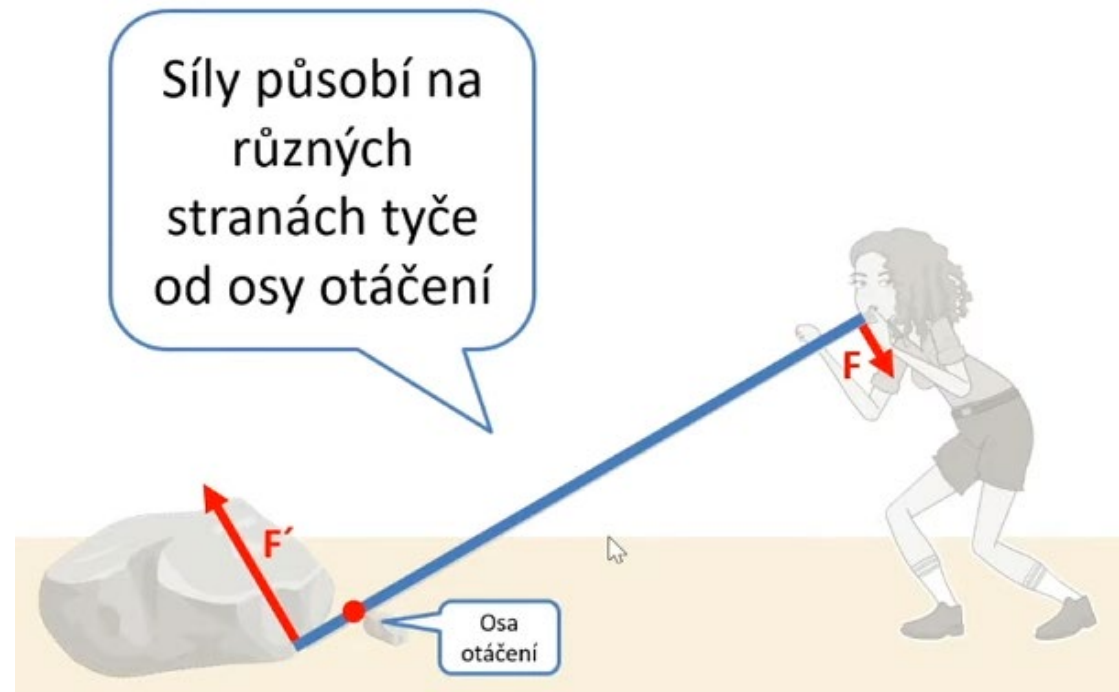


Jednozvrtná páka

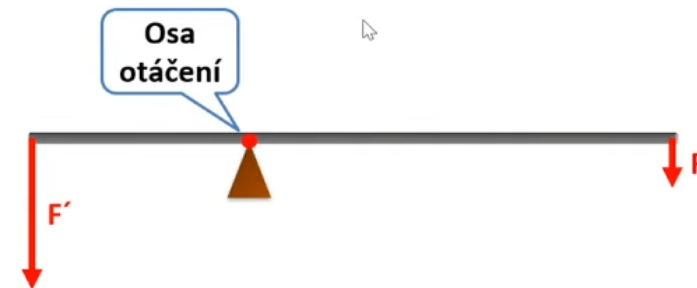
Páka jednozvratná – příklady



Dvojzvratná páka



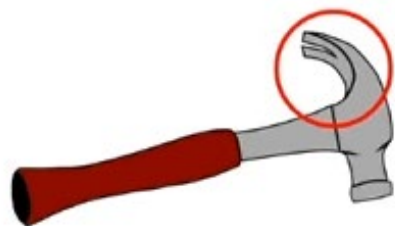
Dvojzvratná páka – síly mají působiště na opačných stranách od osy otáčení.



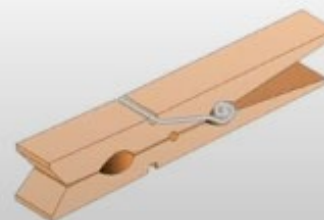
Páka dvojzvratná – příklady



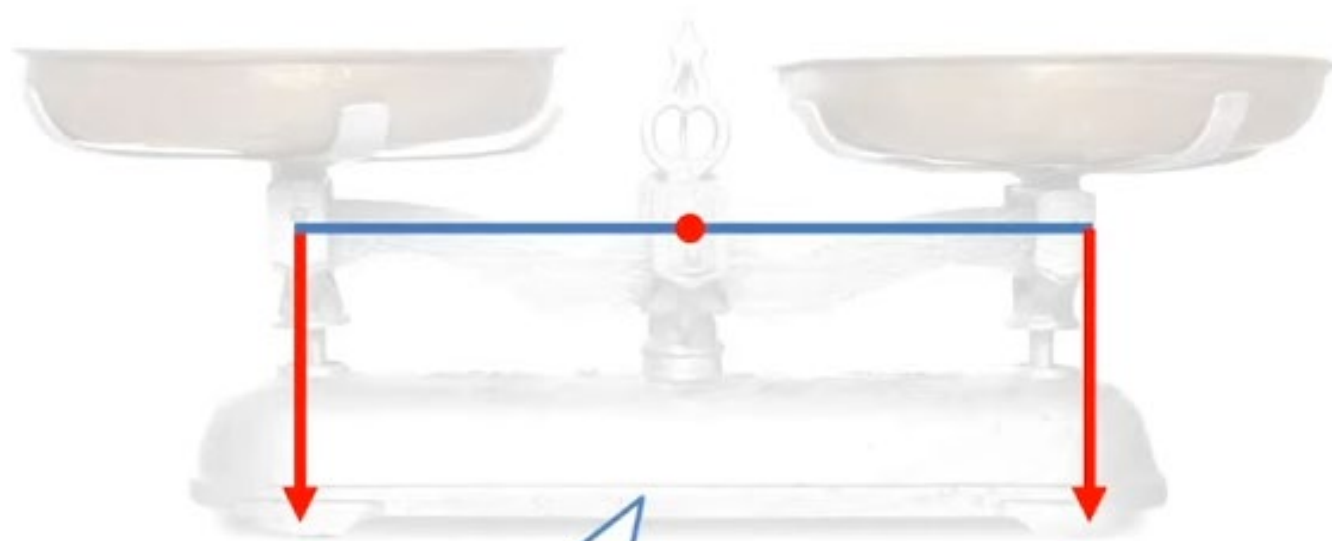
Jedna dvojzvrtná páka



Dvě dvojzvrtné páky

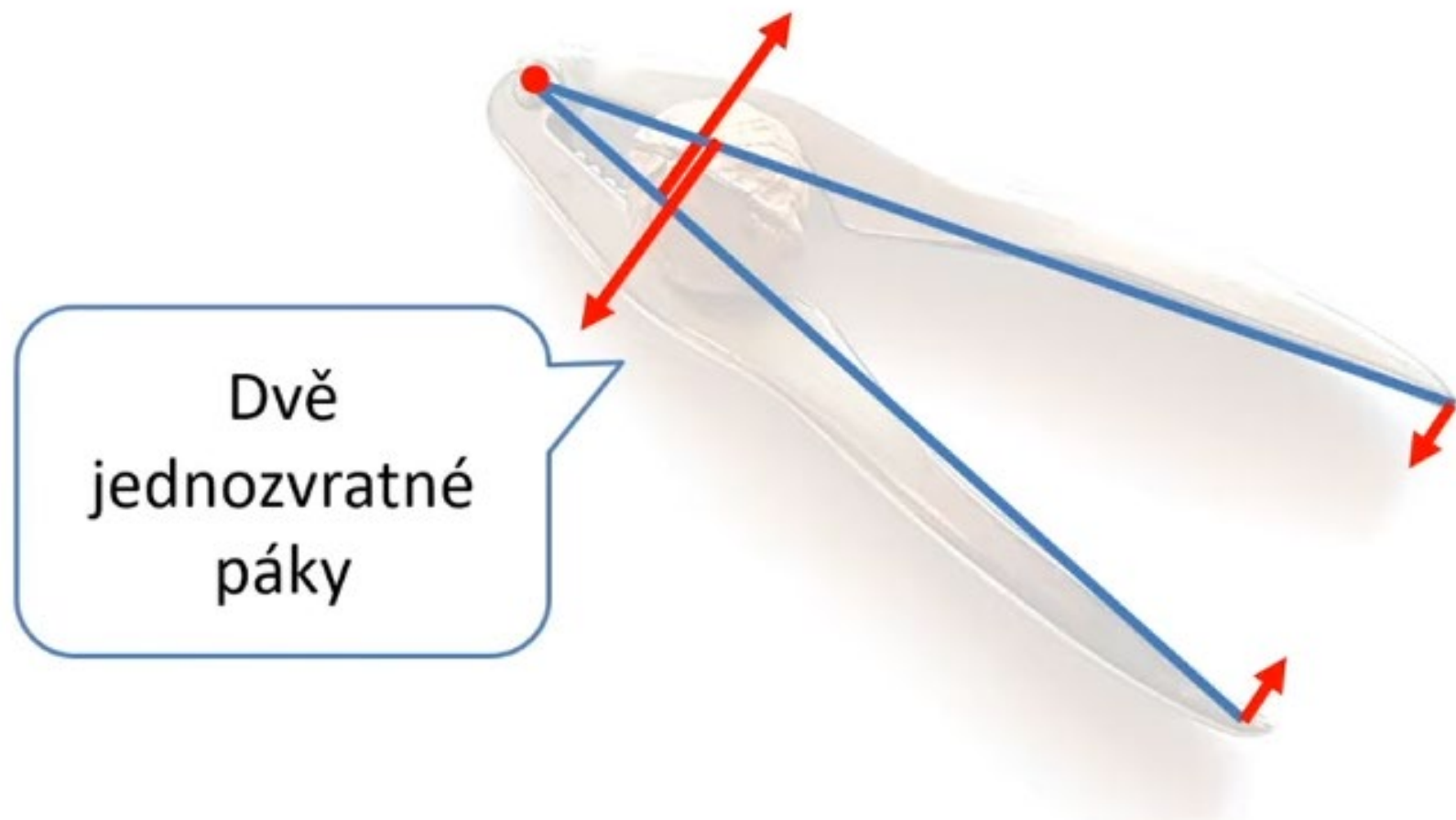


Páka – příklady



Dvojzvratná
páka

Páka – příklady



Kde všude je páka?



Práce na páce - **moment síly**

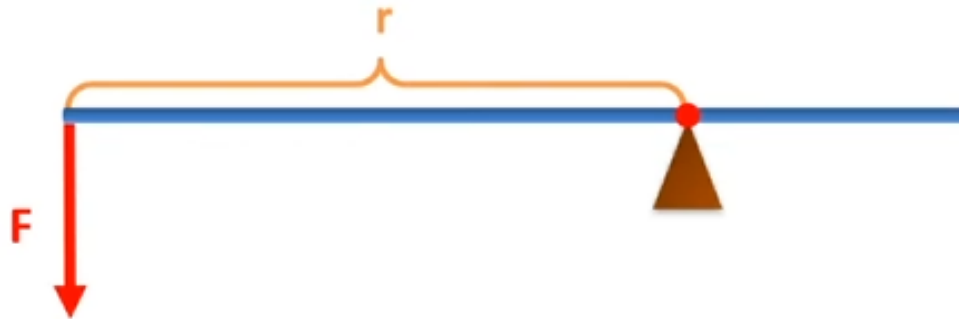
Otáčivé účinky síly popisuje **moment síly**.

$$M = r \cdot F$$

moment síly
Newtonmetr (Nm)

rameno síly
metr (m)

síla
Newton (N)



Užití

Práce na páce



Momentový
klíč



Utahování šroubů
v motoru

Užití

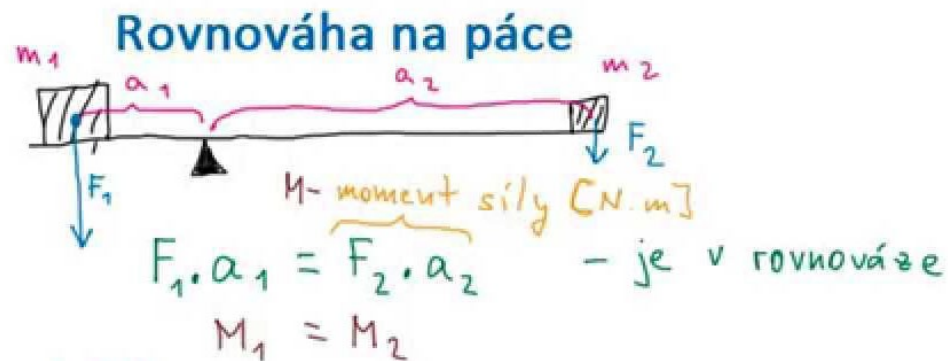
Práce na páce



Aku šroubovák

Práce na páce - **rovnováha**

- Rovnováha na páce
- Momenty síly se rovnají
- $A_1 \cdot F_1 = A_2 \cdot F_2$
- Práce na obou stranách páky je stejně velká.

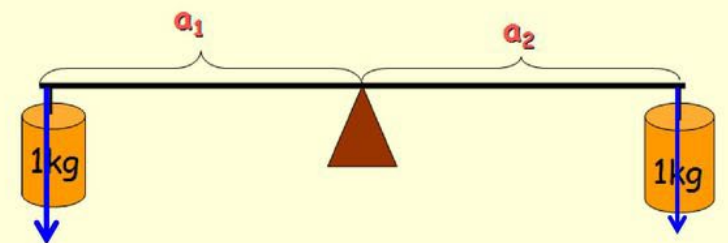


Zákon rovnováhy na páce

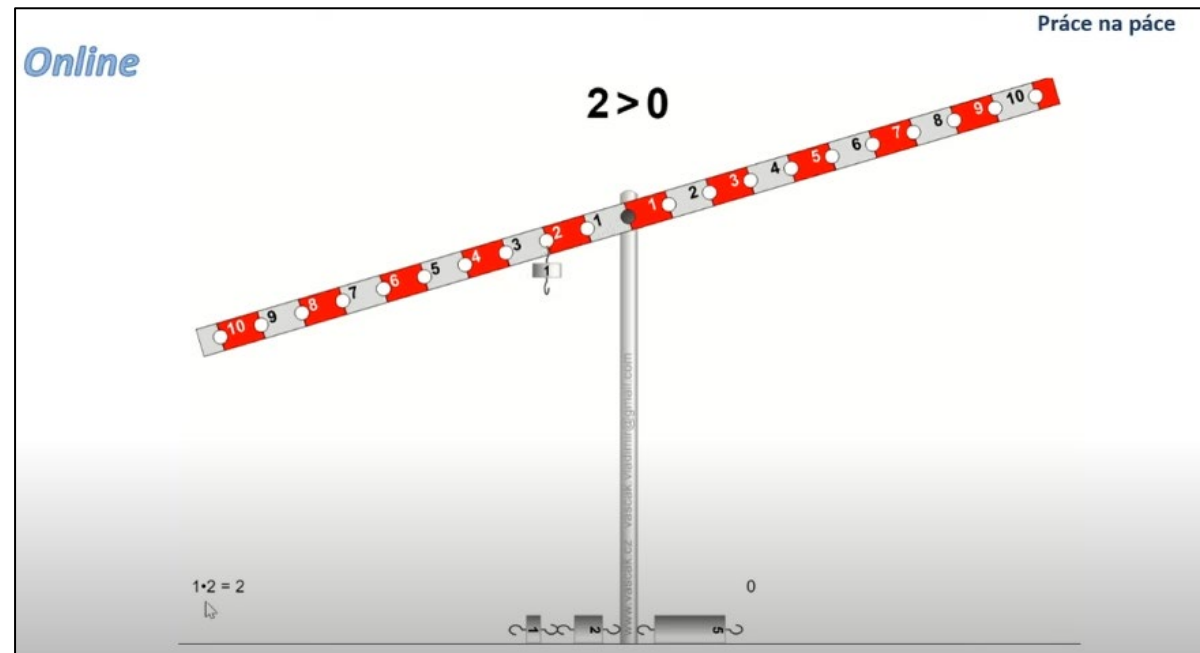
- velikost síly na levé straně * délka ramene síly na levé straně = velikost síly na pravé straně * délka ramene na pravé straně

- A teď o něco jednodušeji:

$$F_1 \cdot a_1 = F_2 \cdot a_2$$



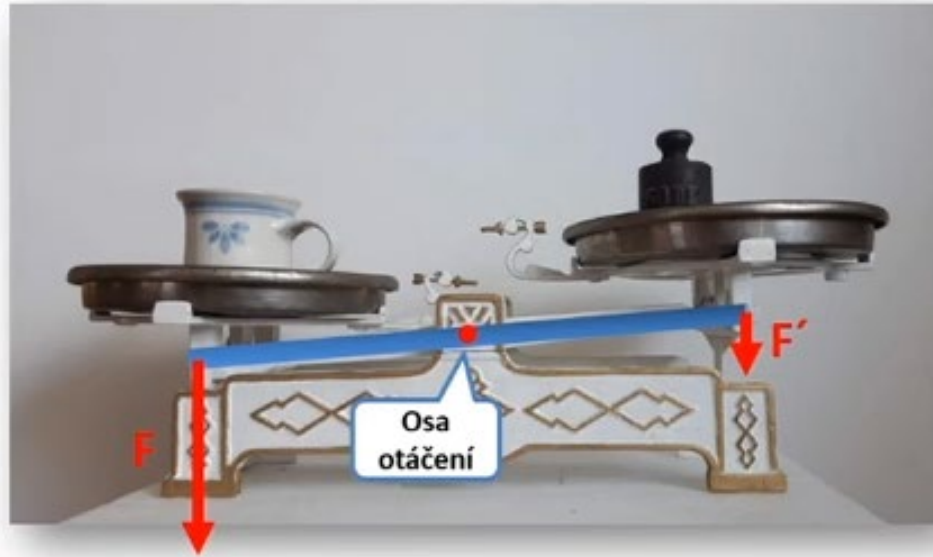
Interaktivní video – rovnováha na páce



[Rovnováha na páce interaktivní video](#)

Ukázka

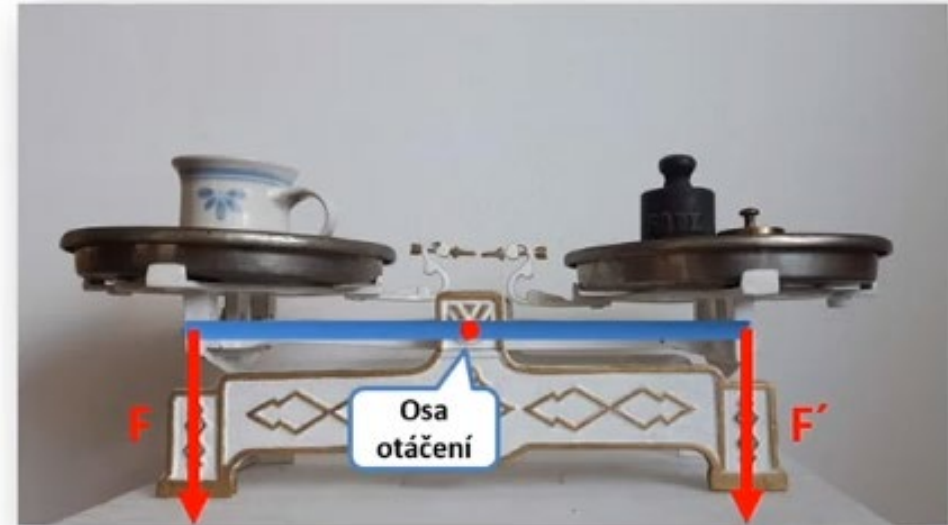
Rovnoramenná dvojzvratná páka



$$r \cdot F > r' \cdot F'$$

$$M > M'$$

Páka **není** v rovnováze



$$r \cdot F = r' \cdot F'$$

$$M = M'$$

Páka **je** v rovnováze

Práce na páce

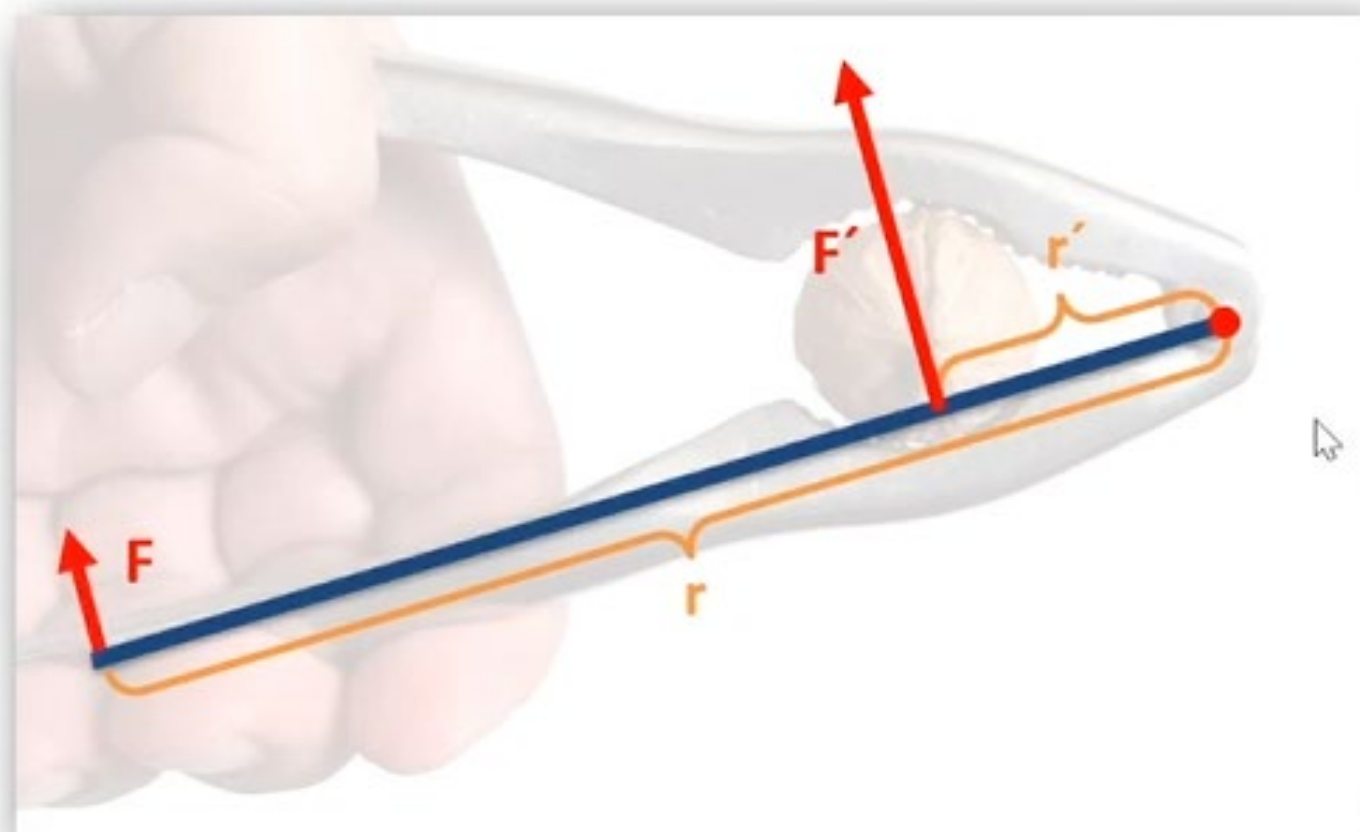
Při zdvihání tělesa pomocí páky vykonáme stejnou práci jako bez pomoci páky

Pomocí páky si práci pouze usnadníme práce zůstane stejná

$$W = F \cdot s$$

$$\text{proto platí: } W_1 = W_2$$

Př.: Jak velkou silou je drcen ořech? Potřebné údaje odhadni.



Zadání:

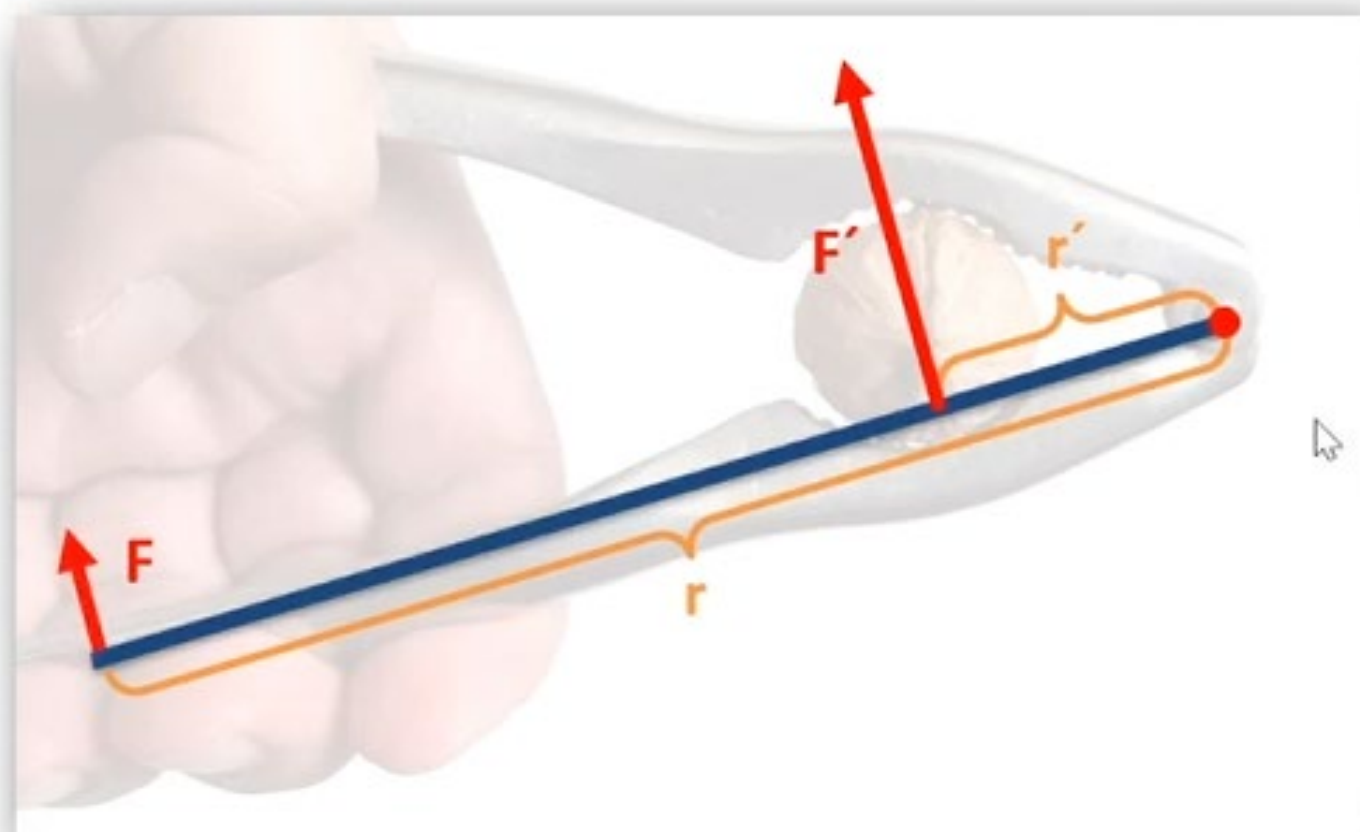
$$F = 100 \text{ N}$$

$$r = 14 \text{ cm} = 0,14 \text{ m}$$

$$r' = 2 \text{ cm} = 0,02 \text{ m}$$

$$F' = ? \text{ N}$$

Př.: Jak velkou silou je drcen ořech? Potřebné údaje odhadni.



Zadání:

$$F = 100 \text{ N}$$

$$r = 14 \text{ cm} = 0,14 \text{ m}$$

$$r' = 2 \text{ cm} = 0,02 \text{ m}$$

$$F' = ? \text{ N}$$

Rovnováha na páce:

$$r \cdot F = r' \cdot F' \Rightarrow F' = \frac{r \cdot F}{r'}$$

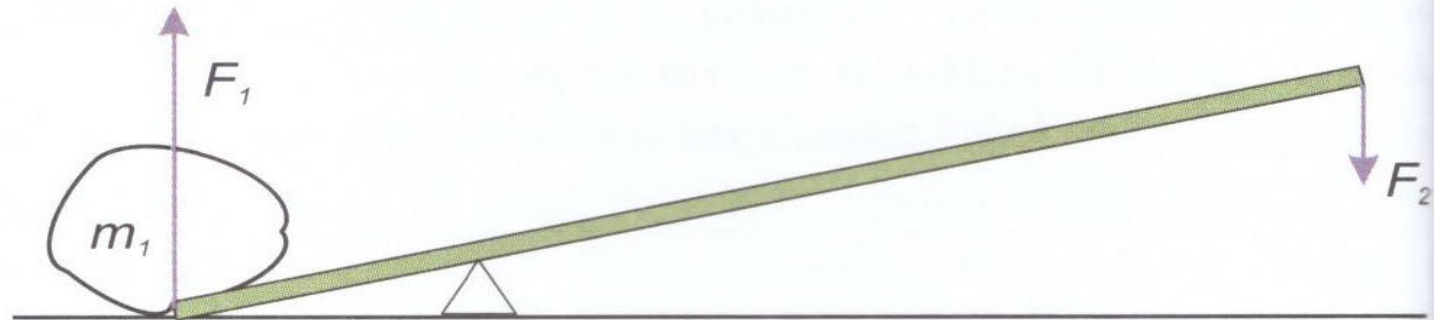
$$F' = \frac{0,14 \cdot 100}{0,02} = 350 \text{ N}$$

Ořech je drcen silou 350 N.

Příklad:

Určete práci, kterou vykonáme při přímém zdvihání kamene o hmotnosti 72 kg do výšky 20 cm. Jakou práci vykonáme při zdvihání stejného kamene pomocí páčidla, jestliže ruka působí na konec páčidla silou 240 N po dráze 0,6 m? Velikosti obou prací porovnejte (viz obr. 6).

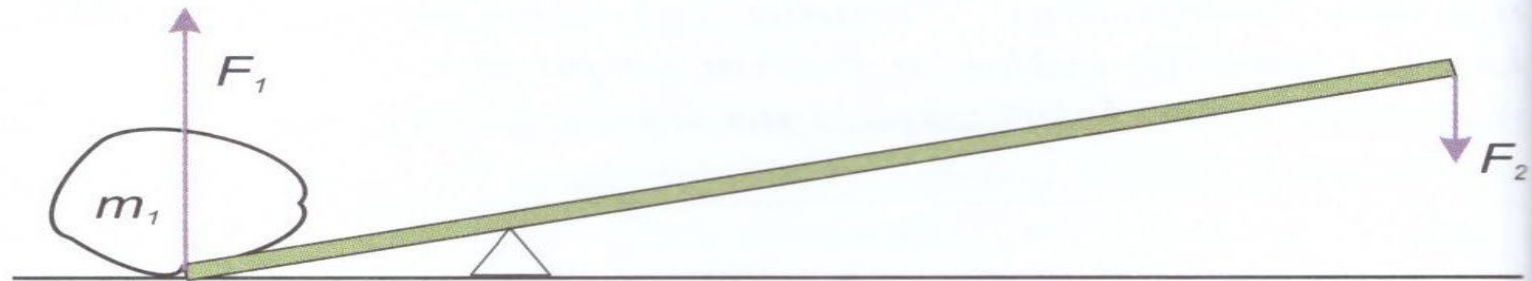
6. Zdvihání kamene – páka



Příklad:

Určete práci, kterou vykonáme při přímém zdvihání kamene o hmotnosti 72 kg do výšky 20 cm. Jakou práci vykonáme při zdvihání stejného kamene pomocí páčidla, jestliže ruka působí na konec páčidla silou 240 N po dráze 0,6 m? Velikosti obou prací porovnejte (viz obr. 6).

6. Zdvihání kamene – páka



Rozbor úlohy:

Pokud je směr působící síly a směr pohybu stejný, určíme práci podle vztahu: $W = F \cdot s$. Musíme však rozlišit, která síla působí po které dráze. Pro přehlednost označíme při přímém zdvihání kamene sílu a posunutí indexem 1 a sílu působící na konci páky a její posunutí indexem 2. Stejným způsobem potom označíme i počítané práce.

Řešení:

$$m_1 = 72 \text{ kg}$$

$$h_1 = 20 \text{ cm} = 0,2 \text{ m}$$

$$F_2 = 240 \text{ N}$$

$$h_2 = 0,6 \text{ m}$$

$$W_1 = ? \text{ J}$$

$$W_2 = ? \text{ J}$$

$$W_1 = m_1 \cdot g \cdot h_1$$

$$W_1 = 72 \cdot 10 \cdot 0,2$$

$$W_1 = 144 \text{ J}$$

$$W_2 = F_2 \cdot h_2$$

$$W_2 = 240 \cdot 0,6$$

$$W_2 = 144 \text{ J}$$

Při přímém zdvižení kamene i při zdvižení pomocí páčidla vykonáme stejnou práci 144 J.



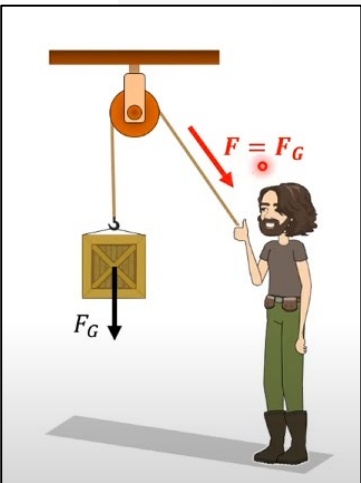
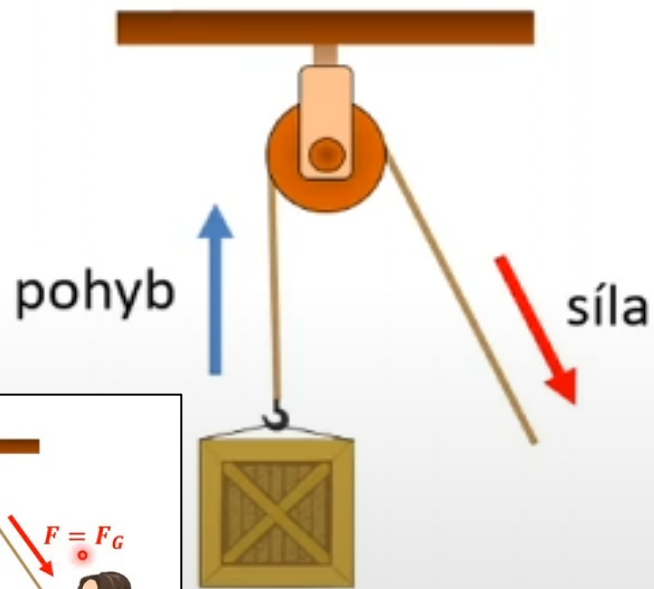
6. Kladka a kladkostroj

- Principem vychází z páky;
- Působíme silou v jiném směru;
- Táhnout směrem dolů jednodušší než táhnout těleso vzhůru;
- Rozlišujeme typy, a to **kladku pevnou, kladku volnou a kladkostroj (viz dále).**

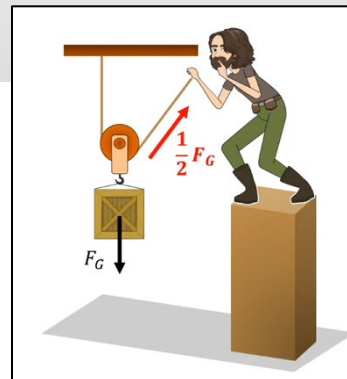
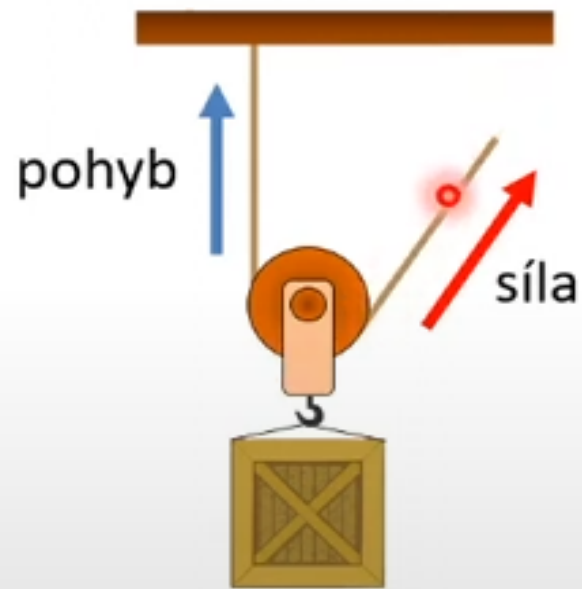
[Video kladka a kladkostroj](#)

Pevná kladka mění směr působící síly, **volná kladka** snižuje velikost síly. Spojením pevné a volné kladky dostaneme **kladkostroj**.

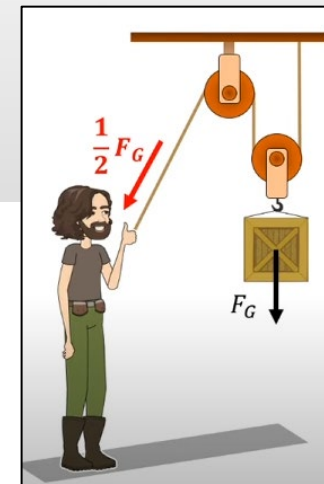
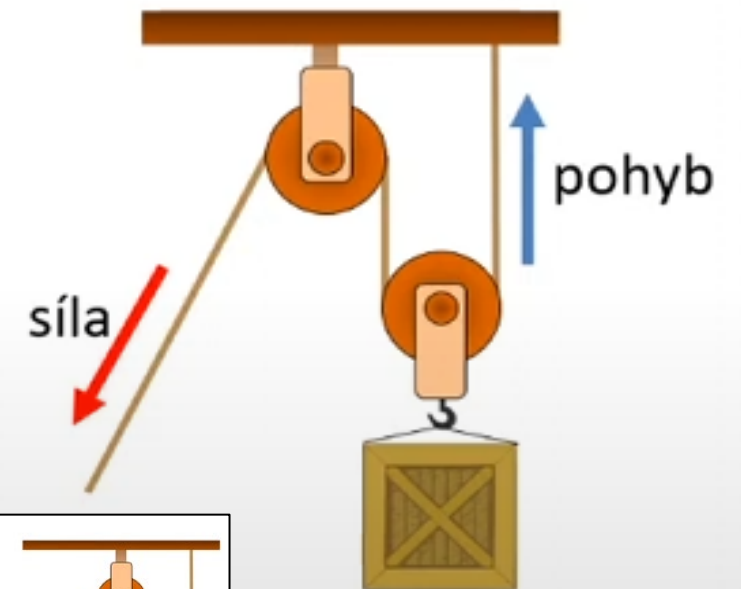
pevná kladka



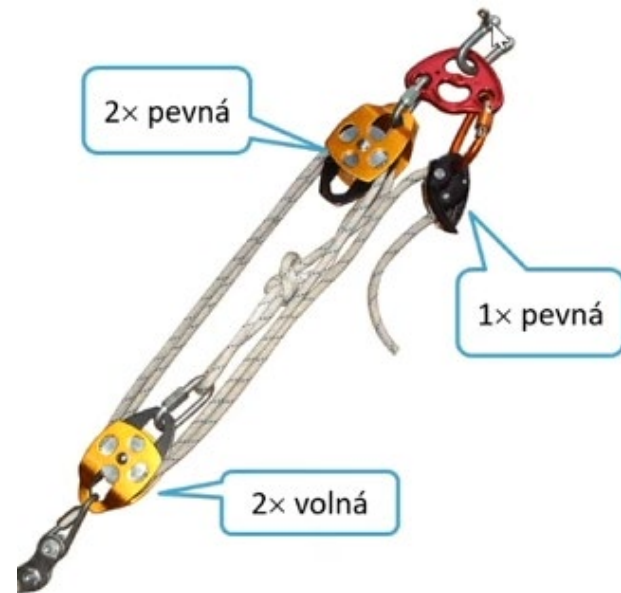
volná kladka



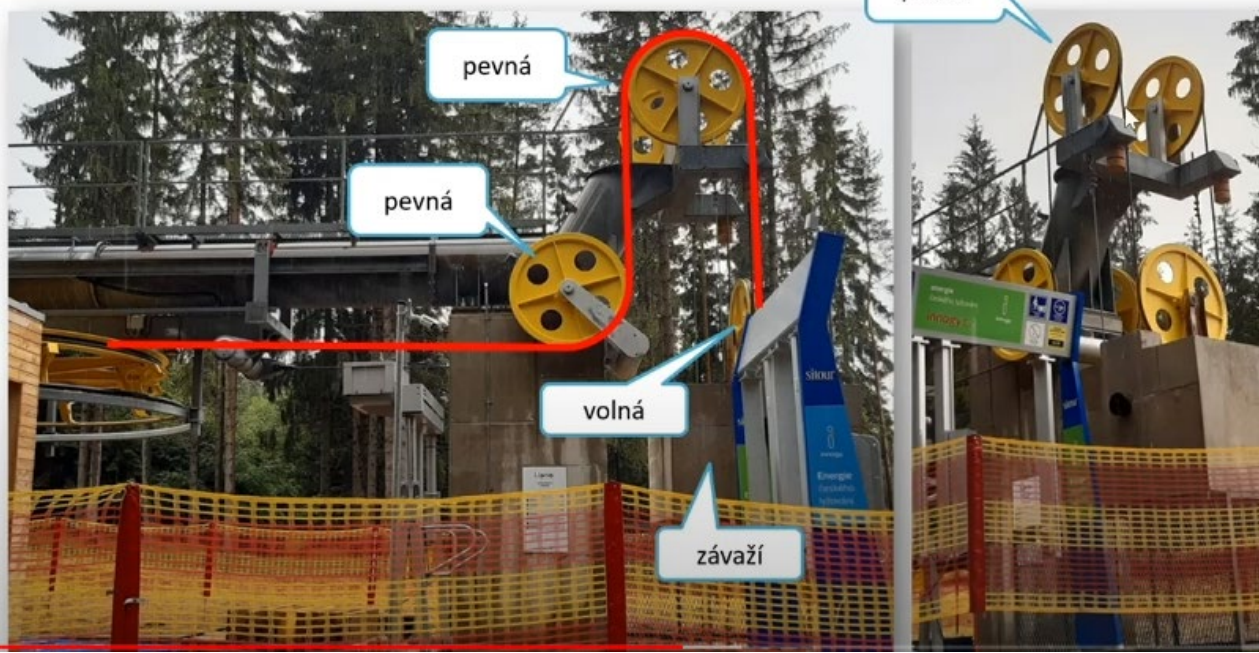
kladkostroj



[iQ Landia kladkostroj](#)



Lanovka – napínání lana



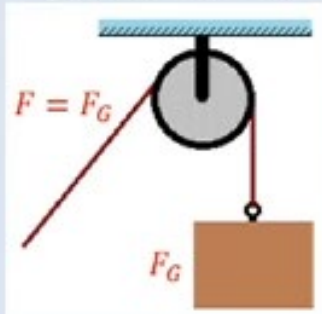
Příklady kladkostroje

- Horolezec
- Jeřáb
- Lanovka
- Další mechanismy v průmyslu

[Kladkostroj \(vascak.cz\)](http://vascak.cz)

Př. Máme 60 kg bednu. Jak velkou silou budeme působit a kolik metrů lana projde rukou, máme-li bednu zvednout do výšky 5 m?

pevná kladka



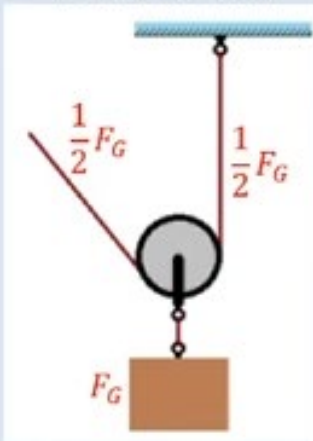
$$F = F_G = m \cdot g = 60 \cdot 10 = 600 \text{ N}$$

$$s = 5 \text{ m}$$

$$W = 600 \cdot 5 = 3000 \text{ J}$$

Př. Máme 60 kg bednu. Jak velkou silou budeme působit a kolik metrů lana projde rukou, máme-li bednu zvednout do výšky 5 m?

volná kladka



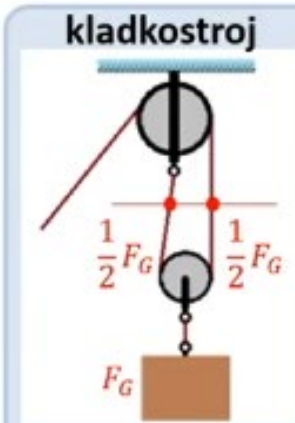
$$F = \frac{1}{2} \cdot F_G = \frac{1}{2} \cdot m \cdot g = \frac{1}{2} \cdot 60 \cdot 10 = 300 \text{ N}$$

$$s = 2 \cdot 5 \text{ m} = 10 \text{ m}$$

Poloviční síla, 2násobná délka lana (musím být nahoře)

$$W = 300 \cdot 10 = 3000 \text{ J}$$

Př. Máme 60 kg bednu. Jak velkou silou budeme působit a kolik metrů lana projde rukou, máme-li bednu zvednout do výšky 5 m?



$$F = \frac{1}{2} \cdot F_G = \frac{1}{2} \cdot m \cdot g = \frac{1}{2} \cdot 60 \cdot 10 = 300 \text{ N}$$

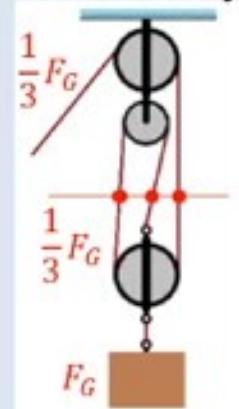
$$s = 2 \cdot 5 = 10 \text{ m}$$

1/2 síla, 2násobná délka lana (můžu být dole)

$$W = 300 \cdot 10 = 3000 \text{ J}$$

Př. Máme 60 kg bednu. Jak velkou silou budeme působit a kolik metrů lana projde rukou, máme-li bednu zvednout do výšky 5 m?

kladkostroj



$$F = \frac{1}{3} \cdot F_G = \frac{1}{3} \cdot m \cdot g = \frac{1}{3} \cdot 60 \cdot 10 = 200 \text{ N}$$

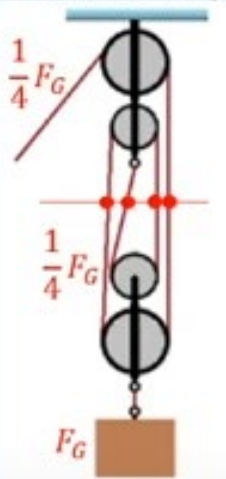
$$s = 3 \cdot 5 \text{ m} = 15 \text{ m}$$

1/3 síla, 3násobná délka lana

$$W = 200 \cdot 15 = 3000 \text{ J}$$

Př. Máme 60 kg bednu. Jak velkou silou budeme působit a kolik metrů lana projde rukou, máme-li bednu zvednout do výšky 5 m?

kladkostroj



$$F = \frac{1}{4} \cdot F_G = \frac{1}{4} \cdot m \cdot g = \frac{1}{4} \cdot 60 \cdot 10 = 150 \text{ N}$$

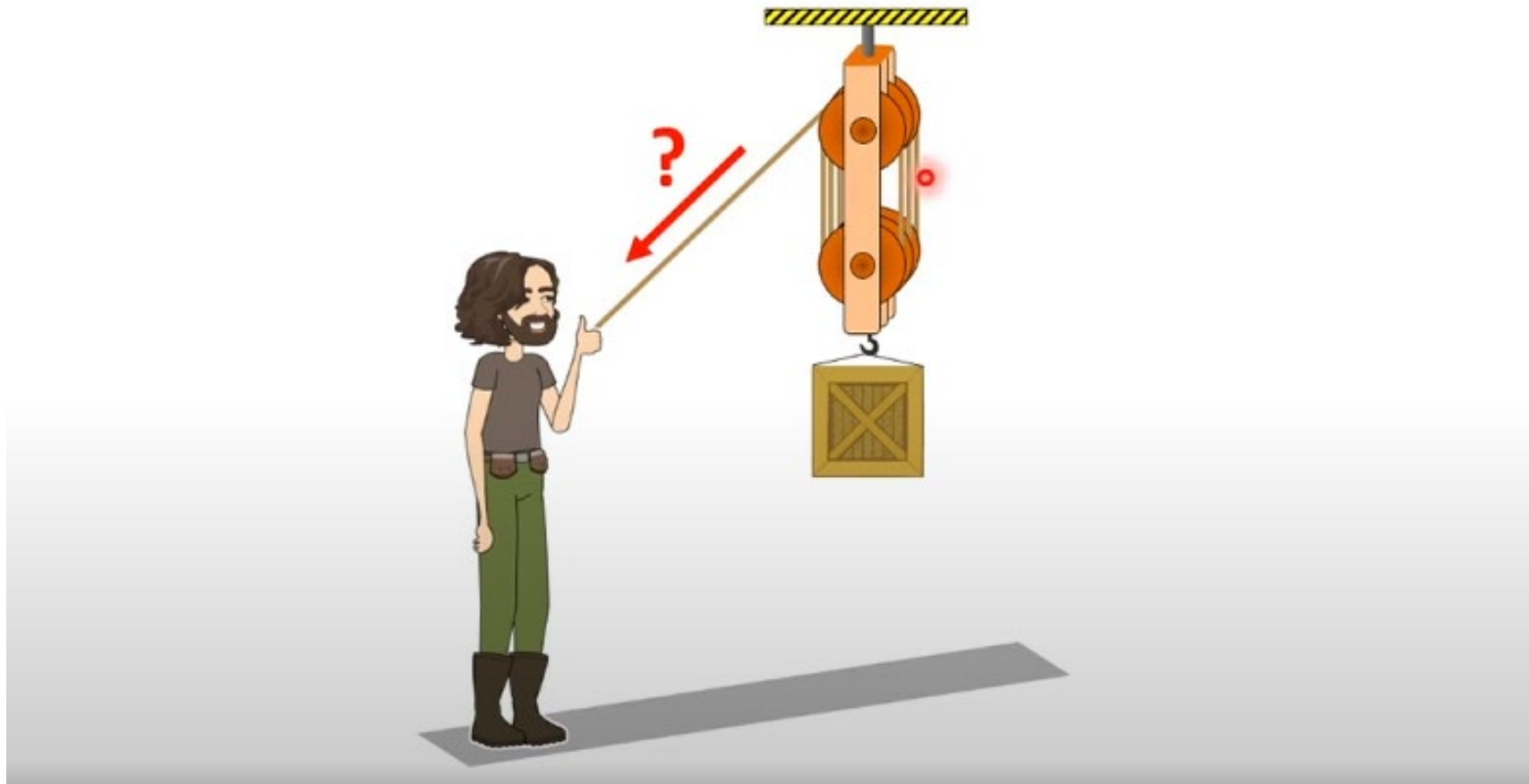
$$s = 4 \cdot 5 = 20 \text{ m}$$

1/4 síla, 4násobná délka lana

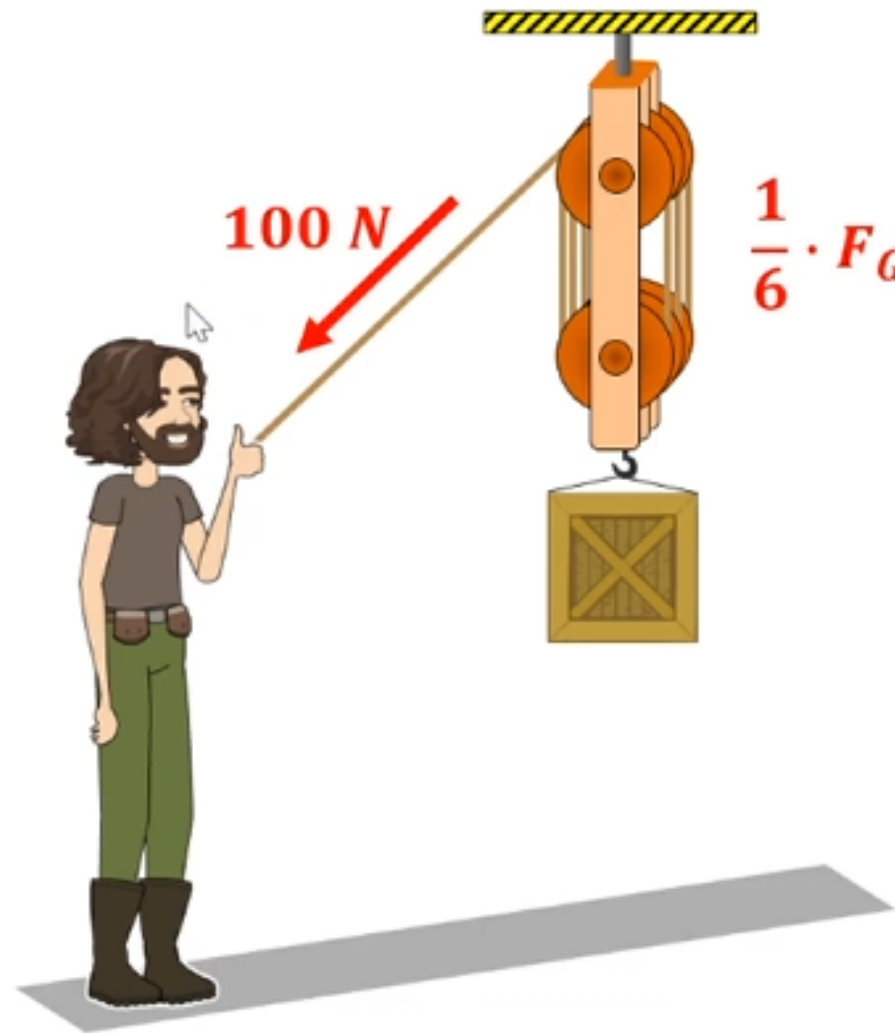
$$W = 150 \cdot 20 = 3000 \text{ J}$$

Vypočítáš?

Jakou silou táhne muž lano, je-li hmotnost bedny 60 kg?



Jakou silou táhne muž lano, je-li hmotnost bedny 60 kg?



Zlaté pravidlo mechaniky

- *Pomocí jednoduchých strojů (páka, kladka, nakloněná rovina) nelze práci ušetřit (působíme menší silou, ale po delší dráze)*

ÚLOHY



- 1. Schematicky nakreslete zdvihání kamene pomocí dvojzvratné páky. Vyznačte velikosti působících sil a dráhy, po kterých tyto síly působí.*
- 2. Schematicky nakreslete zdvihání vědra s maltou na stavbě pomocí kladky pevné. Vyznačte velikosti působících sil a dráhy, po kterých tyto síly působí.*
- 3. Porovnejte velikosti vykonané práce při zdvihání tělesa do výšky ve dvou případech:
a) *Páčidlo podepřeme pomocným hranolem, tj. vznikne dvojzvratná páka.*
b) *Nepoužijeme pomocný hranol, tj. vznikne jednozvratná páka.*
(K oběma případům nakreslete schematické obrázky.)*

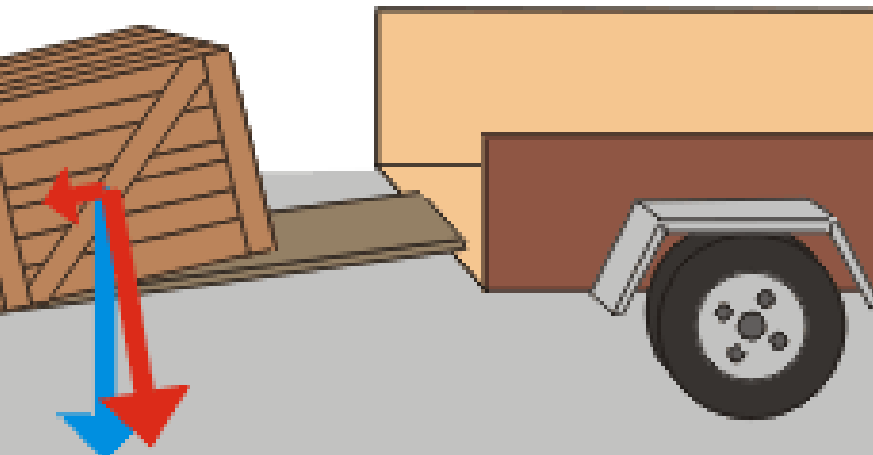


1. *Jakou vykonáme práci při přeštípnutí drátu, jestliže ruka na konci kleští působí silou 60 N po dráze 2 cm? Jak silný je drát, jestliže při štípání na něj působí kleště silou 800 N?*
2. *Jakou vykonáme práci při otvírání víčka od piva, jestliže ruka působí na otvírák silou 18 N po dráze 5 cm? Jakou silou je nadzdvihováno víčko, jestliže se jeho okraj při otvírání zvedne o 6 mm?*
3. *Při brzdění pomocí ruční brzdy v osobním automobilu působí ruka na rukojeť silou 25 N po dráze 20 cm. Jakou práci při tom vykoná? Jakou silou působí brzda na brzdové zařízení, jestliže ho posune o 0,5 cm?*
4. *Dělník na stavbě zdvihá pomocí kladky pevný cihlový blok o hmotnosti 24 kg do výšky 7 m. Jakou práci při tom vykoná? Jakou by vykonal práci, kdyby cihlu nesl do stejné výšky po žebříku (hmotnost dělníka je 75 kg)?*
5. *Při vytahování traktoru zapadlého do rozmočeného pole (pomocí jeřábu přes kladku pevnou) navinul jeřáb 6 m lana a tahová síla působící na lano byla 25 kN. O jakou vzdálenost popotáhl jeřáb zapadlý traktor a jakou práci při tom vykonal?*

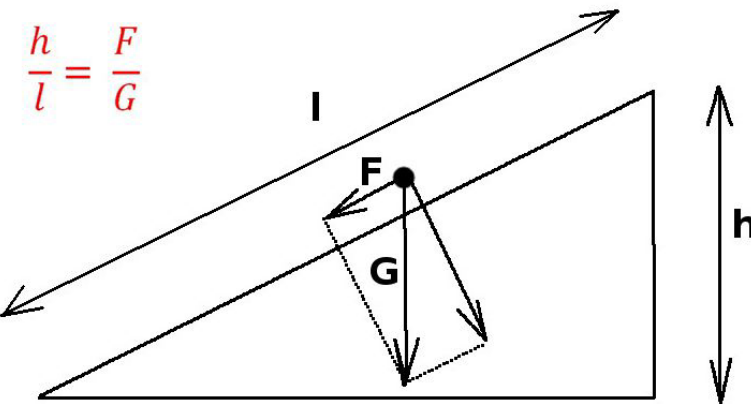


Nakloněná rovina

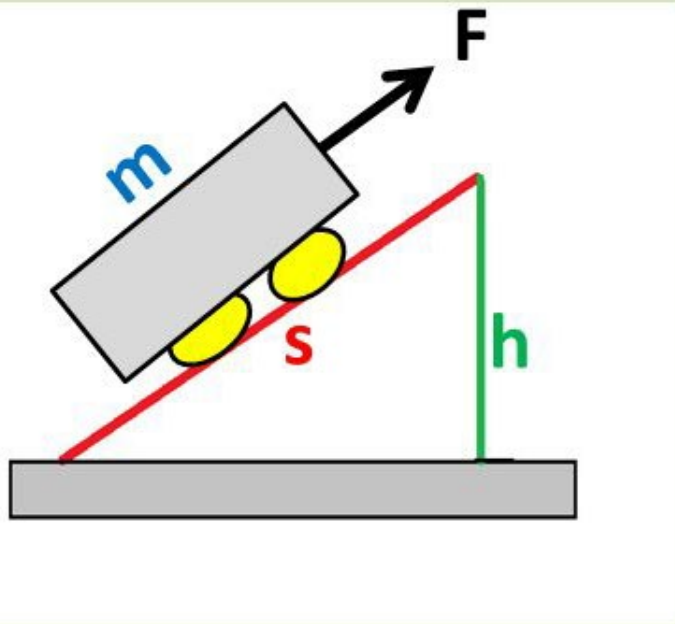
- Jednoduchý stroj - mechanismus;
- Ušetření síly zvedání tělesa po delší dráze;
- Využití – serpentýny, nájezd, šroub, klín, schody ...



Nakloněná rovina



Nakloněná rovina



$$F = F_G \frac{h}{s}$$

F – působící síla na těleso

F_G – tíhová síla

$$F_G = m \cdot g$$

m – hmotnost tělesa

g – gravitační zrychlení

s – délka nakloněné roviny

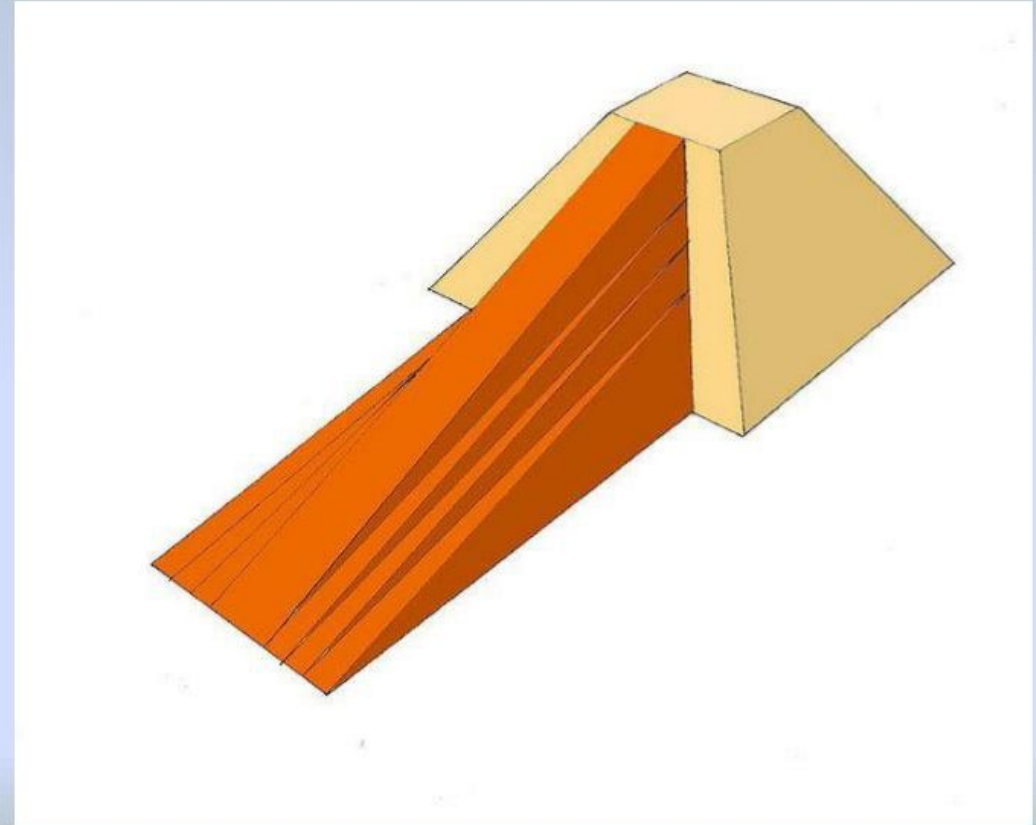
h – výškový rozdíl

Nakloněná rovina - práce

- $W_1 = W_2$
- $W_1 = G \cdot h$
- $W_2 = F \cdot s$
- $F = G \cdot h / s$



Využití nakloněné roviny při stavbě pyramidy.



Nakloněná rovina

- ❑ Pomocí nakloněné roviny dokážeme zmenšit sílu potřebnou k vykonání práce (vyvezení auta).



- ❑ Uvědomme si, že čím bude mít nakloněná rovina menší sklon, tím bude síla menší, ale tím bude nakloněná rovina delší – budeme muset působit silou po delší dráze.
- ❑ Práci potřebnou k vyvezení auta si neušetříme, můžeme však působit menší silou a to je výhodné.

Rande s Fyzikou:
Jednoduché
stroje — Česká
televize
(ceskatelevize.cz)
13 min.

ÚKOLY:

S₂



1. Vysvětlete zlaté pravidlo mechaniky.
2. Vyjmenujte, kde jste se v praxi setkali s nakloněnou rovinou.

2



1. Automechanik zdvihá motor osobního automobilu o hmotnosti 80 kg pomocí kladkostroje do výšky 1 m. Jakou silou působil na konec lana, jestliže jeho odvinutá část má délku 4 m? (Hmotnost volných kladek zanedbáváme.)
2. Jakou práci vykonají řidič se závozníkem, jestliže zvednou bednu o hmotnosti 100 kg na ložnou plochu nákladního automobilu, tj. do výšky 1,2 m? Jakou silou by tlačil řidič stejnou bednu na ložnou plochu po šikmém prkně, které je dlouhé 3,6 m? (Tření mezi prknem a bednou zanedbáváme.)