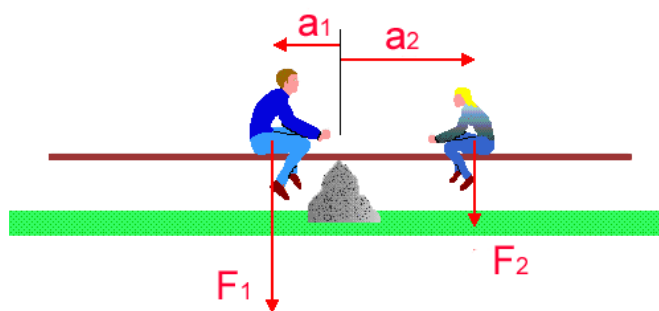
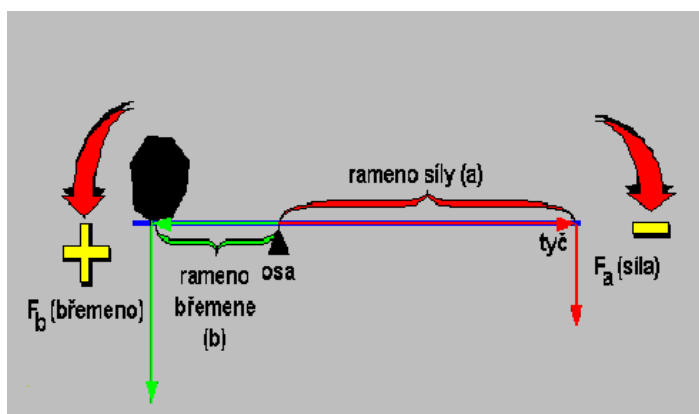


ROVNOVÁŽNÁ POLOHA PÁKY.

Víme, že menší síla může vyrovnat otáčivé účinky větší síly, pokud je dál od osy otáčení.



Tedy:

Páka je v rovnovážné poloze, pokud jsou otáčivé účinky obou sil stejně velké.

Zajímá nás, kdy tedy ta rovnovážná poloha nastane.

Pokus: tělesa, páka

Pokus č.	Vlevo od osy			Vpravo od osy		
	F_1 (N)	a_1 (m)	$F_1 \cdot a_1$ (N.m)	F_2 (N)	a_2 (m)	$F_2 \cdot a_2$ (N.m)
1	1	0,2	0,2	1	0,2	0,2
2	1	0,2	0,2	2	0,1	0,2
3	1	0,2	0,2	5	0,04	0,2

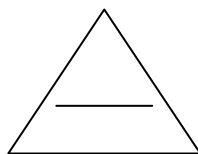
Otáčivý účinek síly na těleso závisí na součinu velikosti působící síly a rameni síly. Tento součin nazýváme moment síly vzhledem k ose otáčení.

Moment síly

Značka M

Jednotka ... 1 N.m

Vzorec ... $M = F \cdot a$



Z výsledků pokusů je zřejmé:

Páka je v rovnovážné poloze, jestliže se moment první síly rovná momentu druhé síly. Tedy velikost síly na levé straně krát délka ramene síly na levé straně se rovná velikost síly na pravé straně krát délka ramene na pravé straně.

Odtud plyne vzorec pro výpočet:

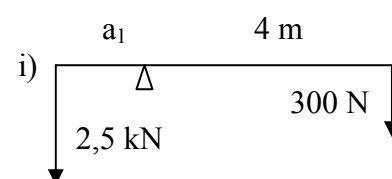
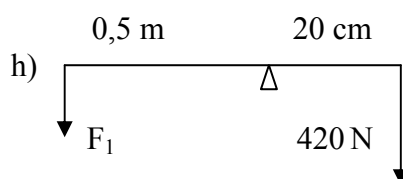
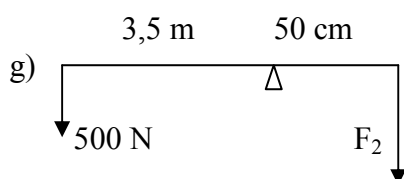
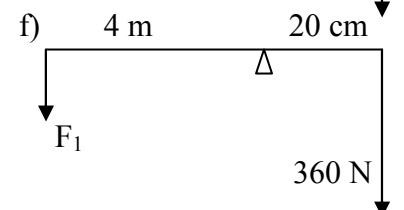
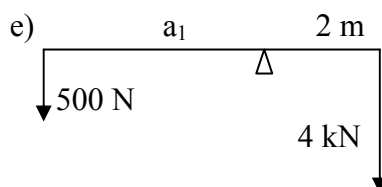
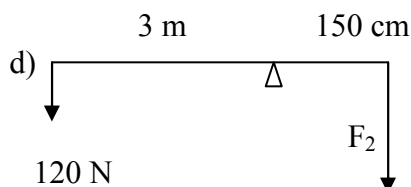
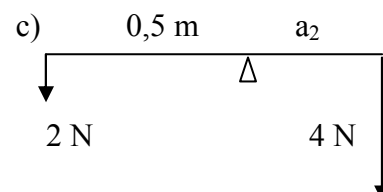
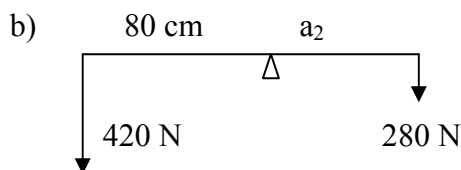
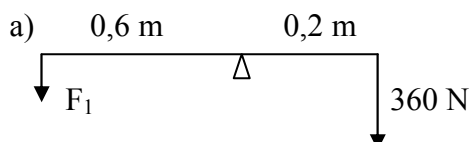
$$F_1 \cdot a_1 = F_2 \cdot a_2$$

Pracovní list: Otáčivé účinky síly – páka 1

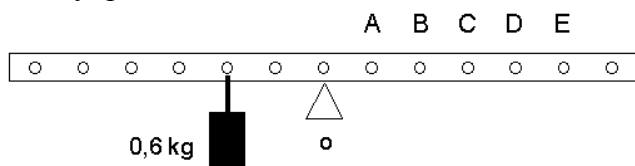


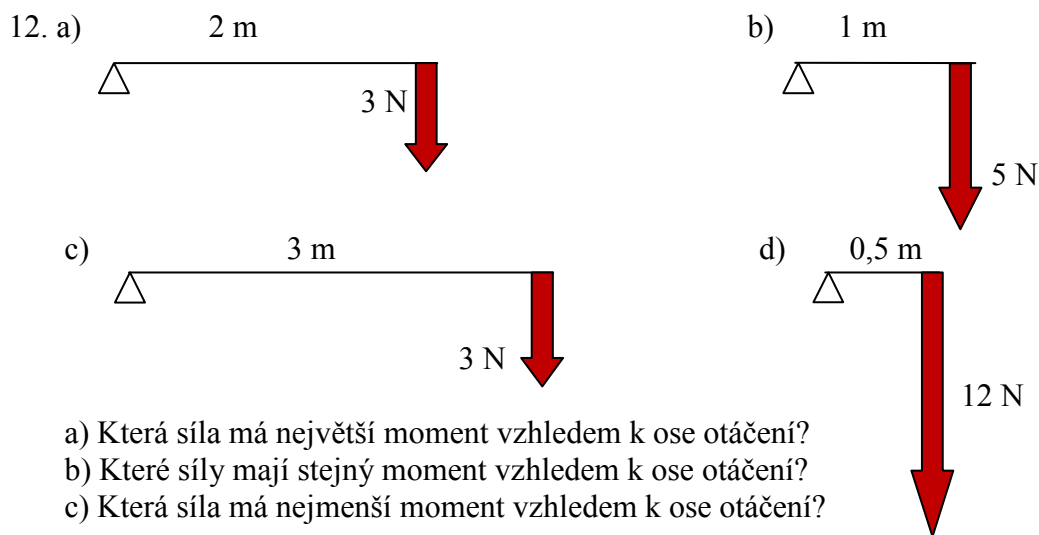
- Na jednom rameni páky působí ve vzdálenosti 24 cm od osy síla 300 N. Na druhém rameni páky působí síla 96 N. V jaké vzdálenosti od osy tato síla působí, nastane-li na páce rovnováha?
- V jaké vzdálenosti od osy musíme na páce působit silou 50 N, abychom udrželi v rovnováze těleso o hmotnosti 100 kg zavěšené ve vzdálenosti 2 m od osy?
- Na páce působí síla 24 N ve vzdálenosti 1,6 m od osy. Jak daleko od osy musí být zavěšeno břemeno o hmotnosti 6 kg, aby na páce nastala rovnováha?

4. Doplňte chybějící údaje:

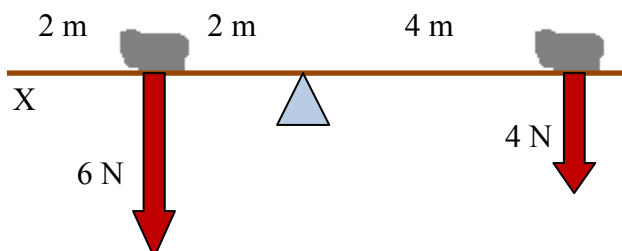


- Houpačku tvoří prkno o délce 3 m, podepřené uprostřed. Na jednom konci sedí chlapec o hmotnosti 20 kg. Jakou hmotnost má druhý chlapec, když se posadil 1,2 m od osy otáčení a houpačka je ve vodorovné rovnovážné poloze?
- Na páku působí ve vzdálenosti 0,5 m síla 2 000 N. Jak velká síla musí působit na druhé rameno páky ve vzdálenosti 2,5 m, aby byla páka v rovnováze?
- Řidič uvolňoval matici na kole auta klíčem, který držel 20 cm od osy šroubu. Působil na klíč silou 320 N. Jakým momentem působil na matici?
- Jak velká síla F_2 udrží v rovnovážné poloze rovnoramennou páku ve vzdálenosti 0,4 m od osy, jestliže ve vzdálenosti 10 cm působí síla 5 N?
- Na prkně 6 m dlouhém, podepřeném uprostřed, sedí na jednom konci chlapec o hmotnosti 26 kg. Jak daleko od osy otáčení si musí sednout druhý chlapec o hmotnosti 28 kg, aby bylo prkno v rovnovážné poloze?
- Napiš vztah, který platí pro momenty sil na rovnoramenné páce, veličiny pojmenuj.
- Na páce je zavěšeno závaží o hmotnosti 0,6 kg. Do kterého bodu je nutno zavěsit závaží o hmotnosti 0,4 kg, má-li být páka v rovnováze?

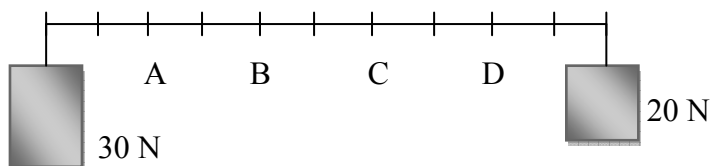




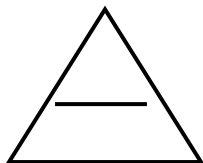
13. Petr se snaží vyvážit prkno kameny.
- Vypočítej moment síly 4 N vzhledem k ose otáčení.
 - Vypočítej moment síly 6 N vzhledem k ose otáčení.
 - Bude prkno v rovnováze? Pokud ne, kterým směrem se nakloní?
 - Jaká síla navíc by byla potřeba v bodě X, aby bylo prkno v rovnováze?



14. Na koncích páky jsou zavěšena dvě různá závaží. V kterém bodě je nutno páku podepřít, má-li být v rovnovážné poloze.



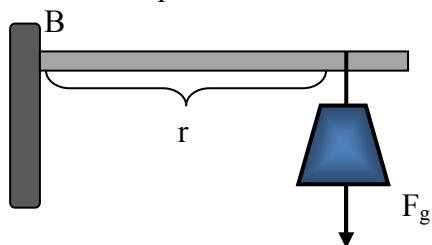
15. Napiš domeček pro výpočet momentu síly, odvoď vztah pro výpočet momentu síly, ramene síly a síly.



16. Doplň tabulku správnými údaji:

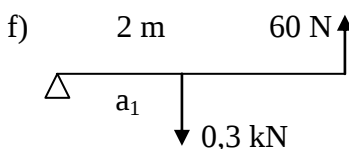
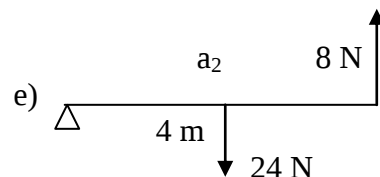
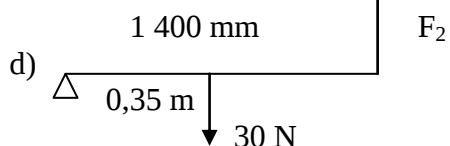
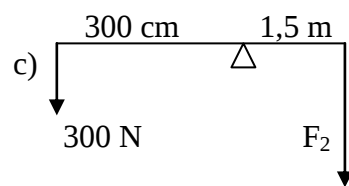
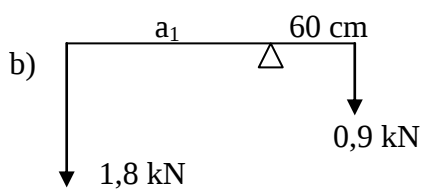
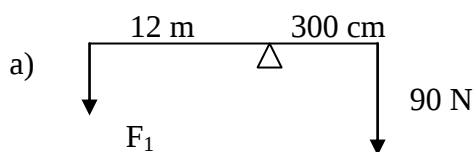
síla [N]	200	25	40			15
rameno síly [m]	0,8	0,05		5	0,4	
moment síly [N.m]			100	250	16	375

17. Trápek je zazděný ve zdi podle obrázku. Ve vzdálenosti 1,2 m visí břemeno o hmotnosti 5 kg. Jakým momentem působí tíhová síla břemene na trápek vzhledem k bodu B?

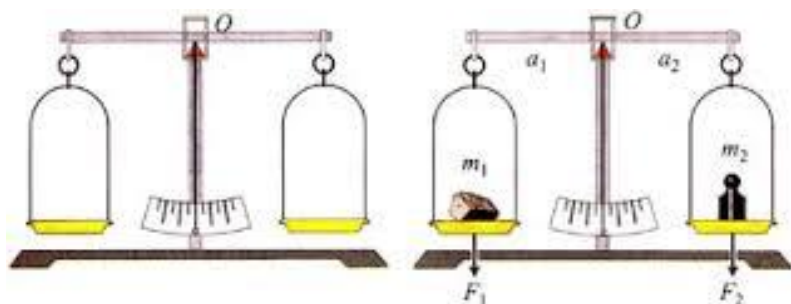


Pracovní list: Otáčivé účinky síly, páka 2

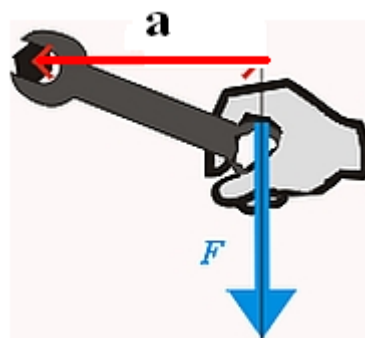
1. Vypočítej chybějící údaje:



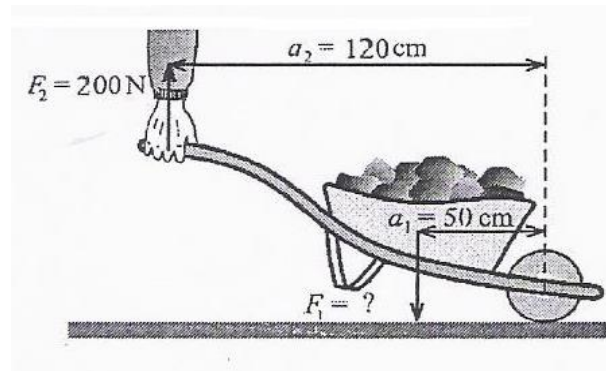
2. O jaký typ páky se jedná?



3. Na čem závisí otáčivý moment síly, jak se vypočítá a jaká je jeho jednotka?



4. Vypočítej, jakou hmotnost má kolečko s nákladem, které je znázorněno na obrázku. O jaký typ páky se jedná?



5. Moment síly udáváme v jednotce:

a) Newton

b) metr

c) kilogram

d) Newtonmetr

6. Jaký je rozdíl mezi pákou jednozvratnou a dvojzvratnou? Uveď konkrétní příklady k jednotlivým typům.

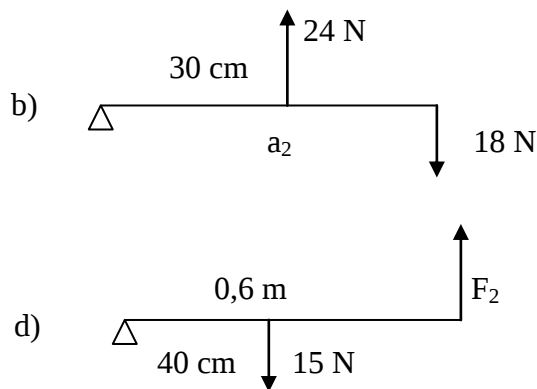
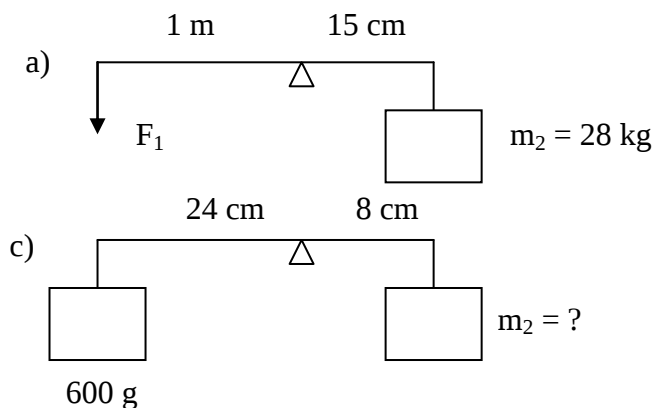
7. Rameno síly je:

- a) délka tyče
- b) vzdálenost konce tyče od osy
- c) vzdálenost působíště síly od osy
- d) místo podepření páky

8. Dveře zavíráte silou 6 N kolmou na plochu dveří v místě kliky. Kliky je od svislé osy otáčení dveří vzdálena 0,65 m. Jaký je moment síly vzhledem k ose otáčení? Jaký by byl, kdybyste stejnou silou na dveře působili ve vzdálenosti 0,2 m od osy otáčení?

9. Páka je v rovnovážné poloze, jsou-li stejné

10. Dopočítej chybějící údaje:



11. Páka je:

- a) vymyšlený výraz
- b) těleso otáčivé kolem volné osy
- c) těleso otáčivé kolem svislé osy
- d) těleso otáčivé kolem vodorovné osy

12. Dopočítej chybějící údaje u příkladů na výpočet momentu síly:

- | | | | |
|--|--|--------------------------------------|--------------------------------------|
| a) $F = 0,3 \text{ kN}$ | b) $F = 4 \text{ N}$ | c) $F = 35 \text{ N}$ | d) $a = 40 \text{ cm}$ |
| $a = 0,3 \text{ m}$ | $a = 20 \text{ cm}$ | $M = 7 \text{ N.m}$ | $M = 0,08 \text{ N.m}$ |
| <u>$M = ? (\text{N.m})$</u> | <u>$M = ? (\text{N.M})$</u> | <u>$a = ? (\text{m})$</u> | <u>$F = ? (\text{N})$</u> |

13. Dva chlapci se houpají na houpačce. První chlapec má hmotnost 20 kg a sedne si do vzdálenosti 1,4 m vlevo od osy otáčení. Druhý chlapec má hmotnost 14 kg a sedne si vpravo od osy otáčení. Kam si má sednout druhý chlapec aby byla houpačka v rovnováze ?

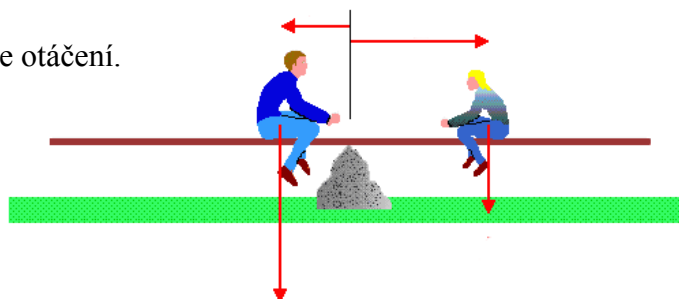
14. Jakou sílu vyvinou čelisti kleští, jestliže vzdálenost sevřeného předmětu od kloubu kleští je 1,4 cm a vzdálenost ruky od kloubu kleští je 16 cm. Ruka svírá kleště silou 5,6 N.

15. Kámen je zvedán sochorem. Hmotnost kamene je 60 kg, vzdálenost od opěrného bodu ke kameni je 20 cm. Délka sochoru je 1 m. Urči sílu, kterou působí ruka na sochor.

16. V jaké vzdálenosti od osy musíme na páce působit silou 50 N, abychom udrželi v rovnováze těleso o hmotnosti 100 kg zavěšené ve vzdálenosti 4 cm od osy?

17. Jak daleko od kloubu nůžek musíme vložit ocelový plech, je-li k jeho přestřížení zapotřebí síla 400 N. Síla, kterou působí ruka na nůžky ve vzdálenosti 50 cm od kloubu nůžek je 30 N.

18. Popiš obrázek a napiš, proč si chlapec sedl blíže k ose otáčení.

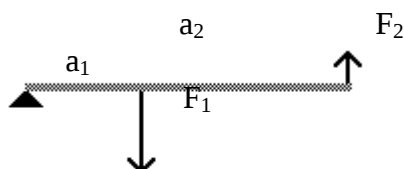


UŽITÍ PÁKY V PRAXI. ROVNORAMENNÉ VÁHY.

S pákou se setkáváme téměř všude, neboť je součástí mnoha strojů a zařízení. Páku používáme: ke zvedání těles, při veslování, otvírání plechovek, stříhání, otvírání lahví, posilování,

Zatím jsme pracovali s pákou, na kterou působily dvě síly, přitom každá byla na jiné straně – **páka dvojzvrtná.**

Teď se podíváme na jiný typ – obě síly budou působit na jeden konec páky – **páka jednozvrtná.**



Aby byla páka v rovnováze musí platit:

- každá působí jiným směrem
- větší je blíže k ose otáčení

S tímto případem se setkáme např. u koleček, otvírák, louskáček, ...

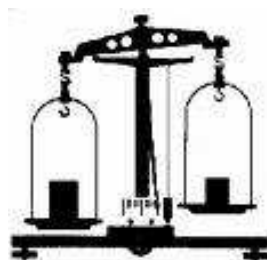


I v tomto případě platí stejná rovnice pro rovnováhu páky:

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

Rovnováha na páce je závislá na délce ramene síly.

Pokud jsou obě ramena stejně dlouhá, mluvíme o rovnoramenné páce. Rovnoramenná páka je v rovnováze, jestliže na její ramena působí stejně velké síly. Otáčivé účinky síly závisí na délce ramene.

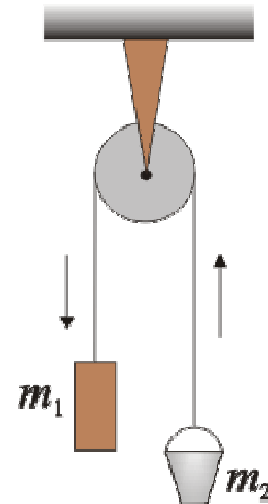
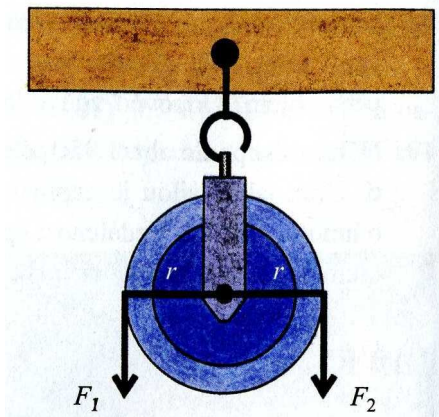


Pokud nejsou ramena stejně dlouhá, mluvíme o nerovnoramenné páce.

KLADKY.

Další příklad tělesa otáčivého kolem pevné osy je kladka.

a) Pevná kladka – kotouč otáčivý kolem pevné vodorovné osy, na obvodě má žlábek pro lano.



Pevná kladka je v rovnovážné poloze, pokud na oba konce lan působí stejně velké síly.

tj. $F_1 = F_2$

Odvození: pomocí momentu sil, neboť ty musí být stejně velké.

$$M_1 = M_2 \quad \text{přitom } a_1 = a_2 = r \text{ (poloměr kotouče)}$$

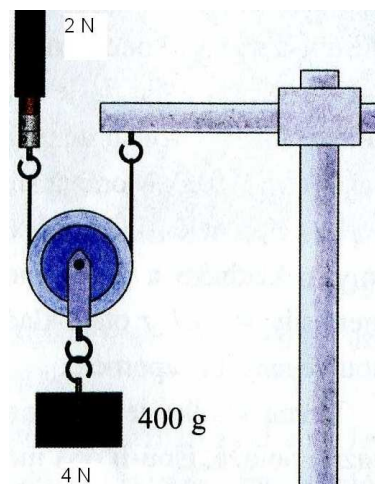
$$F_1 \cdot r = F_2 \cdot r$$

$$F_1 = F_2$$

Výhoda pevné kladky je pouze v tom, že usnadňuje manipulaci s břemenem – táhnout za provaz směrem dolů je snazší než zvedat břemeno přímo vzhůru.

b) Volná kladka

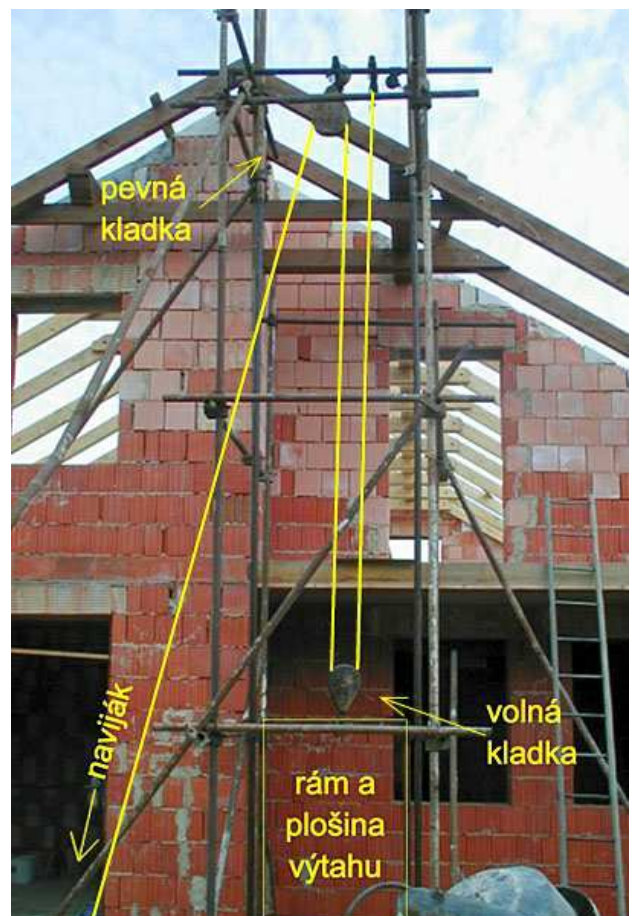
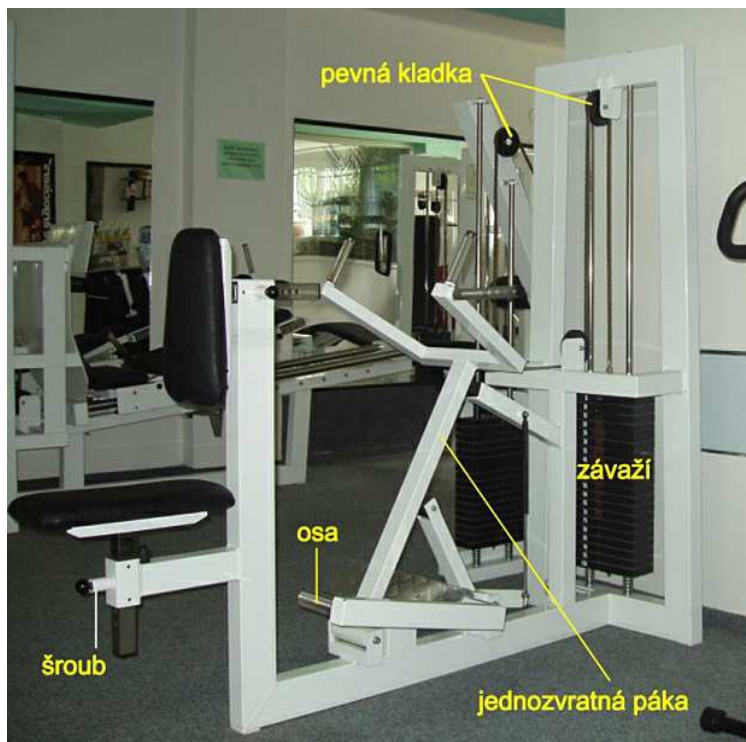
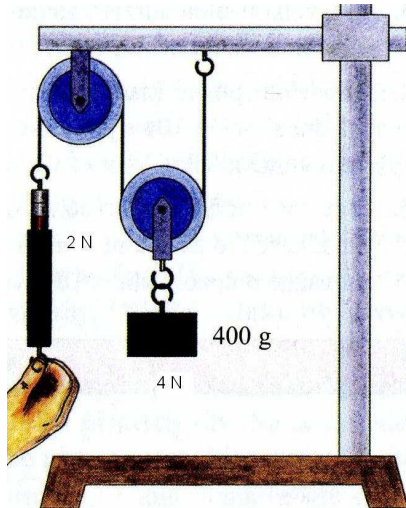
Volná kladka je v rovnovážné poloze, když na volný konec lana působíme silou poloviční velikosti, než je gravitační síla působící na zvedaný náklad.



c) Kladkostroj

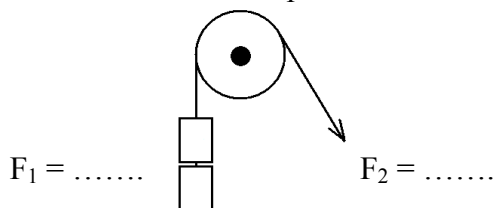
Pokud volný konec lana volné kladky povedeme přes pevnou kladku, budeme táhnout **poloviční silou**. Takové zařízení se nazývá kladkostroj.

V praxi se používají kladkostroje složené z několika pevných a volných kladek, což umožní zvedat náklady ještě menší silou než při použití jednoduchého kladkostroje.

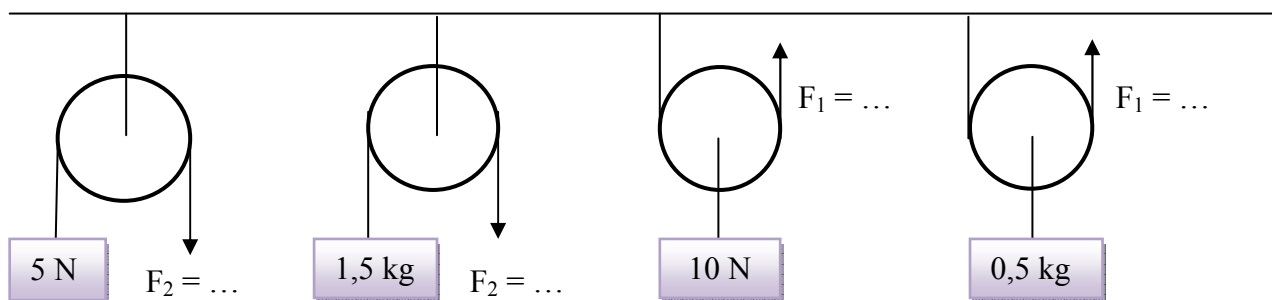


Pracovní list: Kladka

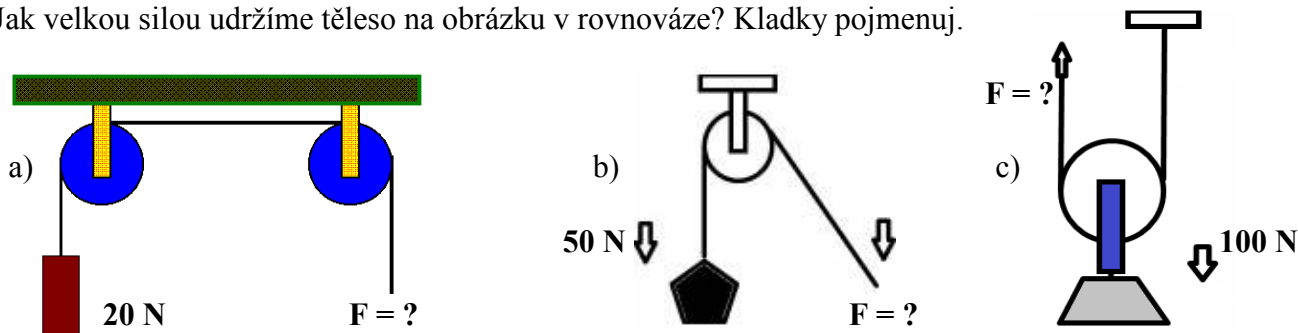
1. Jak se na jednoduché kladce změní síla potřebná ke zvednutí závaží o hmotnosti 200 g?



2. Zjisti podle obrázků velikosti sil působící při zvedání těles a napiš, o jaký typ kladky se jedná.



3. Jak velkou silou udržíme těleso na obrázku v rovnováze? Kladky pojmenuj.



4. Na pevné kladce v její rovnovážné poloze byl na laně balík o hmotnosti 24 kg. Jak velká síla působila na volný konec lana? Jak velká síla by působila, kdybychom použili ke zvedání volnou kladku?

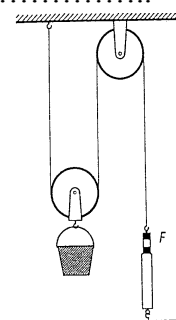
5. Lano pevné kladky se přetrhne působením síly 250 N. Jakou největší hmotnost může mít těleso zvedané pomocí pevné kladky?



6. Pevná kladka je v rovnovážné poloze, pokud na oba konce lan působí síly.

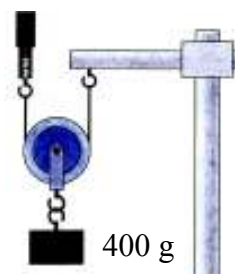
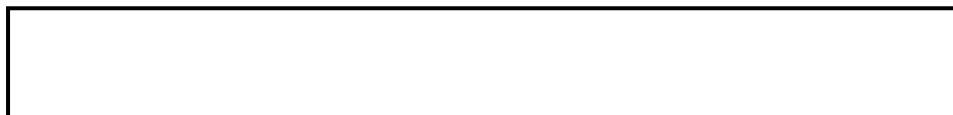
7. Spojením jedné pevné kladky a jedné volné kladky vzniká jednoduchý

8. Jakou sílu bychom naměřili na siloměru, jestliže má kbelík hmotnost 25 kg?
O jaký typ kladky se jedná?

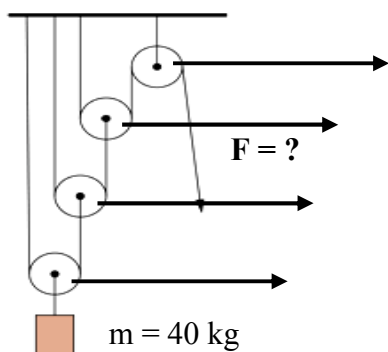


9. Jak velkou silou udržíš v rovnováze pytel brambor na volné kladce?

10. Doplníš do obrázku velikosti sil a napiš, o jaký typ kladky se jedná.



11. Na obrázku je **Archimédův kladkostroj**. Jaké typy kladek v něm jsou?



$F = \dots\dots\dots$

Kdo to byl Archimédes?



12. U **pevné kladky** je rameno břemena a rameno síly **stejně** / **různě** dlouhé, tíha břemena a zvedající síla mají **stejnou** / **různou** velikost i směr. Pevná kladka je tedy v rovnovážné poloze, když na obou koncích lana působí síly. Na volné kladce se síla na jedné straně kladky rovná síly na druhé straně kladky.

13. Těleso zavěšené na laně vedeném přes pevnou kladku udržuješ v rovnovážné poloze tím, že volný konec lana táhneš svisle dolů. Jakou největší hmotnost může mít těleso, které takto udržíš v rovnovážné poloze?

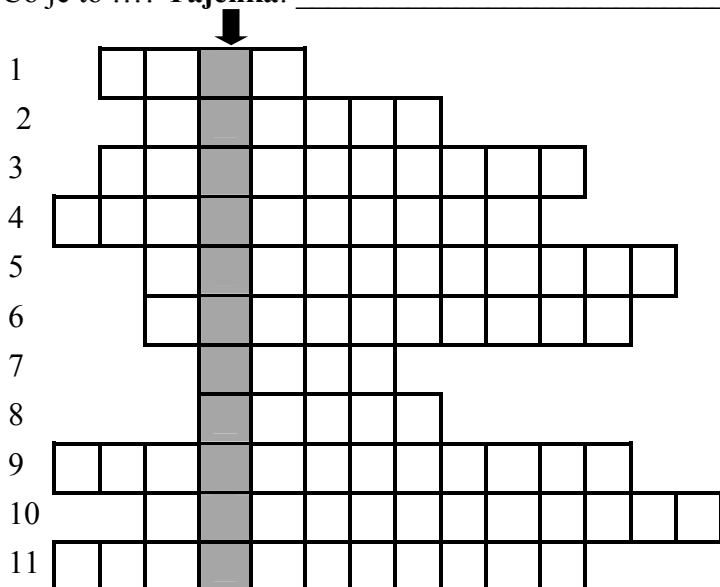
14. Jakou silou zvedáme kbelík o hmotnosti 20 kg pomocí pevné a volné kladky? Nakresli obrázky a vypočítej.



15. Jak velkou silou udržíš v rovnováze pytel brambor na volné kladce?

16. Při použití volné kladky táhneme **větší** / **menší** silou než u kladky pevné. Nevýhodou volné kladky je, že za lano táhneme směrem **nahoru** / **dolu**. Jak bychom to mohli změnit?

17. Co je to ...? **Tajenka:** _____

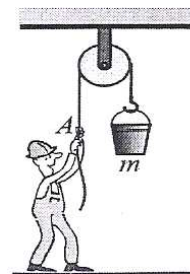


1. tyč otáčivá kolem pevné vodorovné osy
2. jednoduchý stroj, jehož hlavní částí je kolečko a lano
3. síla, kterou jsou tělesa přitahována k Zemi
4. síly, které působí proti pohybu těles, se nazývají ...
5. Který NPZ zde platí?
6. otáčivé účinky síly popisuje veličina
7. tuto veličinu vypočítáme: ... krát rameno.
8. pohybuje-li se těleso po podložce, proti jeho pohybu působí tzv. ... síla
9. 1 NPZ je zákon ...
10. typ páky, která má stejně dlouhá ramena
11. typ páky, na kterou působí síly na obou stranách páky



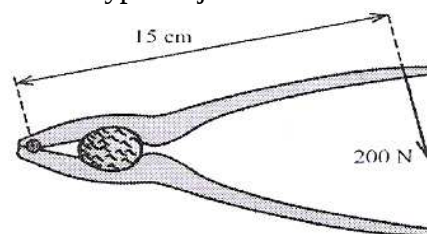
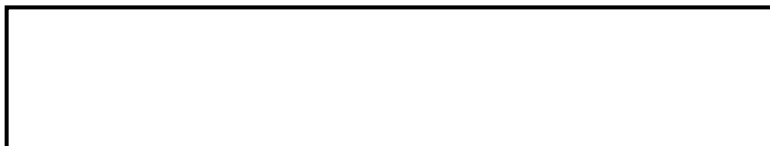
Pracovní list: Opakování - páka, kladka

1. Zedník o hmotnosti 90 kg udržuje kbelík s maltou o hmotnosti 25 kg v rovnovážné poloze na laně vedeném přes pevnou kladku. Jak velkou silou působí zedník na lano v bodě A?



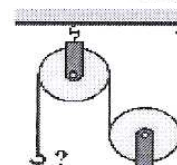
.....

2. Petr louská ořechy pomocí louskáčku, který je znázorněn na obrázku. Vypočítej velikost momentu síly, kterým Petr působí na ořech.

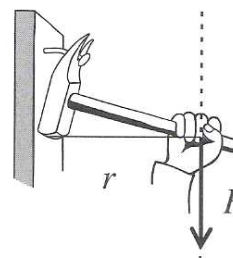


3. Na obrázku je znázorněn jednoduchý Jak velkou silou udržíš v rovnováze závaží, když víš, že jedno závaží má hmotnost 50 g?

.....



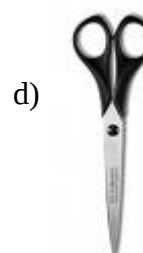
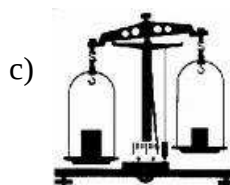
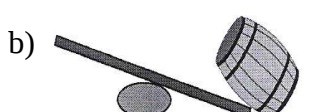
4. Vypočítej moment síly, který vyvíjí ruka na obrázku, když působí na násadu kladiva silou 50 N a rameno síly je 30 cm.



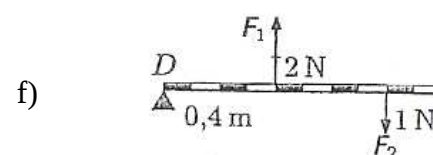
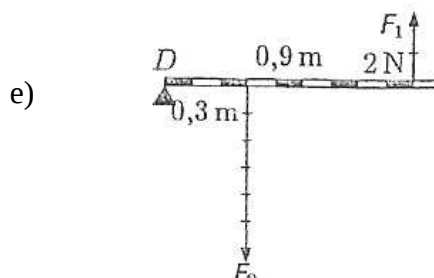
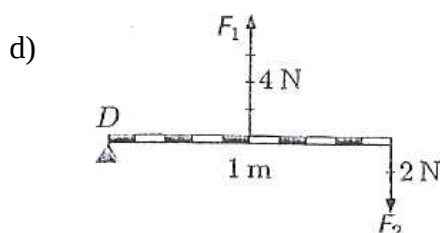
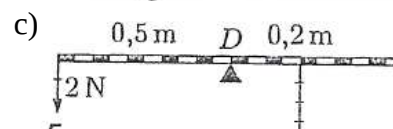
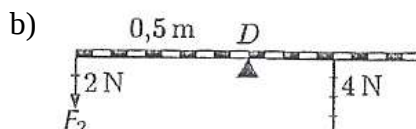
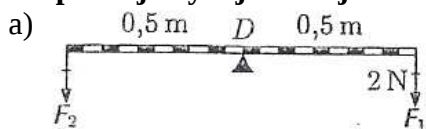
5. Lano pevné kladky se přetrhne působením síly 5 000 N. Jakou největší hmotnost může mít těleso zvedané pomocí pevné kladky?

.....

6. Napiš, o jaký typ páky se jedná:



7. Dopočítej chybějící údaj:



8. Jak velkou silou zvedneme na volné kladce těleso o hmotnosti 75 kg? (Hmotnost kladky zanedbáme.)

9. Pevná kladka je:

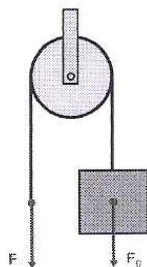
- a) kotouč, na jehož obvodu je žlábek, do kterého se vkládá lanko
- b) páka, na jejímž obvodu je žlábek, do kterého se vkládá lanko
- c) kotouč, v jehož středu je žlábek, do kterého se vkládá lanko

10. Rovnoramenná váha je:

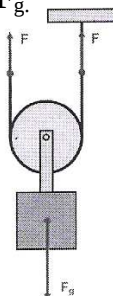
- a) páka, která má různě velká ramena a stejné působící síly
- b) páka, která má stejně velká ramena a různě působící síly
- c) páka, která má stejně velká ramena i stejné působící síly

10. Napiš typ kladky a napiš, co platí pro síly F a F_g .

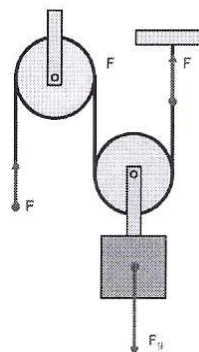
a)



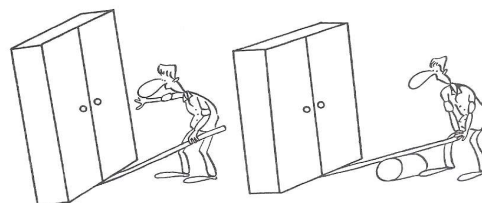
b)



c)



11. Vysvětli rozdílné užití páky při zvedání skříně:



12. Jakou silou působí skokanské prkno na upevnění, na jehož konci stojí chlapec o hmotnosti 50 kg. Prkno je dlouhé 3,70 m a je podepřeno ve vzdálenosti 1,20 m od upevnění.

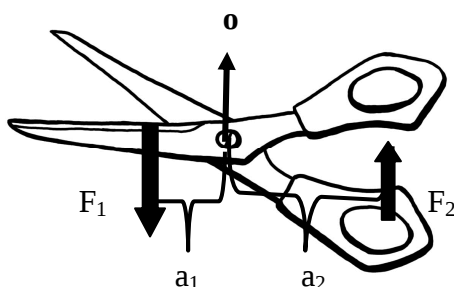
13. Ve větách jsou skryté pojmy z kapitoly: Otáčivé účinky síly. Najdi je, vylušti tajenku a pojem definuj. První číslice je pořadí věty, druhá pořadí písmena ve výrazu.

- 1) Tento příklad Karel spočítal správně.
- 2) Adélka houpá Kačenku v kočárku.
- 3) Maminka prosí Ladu o pomoc s mytím nádobí.
- 4) Když budeš roubík dávat správně, určitě bude držet.
- 5) Rob řemen opotřeboval a musel koupit nový.
- 6) Kámo, mentolové bonbony opravdu nemám rád.
- 7) Petr se lekl injekce a utekl.
- 8) Tatínek oloupal jablka na jablkový závin.
- 9) Uhodil jsem se do ramen, och to bolí.
- 10) Musím jít do samoobsluhy pro nákup.

7/1	8/3	9/2	1/4	2/3	5/7	3/1	6/6	4/2	10/1	
										j

Definice: _____

14.



$$F_1 = 20 \text{ N}$$

$$F_2 = 5 \text{ N}$$

$$a_2 = 20 \text{ cm}$$

$$a_1 = ?$$