

Tření a odpor prostředí

Pohybové zákony (viz předcházející kapitoly) platí všude kolem nás nezávisle na lidech.

? Jak vysvětlíte, že cyklista pohybující se pouze setrvačností po vodorovné cestě se bez vlastního přičinění zastaví?

U V průběhu času se rychlost cyklisty zmenšuje až na nulovou hodnotu. To je bezesporu důsledek působení určité síly působící na cyklistu. Jakým směrem působí? Brzdí pohyb, působí tedy proti jeho směru.

? Proč po skluzavce toboganu v akvacentru teče voda?

U Vrstva vody mezi povrchem skluzavky a tělem člověka výrazně zmenší brzdící účinky sil působících proti směru klouzání (voda vyrovnává většinu drobných nerovností na povrchu zúčastněných těles).

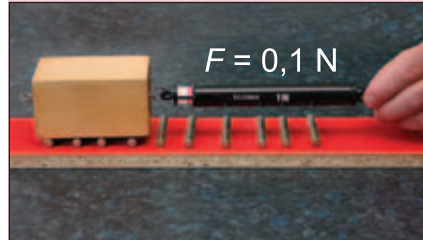
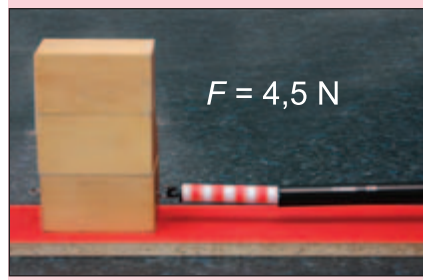
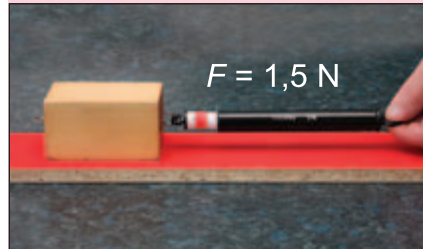
Při pohybu těles působí proti směru pohybu třecí síly, které pohyb brzdí. Je to fyzikální jev - **tření**.

P1 Hranol o hmotnosti 250 g suneme po vodorovném povrchu. Síla F , která je v rovnováze s třecí silou, zajistí pohyb rovnoměrný. Tahovou sílu F měříme siloměrem. Stejně velká je i třecí síla F_t .
3 hranoly mají hmotnost 750 g $\rightarrow F_t = ?$ N

P2 Provedeme obdobný pokus, ale pod kvádr vložíme válečky. K zajištění rovnoměrného pohybu hranolu postačí síla výrazně menší.

Budeme rozlišovat **tření smykové** a **valivý odpor**.

Navrhněte způsob, jak ovlivnit velikost třecí síly při posouvání těles po podložce. Zvažte, kdy je potřeba třecí sílu zvětšit a kdy naopak zmenšit. Svoje návrhy zaznamenejte (viz stěhování bedny).



P3 Hranol, jehož stěny jsou polepeny materiály o rozdílné kvalitě povrchu, suneme po odlišných podložkách. Zaznamenejte kvalitu třecích ploch, změřte a запиšte velikost třecí síly.

P4 Při stejném povrchu třecích ploch provedeme pokus s jedním, dvěma, třemi hranoly na sobě. Jak se změní velikost třecí síly?

P5 Dva tři hranoly táhneme za sebou. Porovnejme velikost třecí síly v P4 v P5.

Velikost třecí síly ovlivní kvalita povrchu styčných ploch i velikost tlakové síly na podložku. Nezávisí na velikosti třecích ploch.

Nahradíme-li tření smykové valivým odporem, výrazně se zmenší třecí síly. K tomu slouží v nejrůznějších zařízeních a strojích **valivá ložiska**.

C Kde najdete na svém jízdním kole ložiska a jak o ně pečujete?

? Nerovný závod sedmáků: Kdo rychleji překoná vzdálenost 25 metrů? Jan, který běží po okraji bazénu, nebo Karel, který se pohybuje po pás ve vodě? Kterého z nich brzdí větší odporová síla?

Šíp vystřelený vodorovným směrem nakonec spadne na zem. Jak se mění rychlost jeho pohybu? Zdůvodněte.

Oba uvedené příklady dokumentují existenci brzdící síly, kterou okolní prostředí působí na pohybující se tělesa - **odpor prostředí**.

Porovnejte tvar těla zvířat, která se v přírodě pohybují rozdílnou rychlostí. Podobně se liší tvar vozidel určených pro rychlou a pomalejší jízdu. Člověk se učí od přírody. Velmi výhodný tvar pro pohyb ve vzduchu má kapka vody, je to **tvar aerodynamický** (kapkovitý).

? Problémová krabice: Odstraníte-li zátěž z kroužku, krabice spadne. Co je uvnitř krabice?



Vyrobte si zajímavou krabici od zápalek.



Otáčivá tělesa – moment síly

Působením síly můžeme uvést těleso i do otáčivého pohybu – např. otvírání dveří nebo okna, otočení klíče v zámku, utahování matice nebo šroubu ap.

P1 Červenobílý kotouč má pevnou osu otáčení O . Působením síly $F = 1\text{ N}$ se otočí proti směru hodinových ručků (v kladném smyslu). V určité poloze se však zastaví. Proč se neotáčí dál, když síla F na čep působí stále?

P2 Zavěsíme na kotouč dvě závaží (100 g a 200 g). Samotné první závaží by otočilo kotoučem v kladném smyslu, druhé samotné opačně ve smyslu záporném. Jak se kotouč otočí, působí-li na něj obě síly současně? Provedením pokusu zjistíte, že „vyhrála“ síla menší, ta má na kotouč větší otáčivé účinky. Víte proč?

P3 Na kotouč působí síla F velikosti 3 N. Ten se v dané poloze neotočí - otáčivé účinky síly F jsou nulové. Poznali jste, čím to je?

Správně jste usoudili, že míra otáčivých účinků na těleso je dána nejen velikostí síly, ale i její vzdáleností od osy otáčení.

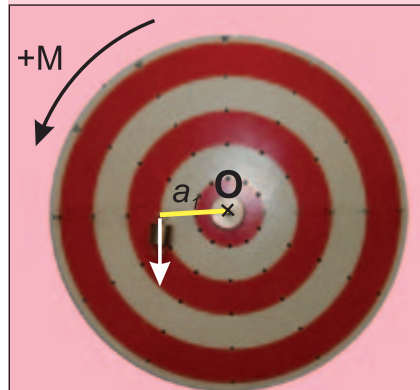
Vyjádříme to veličinou **moment síly M vzhledem k ose otáčení**:

- Kolmou vzdálenost síly od osy otáčení nazveme ramenem síly a (měříme v délkových jednotkách, např. v metrech, vždy na kolmici k přímkce proložené silou F).
- Velikost síly F měříme v newtonech.

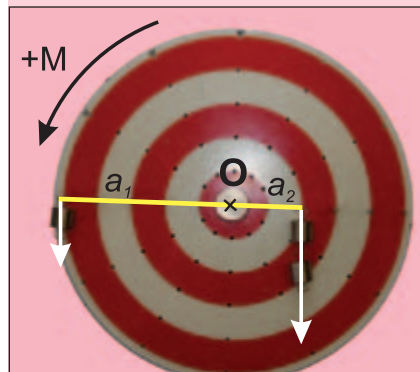
Součin velikosti síly F a jejího ramena a určí velikost momentu síly M (měříme v newtonmetrech Nm).

Stručný zápis: $M = F \cdot a$

Př	$a = 25\text{ cm} = 0,25\text{ m}$	$M = F \cdot a$
	$F = 7\text{ N}$	$M = 0,25 \cdot 7\text{ Nm}$
	$M = ?\text{ Nm}$	$M = 1,75\text{ Nm} \doteq 1,8\text{ Nm}$



$$F_1 = 1\text{ N} \quad a_1 = 2\text{ j}$$



$$F_1 = 1\text{ N} \quad F_2 = 2\text{ N}$$

$$a_1 = 5\text{ j} \quad a_2 = 2\text{ j}$$

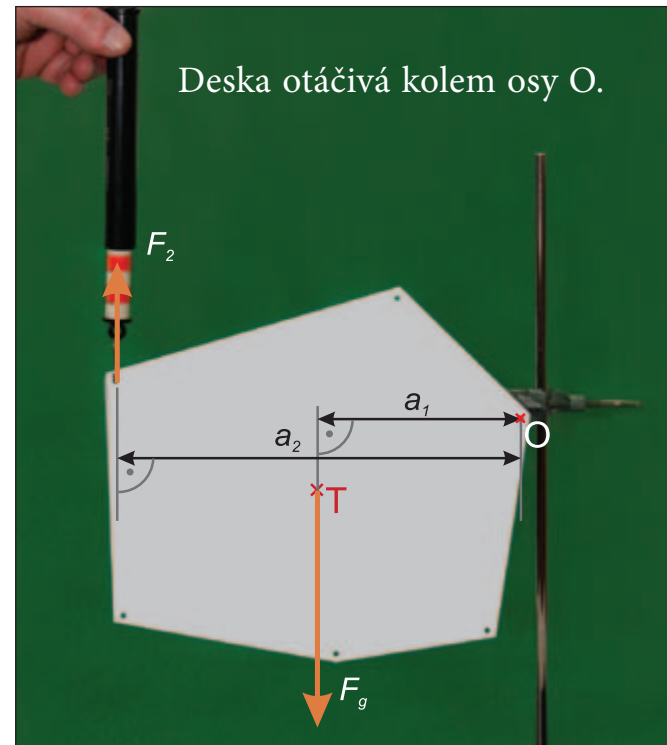
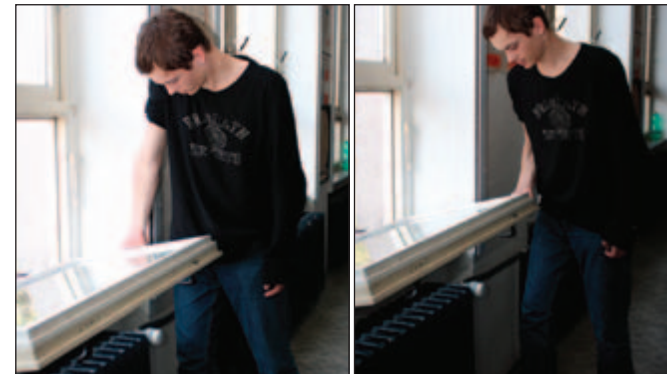


Pomocí momentů sil snadno zdůvodníme své správné odpovědi v pokusech P1, P2 i P3.

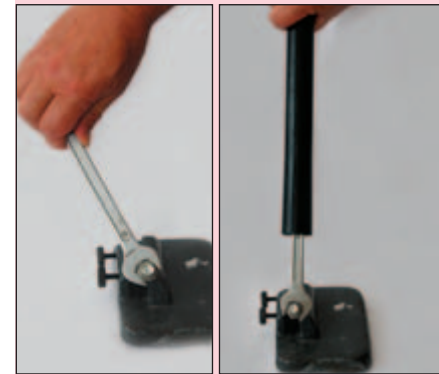
Poznámka: Pokud má rameno síly a nulovou velikost, je moment této síly nulový – síla nemá na těleso otáčivé účinky!

P1 Porovnejte obrázky - zavírání okna
- utahování matice
- otevírání brány

Najděte rozdíly a vyhodnoťte je.



Příklady otáčivých těles:



Páky

V praxi se často setkáváme s tělesy otáčivými kolem osy, která mají tvar tyče, trubky apod. – nazýváme je **páky**.

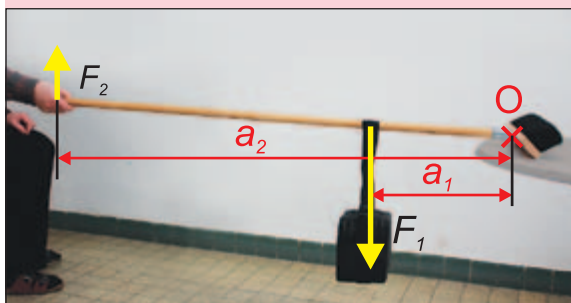
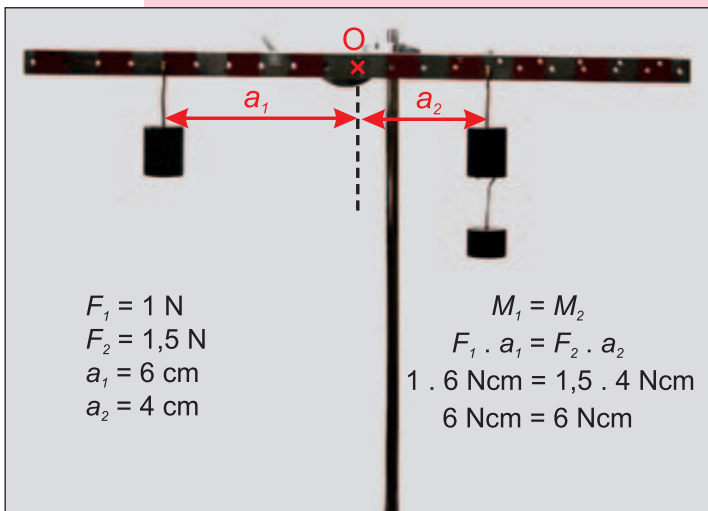
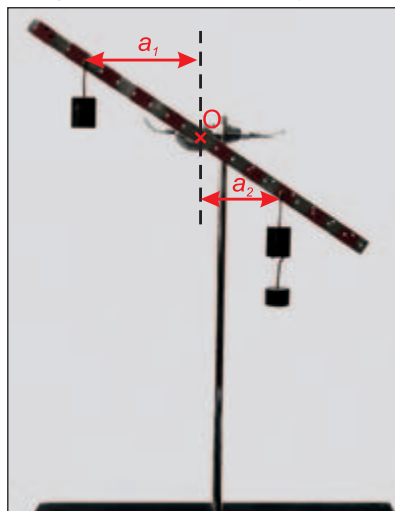
Příkladem páky je dětská houpačka.

Za jakých podmínek nastala rovnováha na houpačce? Vysvětlete podle obrázků.

Rovnováha na páce (houpačce) nastane, mají-li obě síly na ni působící otáčivé účinky stejně velké (v navzájem opačném smyslu), tj. velikosti momentů obou sil se rovnají.

Stručný zápis: $M_1 = M_2$
 $F_1 \cdot a_1 = F_2 \cdot a_2$

Momenty sil počítáme v Nm. Na modelu páky můžeme zvolit i jednotku Ncm.



Př. 1 Brašna zavěšená na násadě smetáku ve vzdálenosti 50 cm od osy otáčení váží 12 kg. Jakou silou musíme působit vzhůru na jednom konci smetáku, aby zůstal v rovnovážné poloze? Druhý konec je opřen o stůl. Délka celé násady smetáku je 1,5 m.

Řešení – zápis:

$$m_1 = 12 \text{ kg} \quad M_1 = M_2$$

$$F_1 = 120 \text{ N} \quad F_1 \cdot a_1 = F_2 \cdot a_2$$

$$a_1 = 0,5 \text{ m} \quad 120 \cdot 0,5 \text{ Nm} = F_2 \cdot 1,5 \text{ Nm}$$

$$\underline{a_2 = 1,5 \text{ m}} \quad F_2 = (120 \cdot 0,5) : 1,5 \text{ N}$$

$$F_2 = ? \text{ N} \quad \underline{F_2 = 40 \text{ N}}$$

Rovnováhu udržíme silou velikosti pouhých 40 N.

- Proč je potřebná síla právě 3x menší než tíha brašny?

Poznámka: Uvedená páka - smeták - má působíště obou sil na jedné straně od osy otáčení.

Úlohu se smetákem (tyčí) zopakujte doma a řádně ji zaznamenejte!

U1 V úlohách o páce porovnejte:

- poměr velikosti sil na páku působících,
- poměr délky příslušných ramen.

V hodinách matematiky jste se už setkali s podobným problémem při nepřímé úměrnosti. Kolikrát je síla F_1 větší než F_2 , tolikrát je rameno a_1 menší než a_2 a naopak.

U2 Honza má hmotnost 45 kg a Václav jen 30 kg. V jaké vzdálenosti od osy otáčení houpačky si sednou, aby houpačka zůstala vodorovně? Osa otáčení je uprostřed houpačky.

- úlohu vyřešíme téměř z paměti: poměr sil je $450 : 300 = 3 : 2$

Poměr příslušných ramen je tedy $2 : 3$. Řešením je např.: $a_1 = 1 \text{ m}$ $a_2 = 1,5 \text{ m}$.

- Najdeš další možná řešení?
- Uvažuj o celkové délce houpačky.

Podle obrázků určete osy otáčení páky. Rozlište, mají-li osu otáčení mezi působíšti obou sil, nebo jen na jedné straně. Proveďte schematický náčrt s příslušnými veličinami.

