

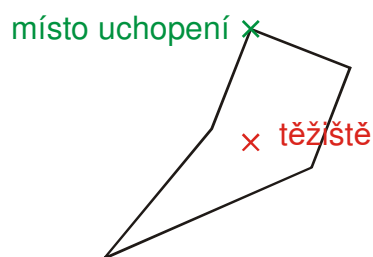
2.5.6 Stabilita

Předpoklady: 020505

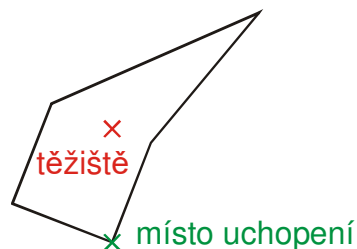
Pomůcky: válcové závaží 100 g, podložky s různým koeficientem tření

Když jsme v minulé hodině prováděli pokusy s ústřížkem, ústřížek se mezi prsty vždy natočil stejným způsobem do stejné polohy. V této poloze, ve které samovolně zůstával, byla nulová jak výsledná síla tak výsledný moment všech sil, které na ústřížek působily. Takové poloze říkáme **stálá (stabilní) rovnovážná poloha** (předmět je v ní v rovnováze a samovolně se do ní při malém vychýlení vrací).

Rovnovážná poloha stálá (stabilní)



Př. 1: Kromě rovnovážné polohy, do které se ústřížek samovolně překlápěl, existuje (spíše teoreticky) ještě jedna rovnovážná poloha ústřížku drženého mezi prsty. Jaká? Proč při reálných pokusech v této poloze ústřížek nedrží?



Rovnovážná poloha vznikne i v případě, že výstřížek ze stálé rovnovážné polohy otočíme o 180° . Těžiště pak bude přesně nad místem uchopení.

V reálných pokusech v této poloze ústřížek nedrží, protože při sebemenším vychýlení se ústřížek převrátí do stálé rovnovážné polohy.

Takové rovnovážné poloze říkáme vratká (labilní) rovnovážná poloha. Pokud chceme předmět umístit tak, aby nespádl, nemá labilní poloha praktický význam (i nejslabší vánek by předmět z rovnovážné polohy shodil).

Př. 2: Sleduj učitele, jak se snaží udržet koště na špičce prstu. Proč je to tak obtížné? Jak bychom museli koště držet, aby to bylo jednoduché?

Balancování s koštětem je obtížné, protože se snažím ho udržet ve vratké rovnovážné poloze $\Rightarrow$ koště z ní neustále padá $\Rightarrow$ musíme neustále měnit místo, kde koště podpíráme a strkat místo podpírání pod těžiště.

Snadné je udržet koště ve stabilní rovnovážné poloze (s těžištěm pod místem uchycení (v tomto případě je koště fakticky zavěšené)).

Př. 3: Najdi příklad, kdy člověk setrvává v labilní rovnovážné poloze. Co mu pomáhá z ní nespadnout?

V téměř labilní poloze setrváváme například při jízdě na kole. Na stojícím kole rychle spadneme $\Rightarrow$ udržet rovnováhu nám pomáhá:

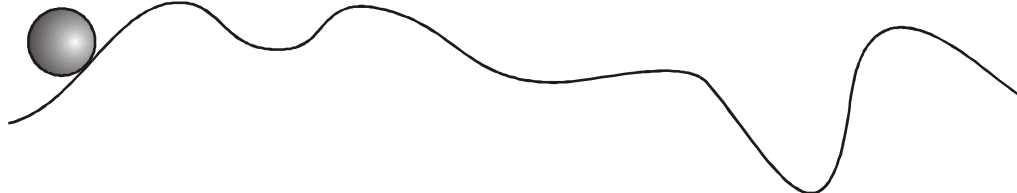
- rotace kol (kola nechťejí změnit směr otáčení a tím brání pádu, při kterém by se směr otáčení změnil),
- pohyb kupředu nám umožňuje neustále měnit místo, kde se podepíráme, jako pohyb ruky umožňoval balancovat s koštětem.

Pokud na kole nejedeme, bez vnější opory se neudržíme (závodníci v těchto disciplínách udržují rovnováhu neustálým poskakováním s kolem, které jim umožňuje neustále měnit místo, kde jsou podepření).

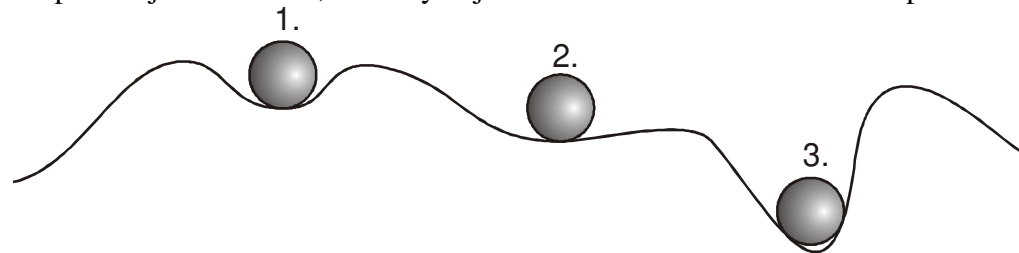
Př. 4: Vysvětli, proč se vidličková konstrukce stojí na špičce jehly a nepadá.

Vidličky v konstrukci směřují dolů a jsou daleko těžší než korek $\Rightarrow$ těžiště celé konstrukce je pod špičkou jehly, na které konstrukce stojí $\Rightarrow$ těžiště je pod bodem podepření $\Rightarrow$ konstrukce nestojí na špičce v labilní poloze, ale je zavěšená ve stabilní rovnovážné poloze (a tudíž se po vychýlení vrátí zpět).

Př. 5: Na obrázku je nakreslený profil. Ve kterých místech je kulička ve stabilní rovnovážné poloze? Jsou všechny tyto polohy stejně dobré (stejně stabilní)? Která z nich je nejstabilnější? Která nejméně stabilní? Proč? Co bychom mohli považovat za míru stability rovnovážné polohy?



Na profilu jsou tři místa, ve kterých je kulička ve stabilní rovnovážné poloze.



Nejstabilnější polohou je poloha 3, nejméně stabilní je poloha 2. U polohy 2 stačí malé postrčení a kulička se odkutálí jinam, naopak v místě 3 je třeba do kuličky hodně strčit.

Mírou stability by mohla být námaha nutná k přemístění kuličky z rovnovážné polohy.

Dodatek: Náhradou námahy je ve fyzice práce nebo energie, proto se říká, že stabilita odpovídá práci, kterou musíme vykonat, abychom předmět z rovnovážné polohy dostali.

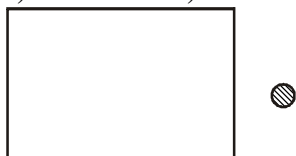
Př. 6: Do kolika rovnovážných poloh můžeme položit kvádr na lavici. Která z nich je nejstabilnější? Co se musí stát, aby se kvádr překlátil do jiné rovnovážné polohy?

Kvádr můžeme položit do tří rovnovážných poloh (kvádr má tři různé stěny). Nejstabilnější je poloha, při které kvádr stojí na největší stěně.

Do jiné rovnovážné polohy musíme kostku překlát přes jednu z hran (v jednom okamžiku se těžiště dostane nad hranu, o kterou se kvádr v tomto okamžiku opírá.

Př. 7: Na obrázku je deska stolu a jedna noha (pohled shora). Jakým způsobem můžeme desku podepřít pokud máme k dispozici:

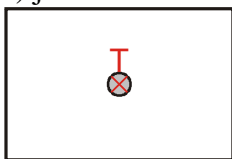
- a) 1 b) 2 c) 3 d) 4 nohy?



Jak umístit čtyři nohy stolu tak, aby byl nejstabilnější?

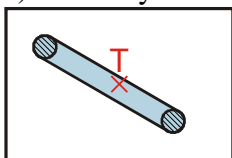
Ve všech případech platí, že těžiště stolu musí být podloženo buď přímo jednou z nohou nebo více nohami (když se nachází "mezi nimi").

a) jedna noha



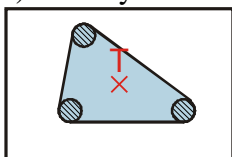
Těžiště stolu musí být přímo nad nohou.

b) dvě nohy



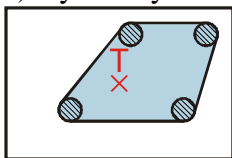
Těžiště stolu může být nad modře vybarvenou plochou mezi nohami.

c) tři nohy



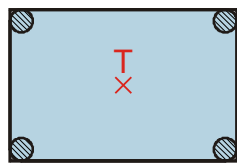
Těžiště stolu může být nad modře vybarvenou plochou mezi nohami.

d) čtyři nohy



Těžiště stolu může být nad modře vybarvenou plochou mezi nohami.

Nejvýhodnější je umístit nohy do čtyř rohů stolu. Těžiště stolu tak může být kdekoliv na jeho desce.



Př. 8: Proč má laboratorní stojan širokou základnu z kovu?

Široká základna - velká plocha, nad kterou může být těžiště zavěšeného předmětu.
Kovová základna - kov je těžký, proto ovlivňuje společné těžiště zavěšeného předmětu a stojanu, které musí být nad základnou.

Př. 9: Člověk, který nese kýbl plný vody, se naklání na stranu. Na kterou? Proč?

Naklání se na opačnou stranu než ve které má kýbl, jinak by těžký kýbl s vodou posunul jeho těžiště příliš do strany.

Př. 10: Stoupni si levým ramenem těsně ke stěně a zvedni pravou nohu. Co se děje? Proč?
Co se stane, když zvedneš levou nohu? Proč?

Zvednutí pravé nohy $\Rightarrow$ padáme doprava ode zdi. Nejsme podepřeni pod těžištěm (těžiště je mezi nohama, stojíme pouze na levé) $\Rightarrow$ působí na nás nenulový moment síly $\Rightarrow$ začneme se otáčet (a padat).

Zvednutí levé nohy $\Rightarrow$ nic se neděje. Ve skutečnosti je situace skoro stejná jako v předchozím bodu. Padáme doleva ke zdi. Nejsme podepřeni pod těžištěm (těžiště je mezi nohama, stojíme pouze na levé) $\Rightarrow$ působí na nás nenulový moment síly $\Rightarrow$ začneme se otáčet (a padat). Protože ihned narazíme na stěnu, která na nás ihned začne působit silou a tím moment vyrovná, pád se ihned zastaví.

Př. 11: Jak se změní Tvůj postoj, když neseš na zádech velmi těžký batoh? Proč?

Podobná situace jako u nošení vody. Snažíme se udržet těžiště (společné těžiště nás a batohu) na normálním místě $\Rightarrow$ batoh vzadu na zádech vyrovnáme tím, že se nakloníme dopředu.

Př. 12: Člověk s velkým pivním břichem (člověk pivní neboli homo cervisiam) také nechodí zcela vzpřímeně. Proč?

Opačná situace než v minulém bodě. Velké břicho posunuje těžiště dopředu $\Rightarrow$ homo cervisiam se musí zaklonit, aby změnu vyrovnal.

Shrnutí: