Rovnovážná poloha, stabilita tělesa

Rovnovážná poloha tělesa
Aby bylo těleso v rovnovážné poloze, musí být splněny podmínky rovnováhy:
1) výslednice všech sil, které na těleso působí, je nulová = **silová rovnováha**

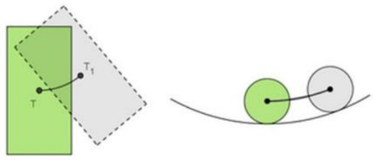
$$\boldsymbol{F} = \boldsymbol{F_1} + \boldsymbol{F_2} + \dots + \boldsymbol{F_n} = 0$$

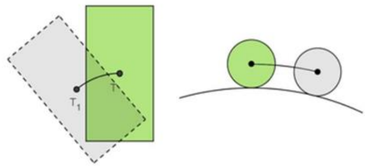
2) výsledný moment sil působících na těleso je nulový = **momentová rovnováha**

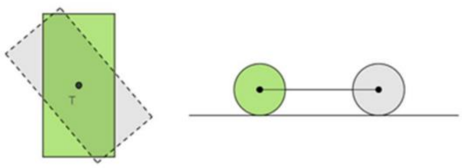
$$\boldsymbol{M} = \boldsymbol{M}_1 + \boldsymbol{M}_2 + \dots + \boldsymbol{M}_{\mathrm{n}} = 0$$

Rovnovážná poloha

- **stabilní** (stálá) – těleso se po vychýlení vrací zpět do rovnovážné polohy
- **labilní** (vratká) – po vychýlení z rovnovážné polohy se výchylka dále zvětšuje, těleso se do rovnovážné polohy samo nevrací
- **indiferentní** (volná) – těleso po vychýlení z rovnováhy zůstává v nové poloze, výchylka se nezvětšuje ani nezmenšuje, těleso je opět v rovnovážné poloze





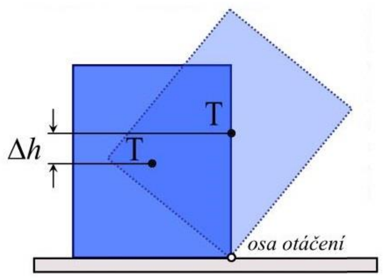


Stabilita tuhého tělesa

Těleso podepřené na ploše je ve stabilní (stálé) rovnovážné poloze.

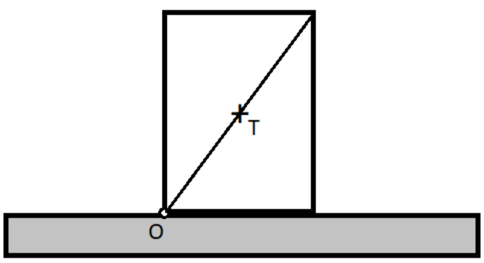
Stabilitu tělesa určuje **práce**, kterou musíme vykonat, abychom těleso přemístili ze stabilní rovnovážné polohy do polohy labilní (vratké).

W = m g Δh



Příklad 1:
Homogenní kvádr o hmotnosti m = 16 kg.
Abychom kvádr na obrázku uvedli ze stabilní rovnovážné polohy do polohy labilní, musíme jej překlopit tak, aby těžnice procházela právě hranou, okolo níž kvádr otáčíme.

Rozměry kvádru – šířka a = 30 cm, výška b = 40 cm, hloubka c = 15 cm (hloubka je v tomto případě libovolná).



Ve stabilní poloze je výška těžiště nad plochou podložky v polovině výšky kvádru.

$h_1 = b/2 \Rightarrow h_1 = 0{,}2$ m

V labilní poloze je pak výška těžiště v polovině úhlopříčky stěny tvořené výškou a šířkou.

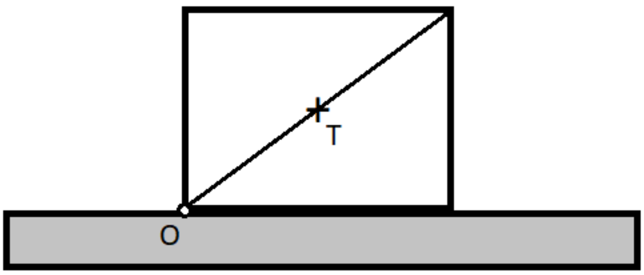
$h_2 = ½ \sqrt{(a^2 + b^2)}$

$h_2 = ½ \sqrt{(30^2 + 40^2)} = ½ \sqrt{(900+1600)} = 25$ cm $= 0{,}25$ m

Stabilita kvádru: $W = m\,g\,(h_2 - h_1)$

$W = 16 \,.\, 10 \,.\, (0{,}25 - 0{,}20) = \underline{\underline{8\ J}}$

Příklad 2: Vypočtěte stabilitu téhož kvádru (Příklad 1), položeného na plochu podložky stěnou bc.



Leží-li kvádr na stěně bc, pak výška těžiště nad podložkou h_1 odpovídá polovině výšky hrany a, tedy $h_1 = a/2 = 15$ cm $= 0{,}15$ m. Při překlápění se kvádr ocitne v labilní poloze, když se těžiště ocitne v polovině úhlopříčky stěny ab (otáčíme okolo hrany c). To je stejné, jako v příkladu 1:

$h_2 = ½ \sqrt{(a^2 + b^2)}$

$h_2 = ½ \sqrt{(30^2 + 40^2)} = ½ \sqrt{(900+1600)} = 25$ cm $= 0{,}25$ m

Stabilita kvádru: $W = m\,g\,(h_2 - h_1)$

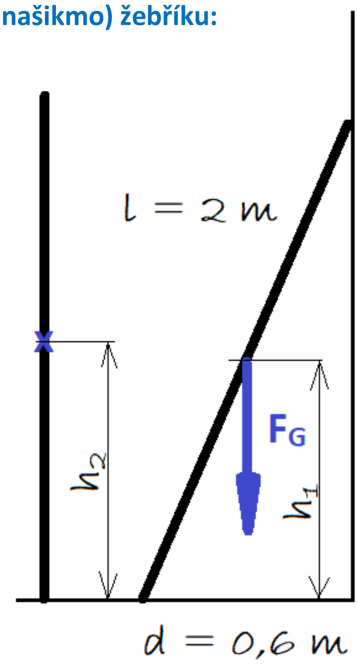
$W = 16 \,.\, 10 \,.\, (0{,}25 - 0{,}15) = \underline{\underline{16\ J}}$

Příklad 3: Měděný a železný válec mají stejné rozměry a stojí na vodorovné podložce. Který válec má větší stabilitu a proč?

Při stejných rozměrech válců budou stejné také obě výšky těžiště nad podložkou. Ve vztahu $W = m\,g\,(h_2 - h_1)$ bude tedy rozhodující hmotnost. Měď má vyšší hustotu než železo, takže při stejných rozměrech bude mít měděný válec vyšší hmotnost, a tudíž vyšší stabilitu.

Příklad 4: Žebřík o délce 200 cm a hmotnosti 8 kg je opřen o svislou stěnu tak, že jeho spodní konec je ve vzdálenosti 60 cm od paty stěny. Těžiště má žebřík uprostřed. Vypočítejte stabilitu žebříku.

Stabilitu určíme porovnáním potenciální energie těžiště žebříku v situaci, kdy je postaven kolmo (rovnovážná poloha labilní) a potenciální energie těžiště opřeného (našikmo) žebříku:



$l = 2$ m

$d = 0{,}6$ m

Pythagorova věta: $h_1 = \sqrt{(l^2/4 - d^2/4)} = ½\sqrt{(l^2 - d^2)}$

$h_1 = ½\sqrt{(4 - 0{,}36)} = 0{,}95$ m

$h_2 = l/2 = 1$ m

$W = m\,g\,(h_2 - h_1)$

$W = 8 \,.\, 10 \,.\, 0{,}05 = \underline{\underline{4\ J}}$

JVe 28.02.2021