

Úloha II.2 . . . slabý naviják

3 body; průměr 1,79; řešilo 90 studentů

Uvažujme pevně zavěšenou kladku, na níž je umístěno lano zanedbatelné hmotnosti. Na jednom konci lana je upevněno závaží o hmotnosti m_1 a na druhém konci se ve stejné úrovni nachází naviják o hmotnosti m_2 . V prvním případě je naviják ukotven na zemi a při navijení lana se zvedá pouze závaží. V druhém případě je závaží pevně spojeno s navijákem tak, že při navijení se zvedají společně závaží i naviják. Určete, ve kterém případě bude zapotřebí menší síly pro zdvihnutí závaží (a tudíž slabšího navijáku).

Vašek potřeboval sestavit mechanismus na zvedání sněžové radlice.

Úlohu budeme řešit srovnáním vykonané práce a přírůstku potenciální energie. V prvním případě při navinutí lana délky Δl silou F_1 vykonáme práci

$$W_1 = F_1 \Delta l.$$

Tím vytáhneme závaží o výšku Δl , čímž se zvýší jeho potenciální energie o přírůstek

$$\Delta E_p = m_1 g \Delta l,$$

kde g je místní tíhové zrychlení. Ze zákona zachování energie ve tvaru $W_1 = \Delta E_p$ dostáváme pro velikost potřebné síly vztah

$$F_1 = m_1 g. \quad (1)$$

To je očekávaný výsledek.

Ve druhém případě navijáním lana zkracujeme úsek lana na obou koncích kladky, a to stejnou měrou. Navinutím lana délky Δl zkrátíme úsek lana na obou koncích kladky o délku $\Delta l/2$, tedy i závaží a naviják zdvihneme o výšku $\Delta l/2$. Přírůstek celkové potenciální energie je v tomto případě

$$\Delta E_p = (m_1 + m_2) g \frac{\Delta l}{2}.$$

Přírůstek ΔE_p je roven práci $W_2 = F_2 \Delta l$ vykonané navijákem, odtud dostáváme rovnost

$$F_2 \Delta l = (m_1 + m_2) g \frac{\Delta l}{2}.$$

Vydělením rovnice délkou Δl dostáváme vztah pro velikost potřebné síly navijáku,

$$F_2 = \frac{(m_1 + m_2) g}{2}. \quad (2)$$

Srovnáním rovnic (1) a (2) vidíme, že menší síly bude zapotřebí v prvním případě pro naviják těžší než závaží ($m_2 > m_1$) a v druhém případě pro naviják lehčí než závaží ($m_2 < m_1$).

Václav Mikeska
v.mikeska@fykos.cz

Fyzikální korespondenční seminář je organizován studenty MFF UK. Je zastřešen Oddělením propagace a mediální komunikace MFF UK a podporován Ústavem teoretické fyziky MFF UK, jeho zaměstnanci a Jednotou českých matematiků a fyziků.

Toto dílo je šířeno pod licencí Creative Commons Attribution-Share Alike 3.0 Unported.
Pro zobrazení kopie této licence navštivte <http://creativecommons.org/licenses/by-sa/3.0/>.