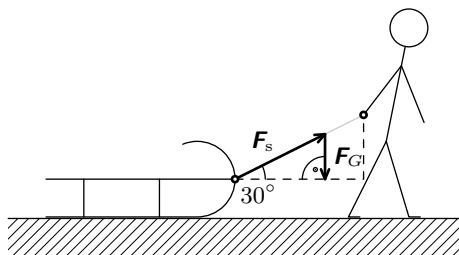


Úloha IV.3 ... I mistr tesař se utne

5 bodů; průměr 2,16; řešilo 32 studentů

V textu o goniometrických funkcích v minulé sérii jsme se dopustili jednoho z nejhorších omylů, které v učební literatuře mohou nastat – ilustrující příklad je zde vyřešen úplně špatně, takže namísto objasnění látky ji naopak zatemňuje. Připomeňme, že zadání úlohy znělo:

Malý Schlitt za sebou táhne stále stejně rychle na provázku dřevěné sáněky o hmotnosti 5 kg. Úhel, který svírá provázek s podlahou je $\alpha = 30^\circ$ (obrázek 1). Jakou silou F_s musí Schlitt sáně táhnout?



Obr. 1: Schlitt táhne sáně

A v textu uvedené „řešení“ znělo takto:

Vycházíme z toho, že při rovnoměrném přímočarém pohybu jsou síly v rovnováze. Spočítáme si gravitační sílu, která působí na sáně $F_G = mg = 50 \text{ N}$. Víme, že platí $\sin \alpha = F_G / F_s$. Vyjádříme si a dosadíme

$$F_s = \frac{F_G}{\sin \alpha} = \frac{50 \text{ N}}{\frac{1}{2}} = 100 \text{ N}.$$

Schlitt musí sáně táhnout silou 100 N.

Proč je uvedené řešení špatně? Která veličina v zadání chybí, abychom úlohu mohli správně vyřešit? Jaké je tedy správné řešení? *Anča se sekla a Marek to neopravil.*

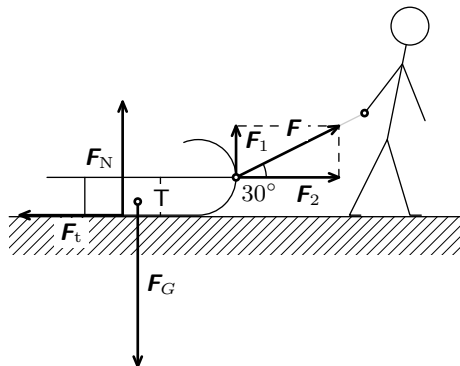
Při rovnoměrném přímočarém pohybu jsou síly působící na sáně v rovnováze. Na sáně působí tíhová síla F_G , která je v rovnováze s tlakovou silou podložky F_N a silou F_1 , jež je složkou síly F , kterou Schlitt táhne sáně. Druhá složka F_2 síly F je v rovnováze s třecí silou F_T .

Tyto vztahy mezi silami můžeme zapsat pomocí následujících rovnic:

$$\begin{aligned} F_G - F_N - F_1 &= 0, \\ F_T - F_2 &= 0. \end{aligned}$$

Tlaková síla podložky je shodná s tlakovou silou saní, z níž lze určit třecí sílu pomocí vztahu

$$F_T = f F_N,$$



Obr. 2: Síly působící na saně při rovnoměrném přímočarém pohybu

kde f je součinitel smykového tření. Vzájemně kolmé složky síly F si vyjádříme pomocí goniometrických funkcí, dosadíme do předešlých rovnic a vyjádříme si vztah pro hledanou sílu F .

$$\begin{aligned}
 F_2 &= F \cos 30^\circ \\
 F_1 &= F \sin 30^\circ \\
 F_N &= F_G - F_1 = mg - F \sin 30^\circ \\
 F_T &= F_2 \\
 f F_N &= F \cos 30^\circ \\
 f(mg - F \sin 30^\circ) &= F \cos 30^\circ \\
 fmg &= F(f \sin 30^\circ + \cos 30^\circ) \\
 F &= \frac{fmg}{f \sin 30^\circ + \cos 30^\circ} \\
 F &= \frac{f \cdot 50 \text{ N}}{f/2 + \sqrt{3}/2}
 \end{aligned}$$

K úplnému vyřešení úlohy nám v zadání chybí hodnota součinitele smykového tření. V původním řešení byla za velikost síly F_1 dosazena celá F_G , což znamená, že vypočtenou silou by Schlitt sánky zvedl nad zem.

Eliška Pilátová
eliska@fykos.cz

Fyzikální korespondenční seminář je organizován studenty MFF UK. Je zastřešen Oddělením pro vnější vztahy a propagaci 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/>.