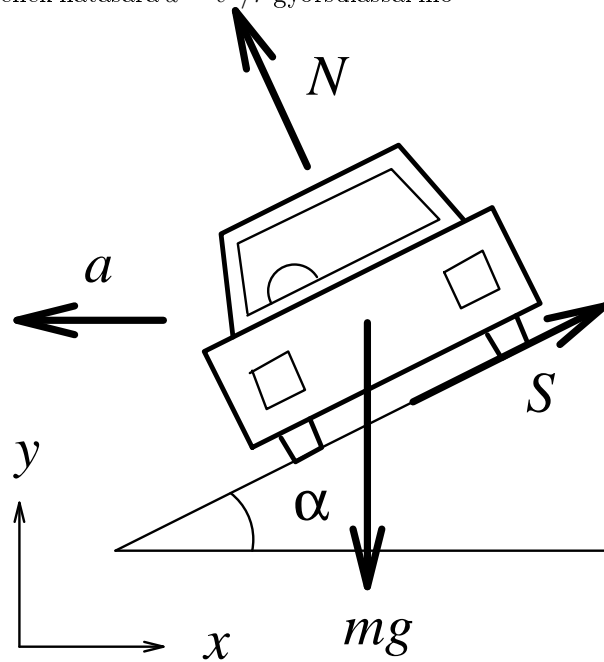


Az autó az ábrán látható  $mg$  súlyerő,  $N$  nyomóerő és  $S$  súrlódási erő eredőjének hatására  $a = v^2/r$  gyorsulással mo-



zog ( $v$  a sebessége,  $r$  pedig a pálya görbületi sugara).

A mozgásegyenletek  $x$  (vízszintes), illetve  $y$  (függőleges) irányban:

$$mg - N \cos \alpha - S \sin \alpha = 0, N \sin \alpha - S \cos \alpha = m \frac{v^2}{r}.$$

Az ábrán az  $S$  erőt az úttest emelkedésének irányában vettük fel. Ténylegesen | a gépkocsi sebességétől függően |  $S$  mutathat lefelé is. A fenti egyenletek ekkor is érvényesek, ilyenkor  $S < 0$ . A csúszásmentes haladás feltétele (amennyiben a vezető se nem fékez, se nem gyorsít a kanyarban):  $|S| \leq \mu N$ .

Az egyenletrendszerből  $N$ -t és  $S$ -t kiszámítva és az egyenlőtlenségbe helyettesítve a sebességre két korlátot kapunk:

$$v < v_1 = \sqrt{rg \frac{\sin \alpha + \mu \cos \alpha}{\cos \alpha - \mu \sin \alpha}} = 25 \frac{\text{m}}{\text{s}},$$

illetve

$$v > v_2 = \sqrt{rg \frac{\sin \alpha - \mu \cos \alpha}{\cos \alpha + \mu \sin \alpha}} = 8,4 \frac{\text{m}}{\text{s}}.$$

*Több megoldás alapján*

*Megjegyzések.* 1. A feladat megoldható az autóhoz rögzített (gyorsuló) koordináta-rendszerben is. Ekkor a testre ható erők:  $N$ ,  $S$ ,  $mg$  és a vízszintesen kifelé mutató  $F = mv^2/r$  „centrifugális erő”; ezek egyensúlyi feltétele adja a megoldást.

2. Egyszerűbbé válnak a képletek, ha bevezetjük a súrlódási határszög fogalmát  $\mu = \text{tg} \varepsilon$  definícióval. ( $\varepsilon$  a legmeredekebb lejtő dőlésszöge, amelyről egy test  $\mu$  súrlódási együttható esetén még éppen nem csúszik le.) Az autó sebességének korlátai a következők:  $\text{tg}(\alpha - \varepsilon) \leq v^2/(rg) \leq \text{tg}(\alpha + \varepsilon)$ .

3. Sokan a centripetális erőt (illetve a forgó koordináta-rendszer alkalmazása esetén a centrifugális erőt) a lejtő síkjában ható erőnek vélték. Ez azonban hibás, az autó körpályájának középpontja nincs rajta a lejtőn.