

Lejtős úton mozgó nehéz jármű

A 4. ábra egy nehéz jármű (például egy pótkocsi) egyszerűsített modelljét mutatja. A jármű α hajlásszögű lejtős úton halad, első és hátsó kerekei hengersizmetrikusak. Mindkét kerék M tömegű, vastag, hengeres csőnek tekinthető, melyek külső sugara R_0 , míg belső sugaruk $R_i = 0,8 R_0$, továbbá a kerekeknek küllőik is vannak, egy-egy keréken 8 darab, a 8 küllő teljes tömege $0,2 M$. A kerekek az 5. ábrán látható módon modellezhetők. A járműtestet tartó alvázszerkezet tömege elhanyagolható. A jármű az úton lefelé halad, mozgását a nehézségi és a súrlódási erők határozzák meg. Az első és a hátsó kerék a járműhöz képest szimmetrikusan helyezkedik el.

4. ábra

5. ábra. A kerekek egyszerűsített modellje

A henger és az út közötti tapadási (statikus), illetve csúszási (kinetikus) súrlódási együtthatókat jelöljük rendre μ_s -sel és μ_k -val. A téglaltest alakú járműtest tömege $m_1 = 5M$, hossza L , vastagsága pedig d . Az első és a hátsó kerekek tengelyei közötti távolság $2l$, míg a kerekek középpontjának a járműtest középsíkjától mért távolsága h . Tételezd fel, hogy a kerekek súrlódásmentesen csapágyazottak.

Kérdések

1. Számítsd ki az egyes kerekek tehetetlenségi nyomatékát (*1,5 pont*)!
2. Rajzold le a járműtestre, továbbá az első és a hátsó kerekre ható összes erőt! Minden egyes részre írd fel a mozgásegyenleteket (*2,5 pont*)!
3. A jármű nyugalomból indul, és a nehézségi erő hatására szabadon mozog. Állapítsd meg a rendszer összes lehetséges mozgástípusát, és határozd meg az egyes gyorsulásokat a megadott fizikai mennyiségek segítségével (*4 pont*)!
4. Tegyük fel, hogy a jármű nyugalomból indulva tiszta gördüléssel éppen d utat tett meg, amikor az útnak egy olyan szakaszára érkezik, ahol a súrlódási együtthatók hirtelen kicsiny μ'_s és μ'_k értékekre csökkennek, és így mindkét kerék csúszni kezd.
Számítsd ki az egyes kerekek haladási sebességét és szögsebességét, amikor a jármű a nyugalmi helyzetéhez képest összesen s méter utat tett meg. Ekkor feltehetjük, hogy d és s sokkal nagyobbak, mint a jármű méretei (*2 pont*).