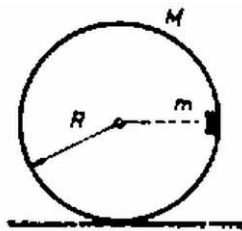


A kis m tömeg elengedése után lefelé és – a közte és az abroncs között ható nyomóerő hatására – balra gyorsul; mire az abroncs aljára ér, v nagyságú sebességre tesz szert.



Ugyanebben a pillanatban az abroncs tömegközéppontja jobbra mozog V sebességgel. A testekre ekkor csak függőleges erők hatnak, így vízszintes irányú gyorsulásuk nulla. A m tömegű test azonban görbe vonalú pályán mozog, sebességének iránya ekkor is változik, így centripetális gyorsulása van. Ennek kiszámításához célszerű a Földhöz képest V sebességgel, az abronccsal együtt mozgó koordináta-rendszerben vizsgálni mozgását, mivel itt pályájának sugara R . A testre ható centripetális erő így

$$(1) \quad m \frac{(v + V)^2}{R} = N - mg,$$

ahol N az abroncs és a test között ható nyomóerő. N kiszámításához így v -t és V -t kell meghatároznunk.

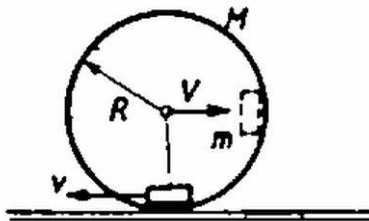
Mindkét esetben felírhatjuk az energiamegmaradás törvényét, mivel sem ideális csúszás, sem tökéletes, elmozdulásmentes tapadás esetén nincs súrlódási veszteség.

a) Ha elhanyagolható az abroncs és a talaj közötti súrlódás, az abroncs nem jön forgásba, tehát

$$(2) \quad (1/2)mv^2 + (1/2)MV^2 = mgR.$$

A rendszerre nem hat vízszintes külső erő, így az impulzus-megmaradás tétele alapján

$$(3) \quad mv = MV.$$



1. ábra

Az (1)–(3) egyenletrendszerből ekkor

$$(4) \quad v = \sqrt{\frac{2gR}{1 + (m/M)}}, \quad V = (m/M)v$$

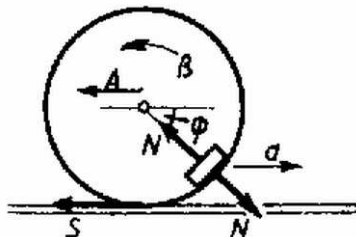
és

$$(5) \quad N = mg(3 + 2m/M).$$

b) Ha az abroncs tapad, szögsebessége V/R , amikor m az abroncs aljára ér. Így az abroncsnak forgási energiája is van, ezt figyelembe véve az energiamegmaradás tétele

$$(6) \quad (1/2)mv^2 + (1/2)MV^2 + (1/2)MR^2(V/R)^2 = mgR.$$

Vizsgáljuk meg a rendszer mozgását egy tetszőleges helyzetben, feltéve, hogy az abroncs a talajon nem csúszik meg! Legyen az abroncs és a kis test vízszintes gyorsulása A ill. a , az abroncs szöggyorsulása β (2. ábra).



2. ábra

Ekkor a következő összefüggéseket írhatjuk fel:

$$\begin{aligned}ma &= N \cos \varphi, \\MA &= N \cos \varphi - S, \\SR &= MR^2 \beta, \\A &= \beta R,\end{aligned}$$

ahonnan $2MA = ma$. Ez az összefüggés minden pillanatban érvényes, és mivel a rendszer nyugalomból indult, az alsó helyzetben elért sebességekre is igaz, hogy:

$$(7) \qquad 2MV = mv.$$

Az (1), (6), (7) egyenletekből így tapadás esetén

$$(8) \qquad \begin{aligned}v &= \sqrt{\frac{2gR}{1 + (m/2M)}}, & V &= (m/2M)v, \\N &= mg [3 + (m/M)].\end{aligned}$$

Sárközi Imre (Tata, Eötvös J. Gimn., III. o. t.)