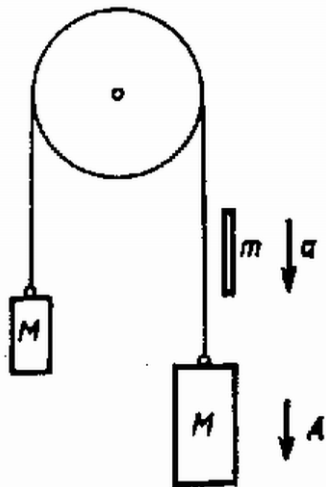


A mozgás első, t_1 ideig tartó szakasza egy rugalmatlan ütközés. Mivel t_1 nem tekinthető nullának, így nem hanyagolhatók el az ütközés közben a testekre ható külső erők, és nem hanyagolható el a testek elmozdulása. t_1 idő alatt a rúd a tartályhoz képest megáll, utána a testek azonos gyorsulással mozognak.

Legyen S a homok és a rúd között ható (ismert nagyságú) súrlódási erő, K a kötélereő, A az M tömegű test és a nyilván ugyancsak M tömegű homoktartály, a az m tömegű rúd gyorsulása.



Ekkor $t < t_1$ esetén a következő mozgásegyenletek érvényesek:

$$\begin{aligned} (1) \quad & ma = mg - S, \\ (2) \quad & MA = K - Mg, \\ (3) \quad & MA = Mg - K + S. \end{aligned}$$

Ezekből a tartály gyorsulása $A = S/(2M)$, elmozdulása

$$(4) \quad s = (1/2)At^2 = [S/(4M)]t^2.$$

t_1 -et abból a feltételből határozhatjuk meg, hogy a t_1 időpillanatban a tartály és a rúd sebessége azonos:

$$(5) \quad At_1 = v_0 + at_1,$$

ahol $v_0 = \sqrt{2gh}$ a rúd sebessége abban a pillanatban, amikor eléri a homok felszínét. a és A értékét beírva, (5)-ből t_1 -et kiszámíthatjuk:

$$(6) \quad t_1 = \frac{2mMv_0}{S(m + 2M) - 2mMg}.$$

Ez az eredmény csak akkor értelmes, ha $t_1 > 0$, azaz $S > 2Mmg/(2M + m)$. Ellenkező esetben a súrlódás olyan gyenge, hogy a rúd a nehézségi erő hatására tovább gyorsul a homokhoz képest, eléri a tartály alját, és így tárgyalásunk érvényét veszti.

A $t = t_1$ időpontban a tartály sebessége és elmozdulása $v_1 = At_1$ és $s_1 = (1/2)At_1^2$. Ha $t > t_1$, a következő mozgásegyenletek érvényesek (a homoktartály és a rúd egyetlen merev testet alkot).

$$\begin{aligned} (7) \quad & (M + m)A' = (M + m)g - K, \\ (8) \quad & MA' = K - Mg, \end{aligned}$$

ahol A' a testek azonos gyorsulása. Innen

$$(9) \quad A' = \frac{m}{2M + m}g,$$

a tartály elmozdulása pedig

$$(10) \quad s = s_1 + v_1(t - t_1) + (1/2)A'(t - t_1)^2.$$

A részeredmények behelyettesítésével s a tömegek, S és v_0 (vagy h) függvényében meghatározható.