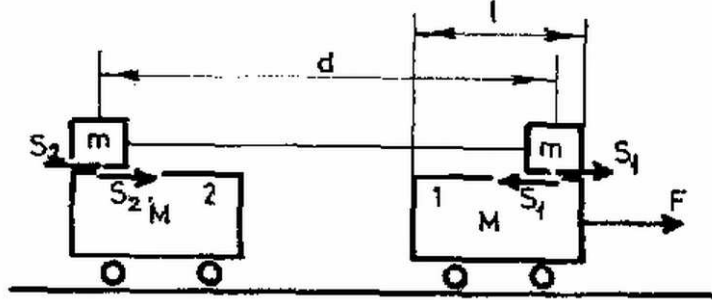


Tekintsük a kiskocsikon levő testeket pontszerűeknek és használjuk az 1. ábrán megadott jelöléseket (S_1, S_2 a súrlódási erők, F az 1. kiskocsira ható erő).



1. ábra

Azzal az esettel fogunk foglalkozni, amikor az F erő az ábrán megadott irányba (jobbra) mutat. A két m tömegű test kötéllal van összekötve, és mivel az 1. kiskocsin levő tömeg húzza a 2. kiskocsin levő tömeget, gyorsulásuk (a) megegyezik. Az F erő az 1. kiskocsira hat, az S_1 súrlódási erő gyorsítja a rajta levő m tömegű testet, amely a másik m tömegű testet kötéllal húzza. A test és a 2. kiskocsi között fellépő S_2 súrlódási erő gyorsítja a 2. kiskocsit. Ebből következik, hogy a gyorsulásokra:

$$a_1 \geq a \geq a_2$$

(a_1 és a_2 az 1., ill. 2. kiskocsi gyorsulása). Az S_r tapadási súrlódási erőre igaz, hogy

$$S_r \leq S_M = \mu mg,$$

ahol S_M a mozgási súrlódási erő. Mivel a kötéllal húzzuk a 2. kiskocsit, a kötéltben ható erő mindig kisebb vagy egyenlő, mint az egyes testeket gyorsító súrlódási erő. Ebből az következik, hogy ha az 1. kiskocsin levő test a kiskocsihoz képest nem mozdul el, akkor a 2. kiskocsin levő test is állni fog a kiskocsihoz képest; ha pedig az 1. kiskocsin levő test már csúszik, akkor a 2. kiskocsin levő test áll, a kiskocsihoz képest, hiszen a kötélt feszes (az gyorsítja a 2. kiskocsit), és így az 1. kiskocsin levő testre ható $S_1 = \mu mg$ súrlódási erő nagyobb kell, hogy legyen a 2. kiskocsin levő testre ható S_2 súrlódási erőnél.

Ezeket az eseteket fogjuk az alábbiakban tárgyalni.

Tegyük fel először, hogy az 1. kiskocsin nem csúszik meg az m tömegű test és így a 2. kiskocsin sem csúszik a test. Az 1. kiskocsi és a rajta levő test mozgásegyenletei:

$$(1) \quad F - S_1 = Ma_1,$$

$$(2) \quad S_1 - K = ma,$$

ahol K a kötélerő. Mivel a test nem csúszik az 1. kiskocsin, azért

$$a = a_1,$$

és teljesülnie kell az

$$(3) \quad S_1 \leq \mu mg$$

feltételnek. A 2. test sem csúszhat, ezért

$$a_2 = a.$$

A rendszer gyorsulása:

$$(4) \quad a = \frac{F}{2(M + m)}.$$

Ezt beírva (1)-be

$$\mu mg \geq S_1 = F - Ma = F \frac{2m + M}{2(M + m)},$$

tehát

$$(5) \quad \mu mg \geq F \frac{2m + M}{2(M + m)}$$

Ha ez a feltétel F -re nem teljesül, az 1. kiskocsin levő test megcsúszik (ellenkező esetben ugyanis $S_1 > \mu mg$ adódnék, ami lehetetlen), és a rá ható súrlódási erő $S_1 = \mu mg$, az 1. kiskocsi gyorsulása pedig

$$(6) \quad a_1 = \frac{F - \mu mg}{M}.$$

A 2. kiskocsin levő test nem csúszik meg, tehát

$$a = a_2.$$

Az m tömegű testekre és a 2. kiskocsira felírjuk a mozgásegyenleteket ($a = a_2$):

$$\mu mg - K = ma, \quad K - S_2 = ma, \quad S_2 = Ma.$$

Ebből

$$(7) \quad a_2 = a = \frac{\mu mg}{2m + M}.$$

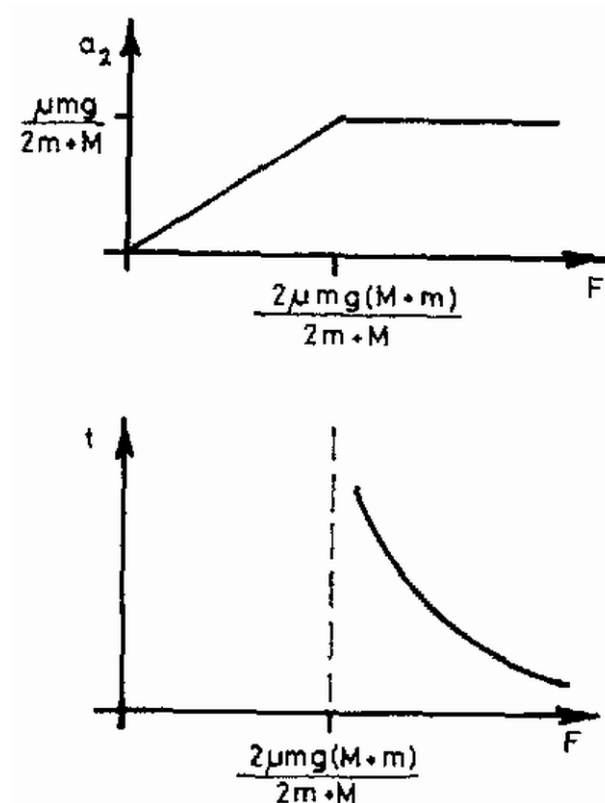
Ebben az esetben az 1. kiskocsiról történő lecsúszás ideje:

$$t = \sqrt{\frac{2l}{a_1 - a}}.$$

(6) és (7)-et beírva kapjuk:

$$(8) \quad t = \sqrt{\frac{2l(2m + M)M}{F(2m + M) - g\mu m 2(m + M)}}.$$

Ábrázolva az összefüggéseket, a 2. ábrán látható grafikonokat kapjuk.



2. ábra

Megjegyzés. Ha az F erő a 2. kiskocsi irányába mutat, szintén két esetet különböztethetünk meg. Egyik esetben m nem csúszik meg az 1. kocsin (akkor a 2. kocsi és a rajta levő m tömeg nem gyorsul), ennek feltétele:

$$(9) \quad \mu mg > \frac{m}{m+M}F.$$

Ekkor a fentiekhez hasonlóan számolva,

$$t_1 = \sqrt{\frac{2(d-2l)(m+M)}{F}}$$

idő múlva a kocsik ütköznek, a feladat szövegéből az ütközés milyenségére nem következtethetünk. Ha (9) nem teljesül, akkor az m tömeg rögtön leesik az 1. kocsiról, s a kocsik

$$t_2 = \sqrt{\frac{2(d-2l)M}{F}}$$

idő múlva ütköznek.